Journal of Agricultural, Environmental and Veterinary Sciences
Volume (6), Issue (1): 30 Mar 2022
P: 22 - 51

AJSRP
ISSN: 2522-3364

مجلة العلوم الزراعية والبيئية والبيطرية
المجلد (6)، العدد (1): 30 مارس 2022م
ص: 22 - 51

The optimal conditions for the osmotic dehydration of Syrian apricot fruits

Wahbi Mohamad Kalook

Adib Faleh

Faculty of Agriculture || Aleppo University || Syria

Amir Al-Haj Sakur

Wassim Abdelwahed

Faculty of Pharmacy || Aleppo University || Syria

Abstract: The aim of this research is to study the chemical composition of fresh apricot fruits, and to determine the optimal conditions for osmotic treatment as a primary treatment before subsequent processing operations, in the main indicators which are water loss and solid gain, using sucrose solution, and at different concentrations (40-50-60%) four different temperatures (30-40-50-60 C), for six hours period, and determining fruit per solution ratio, The results indicated that drying by osmotic pressure is one of the modern and highly effective methods in preserving biologically active substances. In addition, raising the temperature to 60°C led to a decrease in the mass transfer rate WL/SG and thus a decrease in the quality of the final product. At a temperature of 50°C, the viscosity of the solution with 60% concentration is very high, so that the water loss curves were very close to the water loss curves at 50% concentration, so the best temperature and concentration are at 50°C and 50%, respectively, and the results showed that the ratio of fruits to solution 10:1 is the optimal ratio, and the best duration of the osmotic drying process was 6 hours, The concentration of 60% and the temperature of 30 °C are the optimal conditions for maintaining the high nutritional value, biologically active compounds and antioxidant activity, by forming a layer of sucrose that protects the fruits from deterioration during subsequent manufacturing processes. The osmotic treatment reduced the effect of temperature on chemical composition and biologically active compounds, and it was possible to obtain a product with superior organoleptic properties. The osmotic treatment of apricot fruits increased the stability of the final product during the storage stages.

Keywords: apricot fruits, osmotic treatment, bioactive compounds.

تحديد الشروط المثلى للمعاملة الأسموزية لثمار المشمش السوري

وهبي محمد كالوك

أديب فالح

كلية الزراعة || جامعة حلب || سورية

أمير الحاج صكر

وسيم عبد الواحد

كلية الصيدلة || جامعة حلب || سورية

المستخلص: هدف هذا البحث إلى دراسة التركيب الكيميائي لثمار المشمش الطازج، وتحديد الشروط المثلى للمعاملة الأسموزية كمعاملة أولية قبل عمليات التصنيع اللاحقة، في المؤشرات الرئيسة وهي فقد الماء وكسب المادة الجافة، وذلك باستخدام محلول السكروز،

وبتراكيز مختلفة (60-50-40)%، وعند أربع درجات حرارة مختلفة 30-40-50-60 مْ، وزمن ثابت 6 ساعات، وتم تحديد نسبة الثمار للمحلول، أشارت النتائج إلى أن التجفيف بالضغط الأسموزي من الطرق الحديثة ذات الفعالية العالية في الحفاظ على المواد الفعالة بيولوجياً، كما أن رفع درجة الحرارة حتى 60 مْ أدى لخفض معدل نقل الكتلة WL/SG وبالتالي انخفاض جودة المنتج النهائي، وعند درجة حرارة 50 مْ كانت لزوجة المحلول السكري ذو التركيز 60% عالية جداً، اذ كانت منحنيات فقد الماء قريبة جداً من منحنيات فقد الماء عند تركيز 50%، لذا فإن أفضل درجة حرارة وتركيز هي عند 50 مْ و50% على التوالي، وأظهرت النتائج أن نسبة الثمار إلى المحلول (10:1) هي النسبة الأمثل، كما أن أفضل مدة لعملية التجفيف بالضغط الأسموزي كانت لمدة 6 ساعات، ويعتبر التركيز 60% ودرجة الحرارة 30 مْ هي الشروط المثلى للحفاظ على القيمة الغذائية العالية والمركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة، من خلال تشكيل طبقة من السكروز أدت لحماية الثمار من التدهور الحاصل خلال عمليات التصنيع اللاحقة، أدت المعاملة الأسموزية إلى الحد من تأثير درجة الحرارة على التركيب الكيميائي والمركبات الفعالة بيولوجياً، وأمكن الحصول على منتج ذو خصائص حسية متفوقة أدت المعاملة الأسموزية لثمار المشمش إلى زيادة ثباتية المنتج النهائي خلال مراحل الخزن.

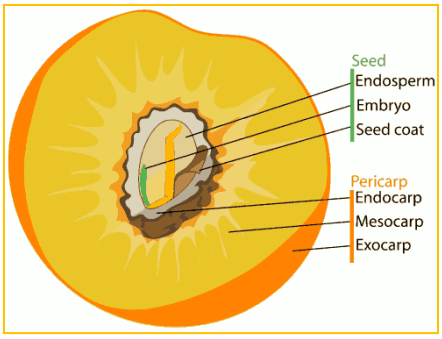
الكلمات المفتاحية: ثمار المشمش، معاملة أسموزية، مواد فعالة بيولوجياً.

المقدمة.

ازداد الإنتاج العالمي من الفاكهة والخضار في العقود القليلة الماضية مترافقاً باتباع التقانات الحديثة في مجالات الزراعة، إلّا أن الفاقد من ثمار الفاكهة والخضار في البلدان النامية يزداد خلال مراحل ما بعد القطاف بمعدل حوالي 25% وقد يصل إلى أكثر من 50% لبعض الأنواع نتيجة التحلل الذاتي والإنبات والإصابات الميكروبيولوجية والطفيلية وغيرها (الحامض، 2001).

تعد ثمار الفاكهة والخضار خزاناً غنياً بالعناصر الغذائية الهامة كالمعادن والفيتامينات والألياف وغيرها الكثير، إذ يحصل الإنسان على ما يزيد عن 90% من حاجته من فيتامين C من الفاكهة والخضار، و50% من فيتامين A، و20% من كل من الثيامين والنياسين، و25% من احتياجاته من كل من الحديد والمغنيزيوم (الساعد، 2009). ويقدر إنتاج الفاكهة عالمياً بحوالي 868 مليون طن (FAOSTAT, 2018). وتقدر المساحة المزروعة من أشجار المشمش، والكرز بحوالي 13801 هكتار، و29674 هكتار، وبمعدل إنتاج سنوي حوالي 72000 طن و82341 طن سنوياً على التوالي (المجموعة الإحصائية لوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2012).

تنتمي ثمار اللوزيات للعائلة الوردية (Rosaceae) وتحت عائلة Prunoidae، والجنس Prunus، إذ تنتمي لمجموعة الثمار ذات النواة الحجرية Stone Fruit، وإليها ينتمي المشمش والدراق والخوخ والكرز، ثمار الأنواع التابعة للجنس Prunus تكون من نوع الحسلة (Drupe)، وذلك لوجود قشرة صلبة تحيط بالبذرة وهي عبارة عن الطبقة الداخلية من جدار المبيض الناضج Endocarp، أما الجزء الذي يؤكل من الثمار فهو يمثل الطبقة الخارجية (Exocarp)، والطبقة الوسطى (Mesocarp) من جدار المبيض (Pericarp). ويوضح الشكل1الطبقات الثلاثة لثمار اللوزيات.



الشكل 1 الطبقات الثلاث لثمار اللوزيات.

الموطن الأصلي لثمار المشمش: The origin of the apricot fruit:

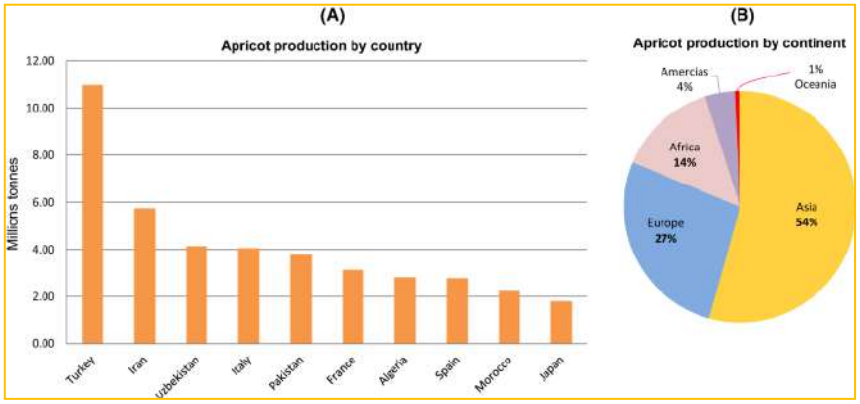
بدأت زراعة المشمش منذ حوالي 2000 سنة قبل الميلاد، وتعد منطقة أرمينيا والقوقاز والصين الموطن الأصلي لثمار المشمش Apricot ومشتقة من الاسم العلمي *Prunus Armeniaca*، ومنها انتشرت إلى باقي أرجاء العالم، فقد وجدت في العديد من الحضارات والثقافات القديمة، إذ استخدمه الإنسان كغذاء وعلاج طبي.

زرعت أشجار المشمش في سورية منذ زمن قديم، وما زالت تتوسع رقعتها لمناخها المناسب وارتفاع سعر ثمارها ولأهميتها الغذائية، إذ تعدّ من الثمار الاقتصادية اللذيذة المذاق والمفيدة صحياً، والغنية بالمواد السكرية والڤيتامينات والعناصر المعدنية وغيرها، ولأنها تدخل في صناعات كثيرة مثل قمر الدين والمربيات والشرابات وعمليات التجفيف وغيرها، فضلاً عن استعمال خشبه وقوداً، وفي بعض الصناعات الخشبية، كما يستخرج من بذوره الحلوة زيت اللوز الحلو، ومن بذوره المرة زيت اللوز المر، اللذان يدخلان في تركيب بعض المستحضرات الطبية الجلدية والتجميلية.

وبالرغم من أنه لا توجد بيانات دقيقة عن الإنتاج العالمي للمشمش، نظراً للزيادة السريعة في إنتاجه، إلا أن الإنتاج السنوي الحالي يقدر بحوالي 3، 897، 792 طن/ سنوياً. وتحتل تركيا المركز الأول عالمياً في حين تحتل سورياً المركز الثالث عربياً ويوضح الجدول (1) الدول العشر الأوائل في إنتاج المشمش.

الجدول 1 الدول العشر الأوائل في إنتاج المشمش لعام 2020 (FAO, 2020)

Rank	Country	Production (Tonnes)
1	Turkey	985.000
2	Uzbekistan	532.565
3	Italy	266.372
4	Algeria	256.890
5	Iran	239.712
6	Pakistan	178.957
7	Spain	162.872
8	France	148.500
9	Afghanistan	131.816
10	Morocco	112.538



الشكل 2 توزع الإنتاج العالمي لثمار المشمش.

أهمية الدراسة:

نظراً لموسمية إنتاج ثمار المشمش، وتعرض معظمه للهدر والتلف مع مرور الوقت وشروط الخزن الدقيقة وكلفتها العالية، فإن هذا يزيد من أهمية تطوير تقانات التصنيع والتحليل التي تحافظ على جودة المركبات الحيوية، ونظراً لندرة الأبحاث حول هذا المجال جاءت أهمية هذا البحث.

منهجية الدراسة:

استخدمت ثمار المشمش من الصنف الفرنسي عند درجة النضج التقني لموسم 2020، والذي يتميز بثمار كبيرة الحجم، ولون برتقالي مصفر يخلو من الاخضرار، لا يقل قطر الثمرة عن 3 سم، والمتميز بطعمه الحلو المائل للحموضة الخفيفة والمتحمل للعمليات التصنيعية، وذو اللب الشحمي، والبذرة حلوة غير اللاصقة، والخالية من الإصابات الفطرية والمواد الضارة بالصحة، ويبلغ متوسط وزن الثمرة الواحدة 28.48 غ، وتبلغ نسبة الجزء المأكول للّب حوالي (3/2)%.

مشكلة الدراسة:

تعد مشكلة حفظ الثمار والمنتجات المصنعة منها مع أقل فقد في القيمة الغذائية والحفاظ على الجودة من أهم المسائل التي اهتم بها الباحثون والعاملون في مجال التصنيع الغذائي، ونظراً لموسمية إنتاج ثمار المشمش، وتعرض معظمه للهدر والتلف مع مرور الوقت وشروط الخزن الدقيقة وكلفتها العالية، فإن هذا يزيد من أهمية تطوير تقانات التصنيع والتحليل التي تحافظ على جودة المركبات الحيوية.

فرضيات الدراسة: هدفت الدراسة:

1- دراسة التركيب الكيميائي لثمار المشمش الطازج من الصنف الفرنسي المزروع في سورية.
2- دراسة آلية المعاملة بالمحاليل ذات الفعالية الأسموزية، باستخدام محلول السكروز.
3- تحديد الشروط المثلى للمعاملة الأسموزية لثمار المشمش من إذ تركيز المحلول السكري – درجة الحرارة المثلى، وزمن المعاملة الأمثل، كمعاملة أولية لثمار المشمش.
4- استخدام التقانات (HPLC وTLC) في التحليل الآلي للتقدير الكمي والنوعي.

هيكلة الدراسة:

قسمت الدراسة إلى ثلاثة مباحث، يتناول المبحث الأول منها الإطار النظري للدراسة والدراسات السابقة، في حين يتطرق المبحث الثاني إلى مواد وطرائق البحث، والمبحث الثالث إلى النتائج ومناقشتها.

2- الإطار النظري والدراسات السابقة.

أولاً- الإطار النظري: التركيب الكيميائي لثمار المشمش: :Chemical composition of apricot fruits

يتباين التركيب الكيميائي لثمار المشمش وفقاً للأصناف، والظروف المناخية والعمليات الزراعية، ودرجة النضج، وعمليات التصنيع والتخزين، وتأتي القيمة الغذائية لثماره من تركيبها الكيميائي، إذ يشكل الماء حوالي 84% من وزن الثمرة والسكريات حوالي 10% ويغلب عليها السكروز بكمية أكبر، ثم الغلوكوز والفركتوز بكميات قليلة، تبلغ نسبة الأحماض العضوية حوالي 1.3%، والرماد 3%، والألياف 0.8% والمواد التانينية 0.07% والبكتين 0.5%، أما

فيتامين C فيشكل حوالي 10 ملغ/100غ، هذا ويعد المشمش غنياً جداً بالكاروتينوئيدات (Ana Oliveira et al., 2012).

تتراوح نسبة المادة الصلبة الذائبة الكلية في ثمار المشمش بحدود 12.73 حتى 23%، وتزداد المادة الصلبة الذائبة الكلية مع تقدم مراحل النضج، وتستخدم كأداة لتحديد موعد القطاف والجني (Crisosto and Kader, 1999)، ويعد أحد أهم مؤشرات الجودة (Gurrieri et al., 2001)، كما تعد قيمة المادة الصلبة الذوابة الكلية دليل على مدى قبول وتفضيل المستهلك (Infante et al., 2008)، كما تزداد درجة حلاوة الثمار نتيجة زيادة تركيز السكريات نتيجة التحلل المائي للنشاء وانخفاض الحموضة (Pila et al., 2010; Prasanna et al., 2007).

وتعد ثمار المشمش غنية بالسكريات التي تزيد خلال مراحل النضج، إذ تتحول السكريات المعقدة إلى سكريات أبسط منها، ومعظم الدراسات أشارت إلى زيادة محتوى الثمار من السكريات خلال مراحل النضج النهائي (Aydin and Kadioglu, 2001; Var and Ayaz, 2004)، لذا يعتبر المشمش من ثمار الفاكهة ذات الطاقة العالية، فقد تباينت نسب السكريات وفقاً لاختلاف الطرز المدروسة والعوامل الزراعية والجغرافية المختلفة (Leccese et al., 2011: Chauhan et al., 2001)، إذ تراوحت نسبة السكريات الكلية في ثمار المشمش بحدود 55.08-63.89٪، والسكريات المرجعة (Reducing sugars) 13.19 -21.38%، والسكريات غير المرجعة بين 41.98 حتى 49.59% (Leccese et al., 2007).

تعد الأحماض العضوية أحد أهم المكونات الرئيسة المميزة لثمار الفاكهة، فهي المسؤولة عن إعطاء الطعم المميز لثمار الفاكهة وتأمين التناسق في الطعم وفقاً لتوازن الأحماض مع السكريات (Baldwin et al., 2000)، فضلاً عن الهام في تنظيم سوائل الجسم والحفاظ على توازن القاعدة الحامضية (Hasib et al., 2002)، هذا ويعتبر حمض الماليك هو الحمض العضوي السائد في ثمار المشمش، يليه حمض الستريك (Gurrieri et al., 2001)، فضلاً عن لكميات ضئيلة من حمض الطرطريك والأوكزاليك والفيوماريك.

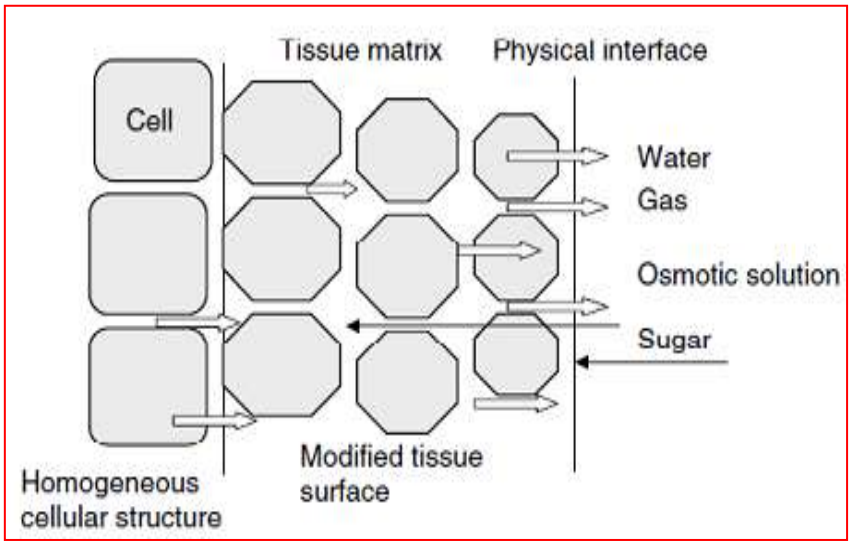
تعد ثمار المشمش مصدراً غنياً بالمركبات الفينولية والتي من أهمها: الفلافونيدات، والتانينات، بالإضافة إلى الأحماض الفينولية كحمض gallic acid، وchlorogenic acid (Cârlescu, P. M., 2017; Akin et al., 2008)، ويتباين محتوى الثمار من الفينولات الكلية وفقاً لعدة عوامل فقد يتراوح من (50-1600 ملغ/100غ في الثمار الطازجة وفقاً لـ Sochor et al.,(2010): Kalyoncu et al., (2009)، أما الأصناف التركية فتراوحت قيم الفينولات الكلية بين 4233.70 حتى 8180.49 ملغ/100غ على أساس الوزن الجاف (Akin et l., 2008). في حين تراوحت قيم المركبات الفينولية بحدود 326-1600 ملغ/100 وبحدود 769-1283 ملغ/100غ في الثمار الطازجة وفقاً لاختلاف الطرز الوراثية المدروسة (Lecesse et al., 2010)، ويعود هذا التباين لدرجة النضج، إذ يزداد تركيز الفينولات مع زيادة درجة النضج، وعلى النقيض فقد أشارت بعض الدراسات إلى انخفاض محتوى بعض الثمار من الفينولات الكلية مع زيادة درجة النضج (Dragovic-Uzlac et al., 2007)، وهذا يعود للعديد من العوامل: منها مرحلة القطاف، والعمليات الزراعية والظروف البيئية والمناخية واختلاف الصنف المدروس (Milosevic et al., 2010: Abdou Bouba A et al., 2010)،

محتوى الكاروتينات الكلية في ثمار المشمش Total carotenoid Content in Apricot Fruitsوهي عبارة عن مركبات ملونة مسؤولة عن إعطاء اللون للفاكهة والخضار، ويزداد تركيزها مع زيادة درجة النضج، وتعد أحد أهم مضادات الأكسدة، وبالتالي تمنع العديد من الاضطرابات التنكسية التي تسببها الجذور الحرة في الجسم (Bramley, 2003)، تستهلك الجذور الحرة وتحمي الجدار الخلوي من عمليات الهدم والأكسدة، فهي تمنع تشكل جذور الأوكسجين الحرة، فتزيد من ثبات الجزيئة ويعد كل من مركبي β-كاروتين وα-كاروتين) طليعة فيتامين A) من أشهر الكاروتينات (Anna Podsedek., 2007).

يشكل البيتاكاروتين من 50 حتى 90% من محتوى ثمار المشمش من الكاروتينوئيدات (Sass-Kiss et al., 2005; Sağırlı et al., 2008) وعلى كميات أقل من α-carotene، γ-carotene، zeaxanthin، وlutein (Bramley, 2004). وتتراوح قيم الكاروتينات الكلية من 10.12-50.12 ملغ/100غ في معظم الأصناف (Sartaj Ali., 2013)، وقيم البيتاكاروتين من 5.74 حتى 48.96 ملغ/ 100 غ وزن جاف في الأصناف المدرسة لثمار المشمش (Akin et al., 2008)، وفي دراسة أخرى قام بها (2007) Karabulut et al., عند دراسة المحتوى من البيتاكاروتين في ثلاثة أصناف من المشمش المزروعة في مناطق مختلفة من كرواتيا تراوحت القيم بين 585.4 حتى 1374.95 ميكروغرام/ 100 غرام. وفي دراسة قام بها (2013) Campbell et al., على خمسة أصناف من المشمش تراوحت قيم البيتاكاروتين من 7174.5 حتى 1041.7 ميكروغرام/100 غرام. وتعزى هذه الإختلافات في قيم البيتاكاروتين إلى إختلاف العوامل الوراثية والبيئية وظروف الزراعة ودرجة النضج (Rodriguez-Amaya, 2010).

تحوي ثمار الفاكهة على أكثر من 85% من وزنها ماء، وتعد عملية نزع الماء الموجود في الثمار بنسبة 25% حتى 50% بالطريقة الأسموزية (التناضحية) دون تغيير في حالة الثمار، وينعكس إيجابياً على جودة المنتجات المصنعة، وبذلك تصبح جاهزة لعمليات التجميد أو التجفيف أو التجفيف تحت التفريغ أو التجفيد اللاحقة. (Moazzam Rafiq Khan, 2012)، ويعتبر Pointing and coworkers 1966 أول الباحثين في الضغط الأسموزي.

خلال المعالجة بالضغط الأسموزي: يتم حدوث انتقال تيارين في وقت واحد وبشكل متزامن، التيار الأول والرئيس: هو تدفق الماء الموجود داخل العينات إلى وسط الضغط الأسموزي، والتيار الثاني: هو انتشار عامل الضغط الأسموزي في الاتجاه المعاكس والذي ينتقل من الوسط إلى المنتج، كما هو موضح في الشكل رقم 3



الشكل 3 آلية الضغط الأسموزي ونقل الكتلة (Shi and Xue, 2009)

ويوجد تدفق آخر لا يؤخذ بعين الاعتبار وهو حركة الفيتامينات، والأحماض العضوية، والسكريات، والأملاح المعدنية والتي تتدفق من الغذاء إلى الوسط الأسموزي، على الرغم من أن هذا التدفق لا يكون بكمية كبيرة في نقل الكتلة إلا أنه يمكن أن يؤثر في القيمة الغذائية للمنتج النهائي والخصائص العضوية للمادة الغذائية (Lazarides, 2001; Khin et al., 2005).

تتضمن تقانة الضغط الأسموزي غمر الأغذية في محاليل الضغط الأسموزي المختلفة: كالمحاليل الملحية، والكحولات، والنشاء، والمحاليل السكرية المختلفة (Erle and Schubert, 2001)، وتعد المحاليل السكرية (السكروز، الغلوكوز، والفركتوز) سهلة الانتشار ومرغوبة جداً من ناحية الخواص الحسية للمنتج النهائي مقارنة مع المنتج الطازج.

ولهذه التقانة العديد من الفوائد (U. D. Chavan, and R. Amarowicz., 2012):

1- الحد من تأثير درجة الحرارة على المادة الغذائية، مما يعطي لون أفضل ويحافظ على مركبات النكهة، والحصول على منتج ذو خصائص حسية متفوقة، وذو قوام أفضل، ومنع الاسمرار الإنزيمي، وزيادة من ثباتية المنتج النهائي.

2- تعد تقانة بسيطة، اقتصادية توفر في الطاقة، بحوالي 2-3 مرات مقارنة مع طرائق الأخرى، وتقلل من حجم المنتجات وبالتالي توفر في التكلفة الاقتصادية لتجهيزات النقل والتخزين.

ثمة العديد من المتغيرات التي تؤثر في العملية الأسموزية (Rastogi et al. 2002: Phisut, N., 2012)، أهمها:

1. نوع العامل الأسموزي: وهو عامل مهم جداً لتحديد درجة أو معدل الانتشار، ومن المواد شائعة الاستخدام عادة هي: السكروز، والغلوكوز، والسوربيتول، والغلسيرول، وشراب الغلوكوز، وشراب الذرة، وسكر أحادي الفركتوز...الخ. عموماً فإن المحلول أو عامل الضغط الأسموزي منخفض الوزن الجزيئي أسهل في اختراق الخلية الخلوية مقارنة مع المحلول الأسموزي مرتفع الوزن الجزيئي (Andrzej L. 2014).
2. تركيز العامل الأسموزي: درس Lazarides et al., (1995) تأثير تراكيز مختلفة من محاليل السكروز (45%، 55%، 65%) في عملية نقل الكتلة خلال الضغط الأسموزي لشرائح للتفاح، أشارت النتائج إلى أن زيادة تركيز السكروز أدت لزيادة فقد الماء وكسب المواد الصلبة خلال المعاملة أسموزياً وهذه النتائج توافقت مع ما توصل إليه Falade et al., (2007)
3. درجة حرارة الوسط خلال الضغط الأسموزي: من المُسلّم به أن الانتشار هو ظاهرة فيزيائية تعتمد على درجة الحرارة. (Kaymak-Ertekin, F. and Sultanoglu, M.2000) درس تأثير درجة حرارة نقل الكتلة على السلوك الأسموزي لثمار التفاح باستخدام محلول السكروز 60% وعند درجات حرارة مختلفة (20، 30، 40، 50) مْ، ازداد فقد الماء مع ارتفاع درجة الحرارة في حين لم يكن هناك تغير معنوي في المادة الصلبة الذائبة، وازدادت عملية كسب الكتلة عند درجة حرارة أعلى من 50 مْ.

ثانياً- الدراسات السابقة:

1. **في دراسة قام بها Sartaj Ali et al., (2013)** بلغت نسبة المادة الصلبة الذائبة الكلية أعلى قيمة في الصنف Halman 23% في حين كانت 12% في الصنف Mirmalik، وفي دراسة أخرى قام بها Milosevic et al., (2010) لمجموعة من الطرز الوراثية المبشرة خلال مراحل النضج المختلفة تراوحت قيم المادة الصلبة الذائبة الكلية عند مرحلة النضج النهائي بحدود 15.72- 18.11%.
2. **في دراسة قام بها Ispir and Togrul., (2009)** لتأثير نقل الكتلة خلال الضغط الأسموزي لثمار المشمش باستخدام عدة محاليل سكرية: (السكروز، والغلوكوز، والفركتوز، والمالتوز، والمالتودكسترين، والسوربيتول) لاحظا أن أعلى قدرة على فقد الماء كانت عند استخدام السكروز، وأقل قدرة على فقد الماء كانت باستخدام محلول السوربيتول، ومن ناحية أخرى فإنّ أعلى قدرة على كسب المادة الصلبة كانت باستخدام المالتودكسترين، وأقل قدرة على كسب المادة الصلبة كانت باستخدام الفركتوز.
3. **وفي دراسة أخرى قام بها El-Aouar et al., (2006)** لدراسة تأثير نوع العامل الأسموزي (السكروز، شراب الذرة) في نقل الكتلة خلال الضغط الأسموزي لثمار البابايا، تفوقت العينة المعاملة أسموزياً بمحلول السكروز في القدرة على فقد الماء وكسب المواد الصلبة بشكل أكبر مقارنة مع العينات المعاملة بمحاليل من شراب الذرة. ولدى مقارنة تأثير السكروز والفركتوز أحادي السكريد في الضغط الأسموزي لقطع التفاح (Matusek et al.,

2008) فإن كسب المواد الصلبة في وسط الفركتوز أحادي السكريد كان أقل من النصف مقارنة مع كسب المواد الصلبة في السكروز، وهذا يعود إلى أن الوزن الجزيئي للفركتوز أعلى مقارنة مع السكروز مما أدى لانخفاض في معدل الانتشار.

4. **وفي دراسة قام بها Pattanapa., (2010)** لتأثير مزائج مختلفة من السكروز والغلسيرول في نقل الكتلة خلال الضغط الأسموزي للماندرين، بعد تقشيرها وغمرها في محاليل محضرة مسبقاً من 60% سكروز + 60% غلسيرول بالمعدلات التالية: 1:9، 2:8، 3:7، 4:6، 5:5 وزن/وزن، وأشارت النتائج إلى أنّ أعلى فقد في الماء كان عند الاستخدام بمعدل 5:5، وذلك لأن الغلسيرول يملك وزن جزيئي أقل من الوزن الجزيئي للسكروز، كما أنّ زيادة كمية الغلسيرول أدت لزيادة الانحدار في الضغط الأسموزي، وبالتالي تحدث زيادة في فقد الماء. فضلاً عن أن انخفاض حجم جزيئات المحلول يمكن أن تحسن من كسب المواد الصلبة.
5. **Ispir and Togrul., (2009)** درسا نقل الكتلة خلال الضغط الأسموزي للمشمش، إذ غُمرت ثمار المشمش في محاليل سكرية بتراكيز مختلفة (40%، 50%، 60%)، وأشارت النتائج إلى أن زيادة تركيز المحلول الأسموزي أدت لزيادة الضغط الأسموزي وبالتالي زيادة معدل فقد الماء وكسب المواد الصلبة. علاوةً على ذلك فإن بعض الدراسات أشارت إلى أن زيادة تركيز العامل الأسموزي لا يحسن من كسب المواد الصلبة، Giraldo et al., (2003) درس نقل الكتلة لثمار المانغو عند درجة حرارة 30 مْ، وبتراكيز مختلفة (35%، 45%، 55%، 65%)، أشارت النتائج إلى أنّ معدل فقد الماء ازداد عند زيادة تركيز السكروز عن 40 بريكس، في حين لم يظهر هذا التأثير عند 55، و65 بريكس.
6. **Falade et al., (2007)** درس تأثير درجة حرارة الوسط الأسموزي على فقد الماء وكسب المادة الصلبة في شرائح البطيخ الأحمر المغمورة في وسط تركيزه 50%، إذ كان أعلى فقد للماء وكسب للمادة الصلبة عند درجة حرارة 40 مْ مقارنة مع درجتي الحرارة (20-30) مْ. وكذلك Ispir and Togrul., (2009) لدى معاملة ثمار المشمش في محلول من السكروز 40% عند درجات حرارة 25، 35، 45 مْ، أشارت النتائج إلى أنّ درجة الحرارة أدت لزيادة في معدل نقل الكتلة خلال الضغط الأسموزي، إذ تزيد درجة الحرارة من معدلات التفاعلات الكيميائية وعملية نقل الكتلة بشكل أفضل، كما أن لزوجة المحلول تنخفض وكفاءة انتشار الماء تنخفض مع ارتفاع الحرارة.
7. **R. Andreotti et al., (1983)., P.P. Lewicki et al., (2000)., F. Nsonzi and H.S. Ramaswamy, (1998)** أشاروا بأن درجة الحرارة 45 مْ هي الدرجة المثلى لتجفيف الأسموزي لكل من الكرز والخوخ في محلول الغلوكوز أو محلول الغلوكوز – الفركتوز.
8. **في دراسة أخرى قام بها R. Garcia وزملاءه عام 2010** أوصوا خلالها بأن درجة الحرارة 20 مْ هي الدرجة المثلى لمحلول الضغط الأسموزي لثمار المشمش، والدرجة 60 مْ هي الدرجة المثلى للموز، ومع ذلك فإن درجة الحرارة المثالية تتعلق بتركيز الوسط ورقم الحموضة pH (P. Lewicki and E. Mazur, 1995).
9. **في دراسة أخرى قام بها H. Kowalska., (2000)** توصل خلالها بأن درجة الحرارة 50 مْ هي الدرجة المثلى لتجفيف ثمار الفريز والكرز في محاليل من الغلوكوز والسكروز وشراب النشاء، في حين قام (F. Nsonzi and H.S. Ramaswamy., 1998) بتجفيف العنب أسموزياً عند درجة حرارة 37 -60 مْ وبتراكيز محاليل من السكروز 47-70%.

3- مواد وطرائق البحث.

أولاً: مواد البحث: المواد الرئيسية في البحث: ثمار المشمش من السوق المحلية في مدينة حلب تم الحصول عليها من السوق المحلية:

1. ثمار المشمش: استخدمت ثمار المشمش من الصنف الفرنسي عند درجة النضج التقني لموسم 2019، والذي يتميز بثمار كبيرة الحجم، ولون برتقالي مصفر يخلو من الاخضرار، إذ لا يقل قطر الثمرة عن 3 سم، والمتميز بطعمه الحلو المائل للحموضة الخفيفة والمتحمل للعمليات التصنيعية، وذو اللب الشحمي، والبذرة حلوة غير اللاصقة، والخال من الإصابات الفطرية والمواد الضارة بالصحة، ويبلغ متوسط وزن الثمرة الواحدة حوالي (28.48 غ)، وتبلغ نسبة الجزء المأكول للّب حوالي (3/2)%. كما استخدمت العديد من المواد الكيميائية الموجودة في المخبر مثل: NaOH (شركة SCP)– DPPH – 2, 6-Diclorophenolindophenol(شركة SRL).

مركبات عيارية: ألفا كاروتين – بيتا كاروتين من إنتاج شركة CAYMAN الألمانية، حمض غاليك، من إنتاج شركة Merck، حمض أسكوربيك من إنتاج شركة Prolabo.

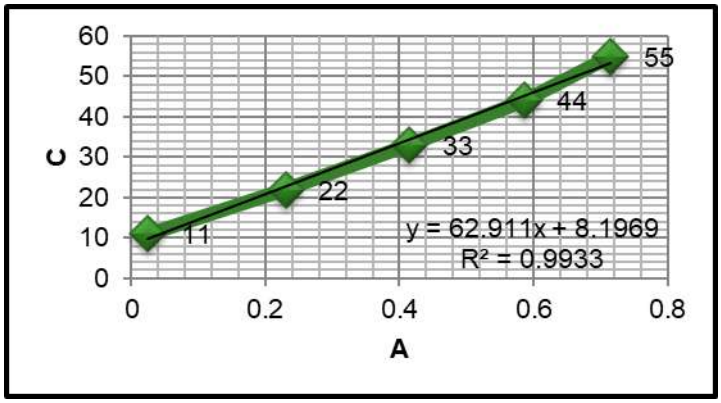
الشكل 4 الستاندرات القياسية (α-carotene, β-carotene).

ثانياً- طرائق البحث:

دُرس التركيب الكيميائي لثمار المشمش قبل البدء بدراسة الضغط الأسموزي، ومن ثم قطعت الثمار إلى أنصاف ونزع النوى، ومن ثم بالمعاملة بالمحاليل الأسموزية، وذلك بغمر الثمار في محاليل السكروز، بتراكيز (40-50-60%) (وزن/وزن)، وعند أربع درجات حرارة (30-40-50-60 مْ)، ودُرست نسبة الثمار إلى المحلول (1:5-1:10-1:15)، حدّدت نسبة الثمار إلى المحلول (10:1) بمعدل ثابت وذلك لتجنب تأثير الانحلال المعنوي للوسط من خلال الماء المزال، غُمرت الثمار في المحاليل الأسموزية ضمن أوعية زجاجية بسعة 3 ليتر وغُطّيت الأوعية بغطاء بلاستيكي لتجنب فقد الرطوبة خلال التجربة، ووضعت ضمن حمام مائي للمحافظة على درجة حرارة ثابتة، استمر الغمر في المحاليل الأسموزية لمدة 12 ساعات متتالية، درست حركية الضغط الأسموزي من خلال دراسة معدل فقد الماء وكسب المادة الصلبة (السكر)، ثم أخذت الثمار من الأوعية، ونقلت إلى ورق الترشيح للتخلص من الرطوبة الظاهرية السطحية لها، جففت الثمار عند درجة حرارة الغرفة (25 مْ) حتى الوصول إلى محتوى رطوبي يتراوح من 8-13%، وبلغ زمن التجفيف الكلي 8 ساعات، ومن ثم عبّأت تحت التفريغ وخزّنت عند درجة حرارة الغرفة، ثم أخذت القراءات بمعدل 3 مرات، وأُخذ متوسطها الحسابي.

4- ثالثاً- الاختبارات المجراة في البحث:

1. **قياس المواد الصلبة الذائبة الكلية Brix**%: قيست المادة الصلبة الكلية باستخدام ريفراكتوميتر رقمي ماركة Atago RX5000 موديل (Atago Co, Ltd., Japan) عند درجة حرارة 20 مْ، وتم التعبير عن النتائج بدرجة البريكس. (AOAC, 2002).
2. **تقدير النسبة المئوية للرطوبة:** قدرت النسبة المئوية للرطوبة عند درجة حرارة 105 °م، ولحين ثبات الوزن (AOAC, 2002).
3. **تقدير الرماد:** عند درجة حرارة 525°م، حتى ثبات الوزن باستخدام مرمدة من نوع Heraeus (AOAC, 2002).
4. **تقدير الحموضة الكلية TA:** بالمعايرة بمحلول NaOH 0.1 عياري، مقدرة على أساس حمض الماليك (AOAC, 2000).
5. **تقدير رقم الحموضة pH:** باستخدام جهاز Inolab 730, (Germany) الذي يعدل القراءة آلياً عند درجة حرارة 20 مْ، وذلك بعد معايرته بمحلول قياسي عند 7.0 pH و4.0 pH.
6. **تقدير كمية السكريات المختزلة والكلية:** باستخدام طريقة Lane &Eynon وذلك بالمعايرة بمحلول فهلنغ (AOAC 2002).
7. **تقدير كمية فيتامين C:** بطريقة المعايرة بصبغة 2, 6-Diclorophenolindophenol
8. **قياس اللون:** تم قياس اللون بالطريقة المعتمدة من قبل الهيئة العالمية للإضاءة Commission International de l`Ecclairage (CIE): إذ أن L* تعبر عن لمعان العينة من 0 (أسود)- 100 (أبيض). وقيم –a* إلى +a* تعبر عن تغير اللون من الأخضر إلى الأحمر، بينما قيم –b* حتى +b* تشير للمجال من الأزرق إلى الأصفر. قيم الـ Chroma (C)، تم حسابها $C = (a^{*2} + b^{*2})^{1\backslash 2}$. والتي تشير إلى شدة أو كثافة اللون. أما زاوية Hue فإنها تقاس وفقاً (b*/a*) $H = \arctan$وتعكس مظهر اللون (تدرج اللون) و $\Delta E = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$التي تعطي فروق اللون الكلية.
9. **تقدير الأنثوسيانينات:** قدرت كمية الأنثوسيانينات باستخدام طريقة الـ pH التفريقية حسب (Rapisarda, P. et al., 1994)، والقياس عند طول موجة 700 نانومتر عبر عن النتائج بـ mg/L of cyanidine-3-glucoside.
10. **تقدير الفينولات الكلية TPC**: قيست الفينولات الكلية باستخدام طريقة فولين- سيوكالتيو Folin–Ciocalteu (Andrew L. Waterhouse, 2002) إذ يتكون كاشف فولين – سيوكالتيو من مزيج من حمض فوسفو مولبيدينيك (H3PMo12O40) وحمض فوسفو تنغستينيك (H3PW12O40)، إذ يؤكسد كاشف فولين- سيوكالتيو المركبات الفينولية في وسط قلوي ذو قيمة pH 11.5 بوجود كربونات الصوديوم، ويُرجع الكاشف بدوره إلى مزيج من أكسيدي التنغستين والموليبدين (W8O23, Mo8O23) فيتغير لونه من الأصفر إلى اللون الأزرق الذي تتناسب كثافته مع تركيز المركبات الفينولية. قُدرت الفينولات الكلية على أساس حمض الغاليك. إذ تمّ تحضير سلسلة عيارية من حمض الغاليك. وقيست لها الامتصاصية ومن ثم رُسم المنحني العياري (الشكل34)، وحُسبت الفينولات الكلية. ثم قيست الامتصاصية ضمن المجال 300-900 nm عند طول موجة 765 nmإذ يكون المحلول بلون أزرق فاتح/بنفسجي باستخدام جهاز السبيكتروفوتومتر.



الشكل 5 المنحنى العياري لسلسلة حمض الغاليك.

11. **تقدير الكاروتينات الكلية:** تم تحديد الكاروتينات الكلية باستخدام (1986) ,.Rangana مع تعديلات طفيفة، طحنت خمسة جرام من لب ثمار المشمش مع الأسيتون في هاون، ونقل المستخلص إلى قمع مخروطي الشكل بشكل واستمرت عملية سحق ثمار المشمش بالأسيتون حتى أصبحت البقايا عديمة اللون، نقلت المستخلصات التي جمعت نقلاً كمياً إلى قمع الفصل وأضيف 25 إلى 30 مل من البترول إيتر(Petroleum Ether) مع 5-10 مل من 5٪ كبريتات الصوديوم Sodium Sulphate، استخدم بترول إيتر بشكل متكرر حتى انتقلت كل الألوان إلى طبقة البترول إيتر، تم نقل الطبقة العليا إلى دوق حجمي وتم إكمال الحجم إلى 50 مل مع البترول إيتر، أخذ 30 مل منها لقياس الامتصاصية عند 452 نانومتر باستخدام مقياس الطيف الضوئي SPECTROPHOTOMETER من لتقدير الكاروتينات الكلية، ومن ثم تم تجفيف 20 مل المتبقية باستخدام المبخر الدوار، وتم تخزينها بالبراد لحين إجراء قياسات HPLC، تم إعادة تكوين كل عينة باستخدام 2 مل من TBME (Tetra butyle methyl ether)ورشحت من خلال مرشحات الحقن (0.45 ميكرومتر) لتحليل HPLC وقدرت الكاروتينوئيدات الكلية باستخدام الصيغة التالية:

$$\boldsymbol{Total\ Carotenoids} = \frac{\boldsymbol{3.85 * O.D.* Volume\ made * 100}}{\boldsymbol{weight\ of\ sample * 1000}}$$

12. تقدير بيتا كاروتين β carotene وألفا كاروتين α-carotene:

وقدر بيتا كاوتين وألفا كاروتين وفقاً لطريقة (2003) ,.Stoll et al، باستخدام جهاز كروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء HPLC (SHIMADZU-SPD-10AV)، بعد إجراء محاولات كثيرة للوصول إلى أفضل الشروط الكروماتوغرافية لعملية الفصل والتحديد وكاشف UV-VIS DETECTOR العمود المستخدم من نوع (C18)، والطور المتحرك (المذيب A والمذيب B). المذيب A: (ميتانول/أستونتريل/ماء ثنائي التقطير) (2/14/84) (ν/ν/ν)، والمذيب B (TBME): تم تحضير الطور المتحرك بمزيج من المذيبين (A %80) و(B 20%) فتم تحضير الطور المتحرك، ومن ثم نقل إلى جهاز الأمواج فوق الصوتية لطرد الغازات عند درجة حرارة المخبر لمدة 15 دقيقة، تم ضبط معدل التدفق 1 مل/دقيقة، عند طول موجة 450 نانومتر، ومن خلال مقارنة القمم المتحصل عليها ومقارنتها مع قيم الستاندرات القياسية المحضرة والمحقونة مسبقاً عبر سلسلة من التراكيز (0.2-0.4-0.6-0.8-1 ملغ/100مل) تم حساب زمن الانتشار Retention Time وتحديد تركيز بيتا كاروتين وألفا كاروتين معبراً عنها µg/100g

الشكل 6 مراحل استخلاص الكاروتينات

13. **تقدير النشاط المضاد للأكسدة:** تم قياس الفعالية المضادة للأكسدة بتطبيق طريقة (2،2- ثنائي فينيل 1،1- بيكريل هيدرازيل) DPPH الذي يتفاعل مباشرة مع الجذور الحرة البيروكسيدية ويوقف التفاعلات السلسلية من الاستمرار (Molyneux, 2004)

14. **تحديد العناصر المعدنية:** (K-Ca- Mg- Zn) باستخدام جهاز تحليل طيف الامتصاص الذري من إنتاج شركة BIOTECH نموذج PHOENIX باستخدام تقانة اللهب بوجود غاز الإستيلين عالي النقاوة كغاز مشتعل والهواء كغاز مؤكسد.

15. حساب مؤشرات حركية نقل الكتلة خلال الضغط الأسموزي (Ozen, B.F et al., 2002):

- حساب معدل فقد الماء :WL

$$\mathrm{WL}\ g/100g = \frac{(Wo - Wt) + (St - So)}{Wo} * 100$$

- حساب معدل كسب المادة الصلبة: SG

$$\mathrm{SG}\ g/100g = \frac{(St - So)}{Wo} * 100$$

إذ أن: W_o الوزن الأولي لثمار المشمش، W_t وزن ثمار المشمش خلال المعاملة الأسموزية عند الزمن (دقيقة).

S_o المادة الجافة لثمار المشمش قبل المعاملة الأسموزية، S_t المادة الجافة لثمار المشمش خلال المعاملة الأسموزية عند الزمن (دقيقة).

16. تقدير السكريات باستخدام كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة: (Souly Farag, 1978)

تحضير محلول كاشف الإظهار:

أذيب 2 غرام من بلورات الفينول في محلول الكحول الايتيلي وحمض كبريت بنسبة مزج حجمية (5: 95).

تحضير المحاليل العيارية للسكاكر:

حُضرت سلسلة من المحاليل العيارية للسكاكر في الإيتانول 70% وفق التراكيز المعروضة في الجدول رقم (2)

الجدول 2 المحاليل العيارية للسكريات

المركب	التركيز W%			
سكروز	0.05	0.10	0.20	0.40
غلوكوز	0.80	1.00	1.20	1.60
فركتوز	0.10	0.20	0.40	0.60

تم حقن من كل محلول عياري 2 ميكروليتر على الطبقة الرقيقة وجففت البقع عند درجة حرارة 65مئوية لمدة 15دقيقة، ثم وضعت في حوض الفصل، محكم الإغلاق، والمشبع ببخار الطور الطارد المكون من كلوروفورم وحمض الخل والماء بنسب حجمية 30 :35 :5 وتُرك الطور الطارد ليتحرك مسافة 120mmواستغرق ذلك

حوالي 60 دقيقة، ثم رفعت الطبقة الرقيقة من الحوض وجففت عند الدرجة 65مئوية لمدة 15دقيقة، ثم أعيدت الطبقة الرقيقة من جديد إلى حوض الفصل وترك الطور الطارد ليتحرك مسافة 120mmواستغرق ذلك حوالي 30 دقيقة، ثم رفعت الطبقة الرقيقة من الحوض وجففت عند الدرجة 65مئوية لمدة 15دقيقة، بعدها تم تعريض الطبقة لرذاذ محلول كاشف الإظهار، ثم وضعت في فرن التجفيف عند الدرجة 110 مئوية لمدة 10 دقائق فظهرت البقع بلون وردي مميز.

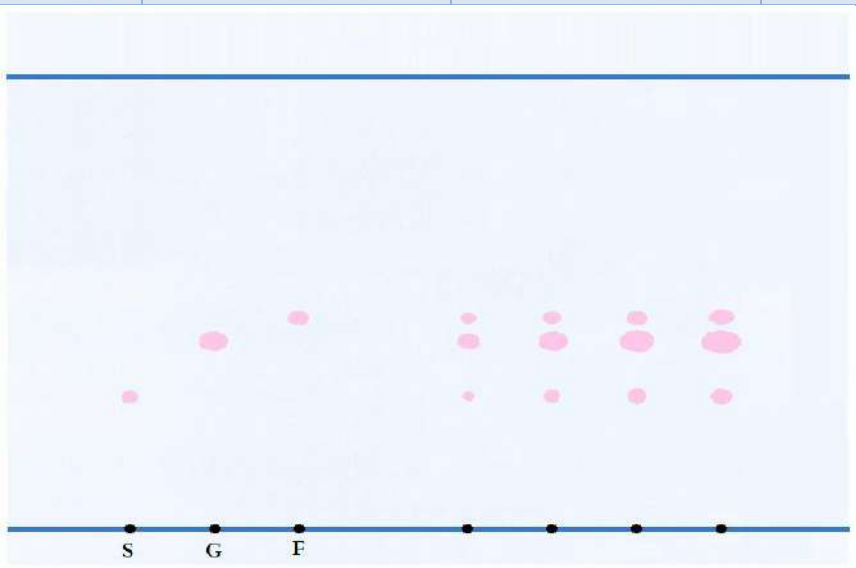
قيست شدة الانعكاس للبقع على الطبقة الرقيقة باستخدام جهاز ماسح الكثافة اللونية، وحسبت مساحات القمم لكل مركب في المحاليل العيارية وفي العينات، من الكروماتوغرامات الناتجة، وحسبت وفقها تراكيز السكريات المدروسة.

- العمل مع محاليل العينات:

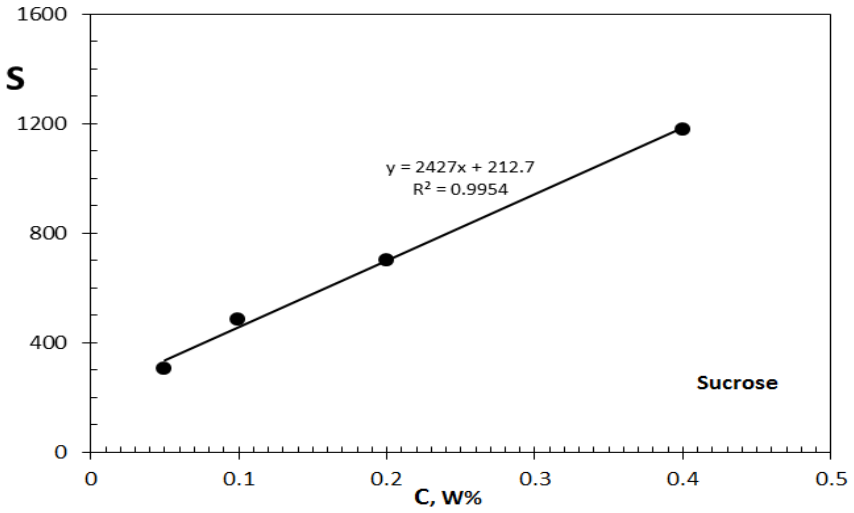
تم تمديد العينات بأخذ 1 مل من خلاصة العينات إلى حجم مناسب من محلول الإيتانول 70%، وحقن من كل عينة كمية 2 ميكروليتروأجريت عملية الفصل كما أجريت مع المحاليل العيارية الموضحة في الجدول 3.

الجدول 3 المحاليل العيارية

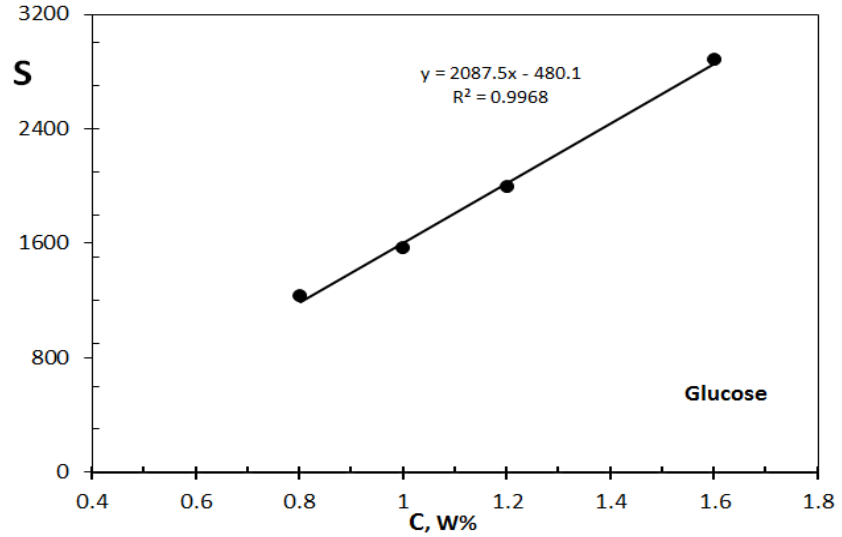
المركب	سكروز	غلوكوز	فركتوز
معامل التأخير R_f	0.304±0.004	0.428±0.004	0.472±0.004



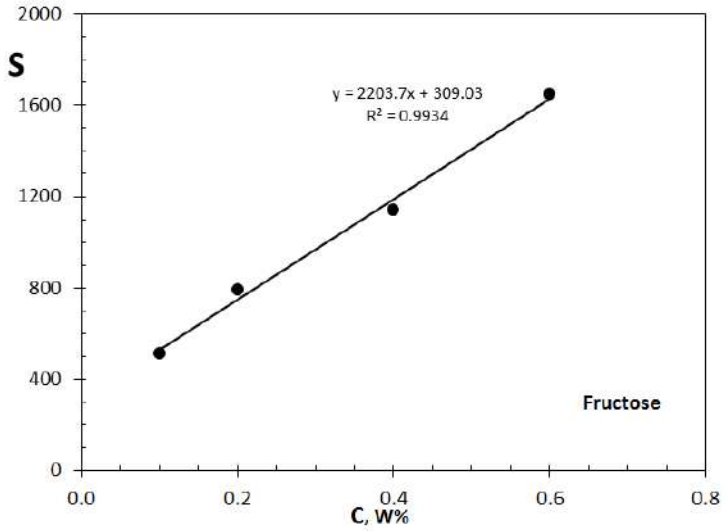
الشكل 7 طبقة رقيقة من السليكا جل لفصل السكريات العيارية (السكروز – الغلوكوز- الفركتوز).



الشكل 8 المنحنى العياري لمساحة القمة بدلالة النسبة المئوية للسكروز



الشكل 9 المنحنى العياري لمساحة القمة بدلالة النسبة المئوية للغلوكوز



الشكل 10 المنحنى العياري لمساحة القمة بدلالة النسبة المئوية للفركتوز

4- مناقشة النتائج.

أولاً- الخواص الفيزيائية الكيميائية لثمار المشمش الطازج من الصنف الفرنسي:

لدى إجراء التحاليل المعتمدة في البحث على ثمار المشمش الطازجة ظهرت النتائج الموضحة في الجدول رقم 4

جدول 4 الخواص الفيزيائية الكيميائية لثمار المشمش الطازج من الصنف الفرنسي.

المكوّن	المتوسط	SD
المادة الجافة الكلية%	21.40	0.26
المواد الصلبة الذائبة الكلية Brix(%) وزن/ وزن.	17.10	0.006
النشاط المضاد للأكسدة%	46.55	0.03
الكاروتينات الكلية (B- carotene) ملغ/ 100غ	20.16	0.01
β- Carotene (ملغ/100 غ)	14.50	0.01
α-Carotene (ملغ/100 غ)	2.11	0.01
فيتامين C (ملغ/100 غ)	17.22	0.20
السكريات الكلية%	14.50	0.43
السكريات المختزلة%	13.42	0.37
الحموضة الكلية% (حمض الماليك)	1.32	0.02
pH	4.60	0.00
الفعالية المائية Wa	0.98	0.00
الرماد%	0.77	0.02
SS/TA	12.95	0.00
K ملغ /كغ	3849	0.14
Ca ملغ /كغ	245	0.06
Mg ملغ /كغ	671.33	0.03
Zn ملغ /كغ	0.27	0.00

Tss المادة الصلبة الذائبة الكلية، TA الحموضة الكلية.

تبين معطيات الجدول 4 أن المادة الجافة لثمار المشمش الفرنسي الطازجة بلغت 21.40%، وقيمة المواد الصلبة الذائبة الكلية فيها 17.10%، ونسبة الحموضة 1.32%، وكانت نسبة SS/TA 12.95 مما ينعكس إيجاباً على تناسق الطعم والمذاق المميز لثمار المشمش، ويستفاد من ارتفاع المادة الجافة والمواد الصلبة الذائبة الكلية من إمكانية استخدام ثمار المشمش في عمليات التجفيف والتصنيع، وهذا يتوافق مع ما تواصل إليه (Elena Andreea POP et al., 2016).

تظهر معطيات الجدول غنى ثمار المشمش من الصنف الفرنسي في محتواها من الكاروتينات الكلية، فقد بلغت نسبة الكاروتينات 20.16 ملغ /100غ مما أكسب الثمار اللون والبرتقالي المميز للثمار، وبلغت قيمة β-Carotene 14.50 ملغ/100غ، أي ما يعادل 70% نسبة الكاروتينات الكلية، وكمية ضئيلة من α-Carotene، في حين بلغ النشاط المضاد للأكسدة للثمار الطازجة 46.55% مما انعكس إيجاباً على القيمة الغذائية العالية للثمار وقدرتها على كبح الجذور الحرة ويعود هذا النشاط إلى ارتفاع محتوى الثمار من المركبات الفعالة بيولوجياً كالكاروتينات وفيتامين C، فضلاً عن غناها بالعناصر المعدنية كالبوتاسيوم والمغنيزيوم فقد بلغت 3849، 671.33 ملغم كغم$^{-1}$ على

التوالي، كما أظهرت الثمار محتوى منخفضاً من الزنك والحديد، وهذا يعود إلى الصنف والعوامل البيئية والشروط الزراعية من تسميد وري وغيرها.

جدول 5 قيم لون ثمار المشمش الطازج

مؤشر اللون	L*	a*	b*	ΔE	h	Chroma
ثمار المشمش الطازج	65.77	21.97	49.90	85.14	66.14	54.15
SD	0.01	0.03	0.11			

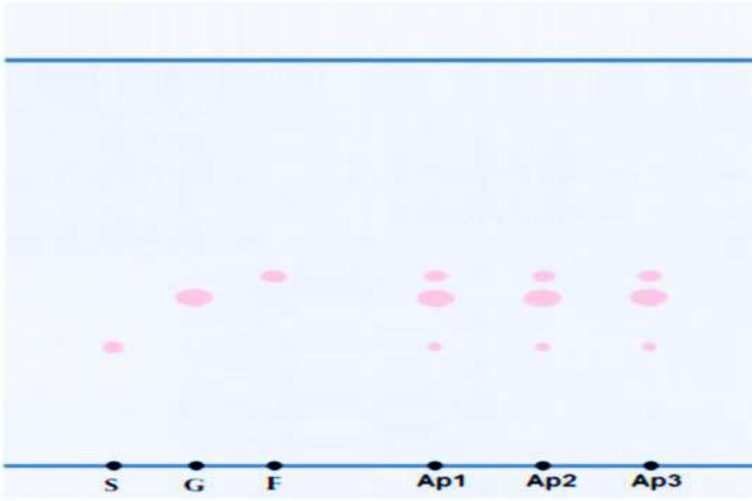
لدى دراسة مؤشرات لون ثمار المشمش الطازج ومن خلال معطيات الجدول 5 بلغت قيمة L* 65.77 مما يدل على لمعان اللون المميز للثمار، أما بالنسبة لرقم الـ a* فقد بلغ 21.97 مما يكسب الثمار اللون البرتقالي المميز لها.

أما بالنسبة لقيم الـ b* فقد بلغ 49.90 الذي يعبر عن اللون البرتقالي المصفر في حين بلغت قيمة الـ Chroma والتي تعبر عن كمية شدة اللون intensity 54.15.

- فصل وتحديد السكريات في ثمار المشمش الطازج:

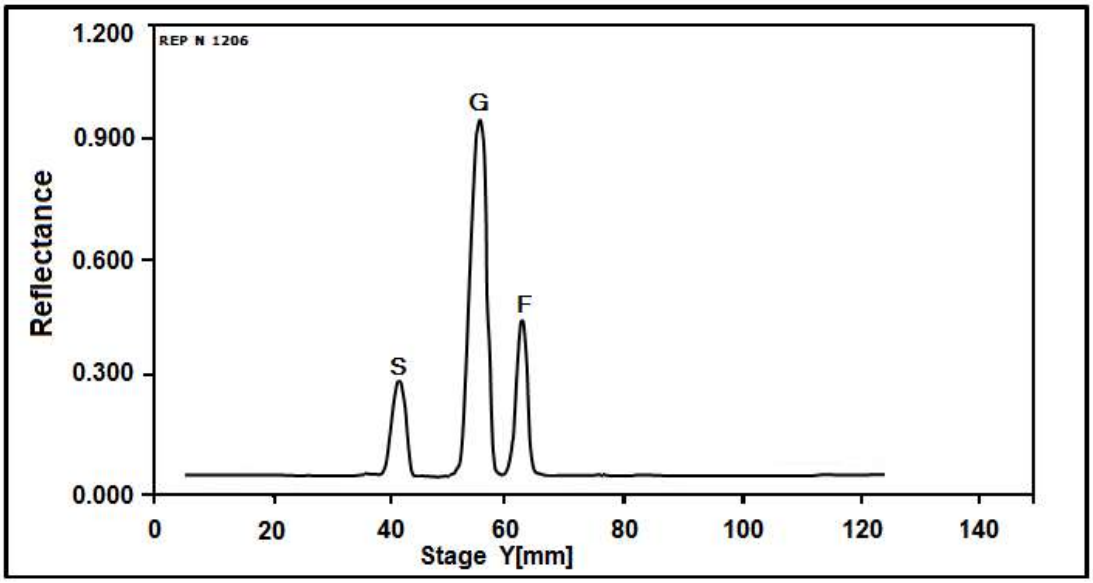
من خلال فصل السكريات باستخدام الطور الساكن: طبقة رقيقة من السيلكاجل سماكة 150 ميكروليتر، بأبعاد 20 *20 سم.

الطور المتحرك: المكون من كلوروفورم وحمض الخل والماء بنسب حجمية (5: 35: 30)

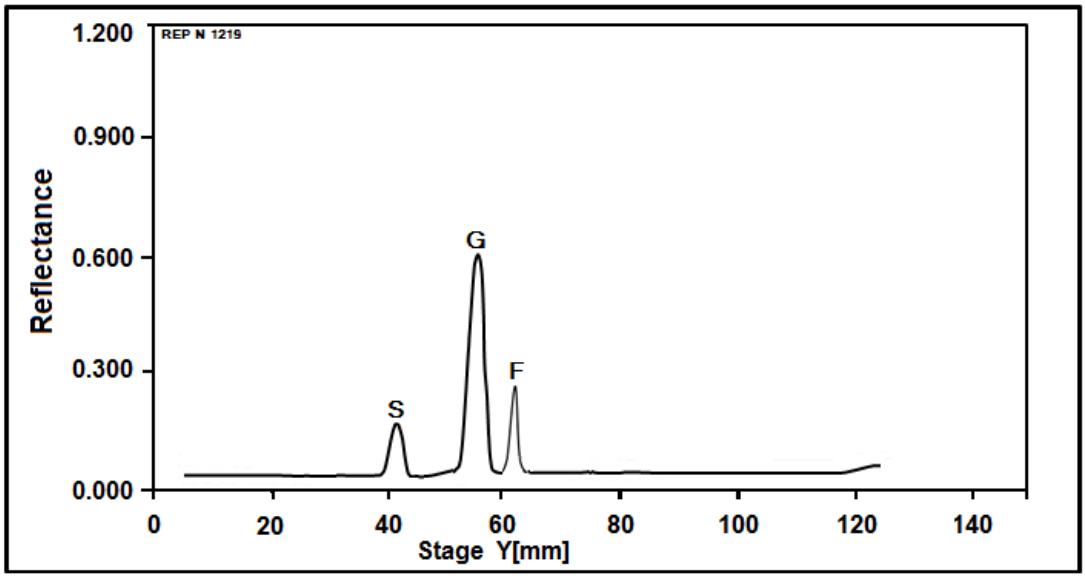


الشكل 11 طبقة رقيقة من السليكا جل لفصل السكريات في ثمار المشمش.

تم الفصل ببقع واضحة وغير مذيلة ومفصولة تماماً، وحصلنا على قمم واضحة ومتباينة بشكل جيد ومتناسبة مع التركيز كما هو موضح في الكروماتوغرام بالشكل 12



الشكل 12 منحني الكثافة اللونية لفصل مزيج عياري من السكريات سكروز، غلوكوز، فركتوز بتركيز (0.4%,1.6%,0.6%) على التسلسل



الشكل 13 منحني الكثافة اللونية لتحديد محتوى عينة ثمار المشمش الطازج من السكاكر سكروز، غلوكوز، فركتوز وكانت بتركيز (0.1%,1.01%,0.196 %) على التسلسل.

من خلال معطيات الشكل 13 وبإسقاط مساحة قيم العينات على المنحني العياري لكل سكر من السكريات المدروسة (سكروز – غلوكوز- فركتوز) نجد أن نسبة السكريات أن محتوى ثمار المشمش محتوى ثمار المشمش الطازجة من السكريات، إذ تميزت الثمار بارتفاع محتواها من سكر الغلوكوز وبلغت قيمته 10%، يليه الفركتوز 3%، ثم السكروز 1%.

ثانياً- دراسة تأثير المعاملة الأسموزية في المركبات الفعالة بيولوجياً:

1-2 تغيرات المحتوى الرطوبي والمادة الصلبة الذائبة ومعدل فقد الماء وكسب المادة الصلبة:

الجدول 6 تغيرات المحتوى الرطوبي والمادة الصلبة الذائبة ومعدل فقد الماء وكسب المادة الصلبة.

تركيز محلول السكروز (%)	درجة الحرارة مْ	المحتوى الرطوبي (%)	المادة الصلبة الذائبة الكلية Brix	فقد الماء (غ/100غ) من الثمار الطازجة.	كسب المادة الصلبة (غ/100غ)
الثمار الطازجة		78.60	17.10	---	---
%40	30	69.39a	29.75d	43.98 f	5.97e
	40	65.49b	38.25c	51.75g	7.63d
	50	62.35c	46.75a	65.30f	10.11b
	60	60.00d	47.00a	66.15e	11.41a
%50	30	62.11c	36.72c	65.30f	7.90d
	40	61.12c	48.11a	66.82e	9.80c
	50	57.35d	43.86b	70.17c	10.30b
	60	55.15e	43.97 b	68.40d	11.98a
%60	30	56.31e	45.22b	69.33d	9.63c
	40	50.16f	43.86b	74.57b	10.43b
	50	47.59g	46.92a	76.34a	11.31a
	60	46.14g	46.34a	76.12a	11.78a

يوضح الجدول 6 التغيرات في فقد الماء وكسب المادة الصلبة خلال المعاملة الأسموزية لثمار المشمش في تراكيز مختلفة من محاليل السكروز 40-50-60%، تفوقت الثمار المعاملة في محاليل السكروز 60% على باقي المعاملات 40% -50% في القدرة على فقد الماء وكسب المادة الصلبة، إذ تراوحت قيم فقد الماء خلال المعاملة بمحلول 60% من 69.33 غ/100غ حتى 76.12 غ/100 غ، وترافق ذلك مع ازدياد في معدل كسب المادة الصلبة من 9.63 غ/100 غ حتى 11.78 غ /100 غ، وتناقصت هذه القيم مع انخفاض تراكيز المحاليل المستخدمة، وهذا يعود إلى زيادة فقد الماء وكسب المادة الصلبة مع ازدياد قوة الضغط الأسموزي جراء زيادة التركيز (2007) ,.Falade, K.O.

كما لوحظ التأثير الإيجابي لزيادة درجة الحرارة في ازدياد معدل نقل الكتلة من خلال زيادة فقد الماء وكسب المادة الصلبة، إذ ازدادت طرداً مع زيادة درجة الحرارة، في جميع المعاملات 40-50-60%، ويعزى ذلك إلى أن ارتفاع درجة الحرارة يؤدي لانخفاض لزوجة المحاليل السكرية، مما يخفّض المقاومة الخارجية لسطح الثمار، وبالتالي يسرّع من عمليات نقل الكتلة (فقد الماء وكسب المادة الصلبة)، وتدفق الماء، وهذا يتوافق مع ما توصل إليه(Mundada et al., (2011): Ciurzy´nska et al., (2018

مما أدى إلى انخفاض المحتوى الرطوبي وازدياد محتوى المادة الصلبة الذائبة الكلية جراء زيادة درجة الحرارة، وهذا ما يفسر ظاهرة الضغط الأسموزي من خلال نزع الماء واستبداله بدخول المواد السكرية مما يزيد من المادة الصلبة الذائبة، إذ ازدادت بحوالي 30% بالمتوسط في مجمل المعاملات، رافقه انخفاض في المحتوى الرطوبي وصل حتى 33%، وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (2016) ,.Kaushal, P et al., (2015): Silva, K.S et al.

2-2 الخصائص الفيزيوكيميائية للمنتجات النهائية المجففة أسموزياً.

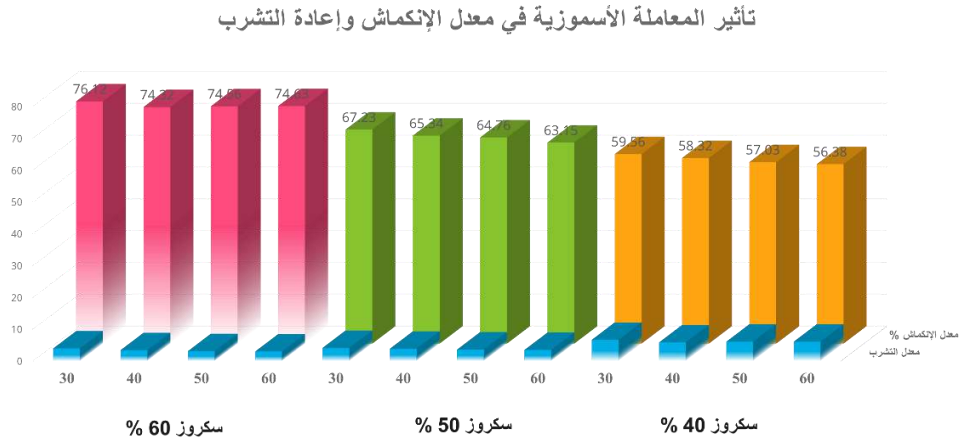
جدول 7 الخصائص الفيزيوكيميائية للمنتجات النهائية المجففة أسموزياً.

تركيز محلول السكروز (%)	درجة الحرارة مْ	المحتوى الرطوبي (%)	الفعالية المائية WA	معدل إعادة التشرب (%)	الانكماش (%)
الثمار الطازجة		78.60	0.98	---	---
%40	30	13.24a	0.36a	3.98	76.12
	40	12.42a	0.33a	3.43	74.32
	50	10.22b	0.33a	3.12	74.56
	60	10.00b	0.33a	3.01	74.63
%50	30	11.96c	0.34a	4.13	67.23
	40	10.20c	0.32b	3.87	65.34
	50	8.28d	0.31b	3.64	64.76
	60	8.11e	0.31b	3.50	63.15
%60	30	8.24e	0.30b	6.68	59.56
	40	8.46e	0.29b	5.87	58.32
	50	7.34f	0.29b	6.12	57.03
	60	7.21f	0.29b	6.10	56.38

من معطيات الجدول 7 تراوحت قيم الرطوبة بين 13.24% في الثمار المعاملة أسموزياً بمحلول السكروز 40% وعند درجة حرارة 30 مْ، و7.21% في الثمار المعاملة بمحلول السكروز 60% عند درجة حرارة 60 مْ، وتراوحت قيم النشاط المائي من 0.29 حتى 0.36 على التوالي، ولدى دراسة تأثير تركيز الوسط الأسموزي ودرجة الحرارة في معدل الرطوبة والنشاط المائي للثمار خلال التجفيف اللاحق بالحمل الحراري لوحظ تفوق الثمار المعاملة أسموزياً بتركيز 60% وعند درجة حرارة 60 مْ على باقي العينات، ولم يكن هناك فروقات معنوية في قيم الفعالية المائية في جميع المعاملات وكانت قيم الفعالية المائية دون 0.36 في جميع المعاملات، مما يعيق من نشاط ونمو الكائنات الحية الدقيقة وبالتالي يزيد من مدة صلاحية المنتجات المصنعة، مما يجعلها آمنة من الناحية الجرثومية.

ولدى دراسة تأثير المعاملة الأسموزية على مظهر الثمار ومعدل انكماشها من خلال تحديد حجم العينات وكثافتها، تشير النتائج إلى ازدياد معدل انكماش العينات خلال عمليات التجفيف اللاحقة، كما كان لتركيز الوسط الأسموزي تأثيراً معنوياً موجباً وقوياً في حماية الثمار من الانكماش خلال عمليات التجفيف اللاحقة مقارنة مع الثمار المجففة دون المعاملة الأسموزية إذ بلغت نسبة الانكماش حوالي 90.02% في الثمار المجففة عند درجة حرارة الغرفة وغير المعاملة أسموزياً، في حين تفوقت الثمار المعاملة أسموزياً في جميع التراكيز وعند جميع درجات الحرارة في الحفاظ على مظهر الثمار وتخفيض نسبة الانكماش حتى 56.38% أي ما يعادل حوالي 33.64% مقارنة مع الثمار غير المعاملة أسموزياً، كما كان لزيادة تركيز المحلول الأسموزي دوراً إيجابياً في الحفاظ على مظهر الثمار وحمايتها من الانكماش إذ انخفض معدل انكماش الثمار مع زيادة تركيز المحلول السكري، في حين لم يكن هناك تأثير معنوي لدرجة الحرارة المستخدمة في معدل انكماش الثمار، وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Biosci(2014)et al., خلال المعاملة الأسموزية لثمار السفرجل.

لدى دراسة تأثير معدل إعادة التشرب لقياس الضرر الناتج جراء عمليات التجفيف التي تعتمد بشكل أساسي على الهيكل والبنية الداخلية للثمار ولطريقة المعاملة، أشارت النتائج المتحصل عليها على التأثير الإيجابي للمعاملة الأسموزية في الحفاظ على هيكل الثمار وزيادة قدرتها على إعادة التشرب، اذ تفوقت الثمار المعاملة أسموزياً في قدرتها على إعادة التشرب في جميع المعاملات على الثمار المجففة غير المعاملة أسموزياً، كما تفوقت الثمار المعاملة بالمحلول الأسموزي ذو التركيز 60% على باقي المعاملات عند تركيزي 40-50%، وأدت المعاملة الحرارية المخفضة إلى الحفاظ على بنية الثمار وبالتالي زيادة قدرتها على إعادة التشرب، فكانت العلاقة عكسية بين درجة الحرارة وإعادة التشرب، فوفقاً لـ Okpala, L.C.; Ekechi, C.A., (2014) فإن زيادة معدل إعادة التشرب في الثمار يعد مؤشراً جيداً على جودة المجففات المصنعة نظراً لقدرة المسام على السماح بإعادة دخول الماء لداخل الخلايا.



الشكل 14 تأثير المعاملة الأسموزية في معدل انكماش الثمار وإعادة التشرب.

- تأثير المعاملة الأسموزية في بعض المركبات الفعالة بيولوجياً.

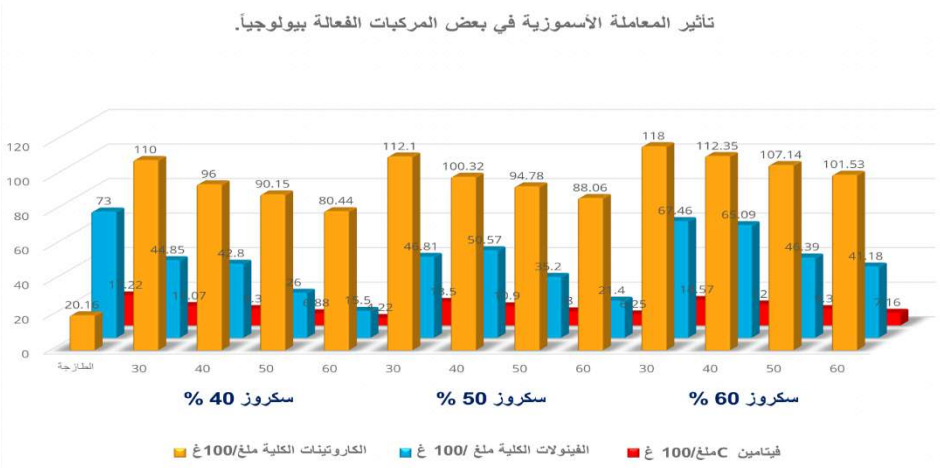
الجدول 8 تأثير المعاملة الأسموزية في بعض المركبات الفعالة بيولوجياً.

تركيز محلول السكروز (%)	درجة الحرارة مْ	الكاروتينات الكلية (ملغ/100غ)	الفينولات الكلية (ملغ/100غ)	فيتامين C (ملغ/100غ)	النشاط المضاد للأكسدة (%)
الثمار الطازجة		20.16a	73.00a	17.22a	46.55a
%40	30	110.00 b	44.85 b	11.07 b	21.60 b
	40	96.00 c	42.80 b	9.30 c	20.18 c
	50	90.15 c	26.00 c	6.88 d	17.60 d
	60	80.44 d	15.50 d	4.22 e	15.00 e
%50	30	112.10 b	46.81 b	13.50 b	25.60 b
	40	100.32 b	50.57 b	10.90 b	20.42 c
	50	94.78 c	35.20 c	8.00 c	19.21 d
	60	88.06 d	21.40 c	6.25 d	17.10 e
%60	30	118.00 b	67.46 b	14.57 b	26.90 b
	40	112.35 b	65.09 b	12.00 b	23.07 c
	50	107.14 b	46.39 c	9.30 c	20.43 d
	60	101.53 c	41.18 c	7.16 d	19.22 e

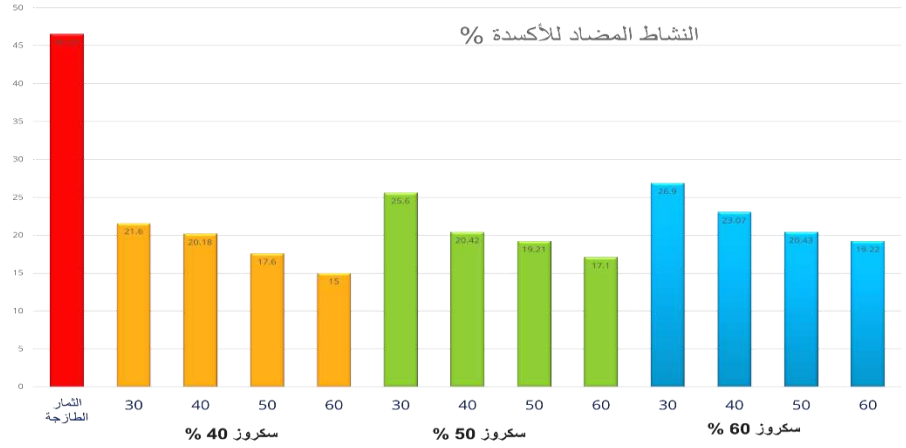
من معطيات الجدول 8 بلغت قيمة فيتامين C (حمض الأسكوربيك) في الثمار الطازجة 17.22 ملغ/100 غ، ولدى إجراء المعاملة الأسموزية تراوحت قيم فيتامين C من 4.22 ملغ/100غ حتى 14.57 ملغ/100غ في المعاملات، استطاعت المعاملة الأسموزية الحفاظ بشكل جيد على قيمة فيتامين C في مجمل المعاملات خلال مراحل التجفيف اللاحقة، كما لوحظ وجود فروقات معنوية مؤكدة إحصائياً عند مستوى معنوية 0.05 لتأثير تركيز المحلول السكري ودرجة الحرارة في الحفاظ على قيمة فيتامين C، إذ تفوقت التراكيز المرتفعة من المحلول السكري 60% في حماية فيتامين C من التخرب السريع خلال عمليات التجفيف اللاحقة، فكانت أقل قيمة لفيتامين C عند أقل تركيز 40% ودرجة حرارة 60 مْ والتي بلغت 4.22 ملغ/100غ، في حين تفوقت الثمار المعاملة بالمحلول السكري 60% وعند درجة حرارة 30 مْ فبلغت قيمة فيتامين C 14.57 ملغ/100 غ، يعود هذا الانخفاض إلى التأثير السلبي لانخفاض تركيز المحلول السكري في حماية فيتامين C من التدهور خلال عمليات التجفيف اللاحقة، بينما تفوق تركيز المحلول السكري 60% في الحفاظ على قيمة فيتامين C من خلال تشكيل طبقة خارجية على سطح الثمار أدت لحمايتها من التدهور خلال مراحل التجفيف اللاحقة، كما لوحظ التأثير السلبي لارتفاع درجة الحرارة على محتوى فيتامين C إذ انخفضت قيمة فيتامين C حتى 4.22 و6.25 و7.12 عند المعاملة الأسموزية عند رفع درجة الحرارة حتى 60 مْ في كل من المحاليل الأسموزية المستخدمة 40-50-60% على التوالي، وهذا يتوافق مع ما توصل إليه El-Ishaq, A., 2015 عند دراسة تأثير عمليات التصنيع في محتوى الثمار من فيتامين C.

بلغ محتوى الثمار الطازجة من المركبات الفينولية 73.00 ملغ/100غ، وتراوحت قيمتها من 15.50 ملغ/100غ حتى 67.41 ملغ/100غ بعد عملية التجفيف في الثمار المعاملة أسموزياً، يعود هذا الانخفاض إلى هجرة المركبات الفينولية من الثمار إلى الوسط الأسموزي الناجم عن القوة الدافعة التناضحية التي أدت لمرور تيار المركبات الفعالة من الثمار إلى الوسط المحيط، وتفوقت الثمار المعاملة أسموزياً في محلول 60% ودرجة حرارة 76.46 ملغ/100غ، وهذا يعود لتغليف الثمار بطبقة من المحلول الأسموزي التي استطاعت تخفيض الفقد من المركبات الفينولية، وحمايتها خلال عمليات التجفيف اللاحقة، في حين كانت أقل كمية في المركبات الفينولية عند المعاملة بمحلول السكروز ذو تركيز 40% ودرجة حرارة 60 مْ، وبلغت 15.50 ملغ/100غ.

لدى دراسة تأثير المعاملات الأسموزية في محتوى الثمار من الكاروتينات لوحظ سلوك مشابه للمركبات الفينولية إذ استطاعت المحاليل السكرية مرتفعة التركيز من الحفاظ على محتوى الثمار من الكاروتينات الكلية، بلغت نسبة الكاروتينات الكلية في الثمار الطازجة حوالي 20.16 ملغ/100غ، وتراوحت في الثمار المعاملة أسموزياً من 80.44 حتى 118 ملغ/100غ، وتفوقت الثمار المعاملة عند محلول 60% في الحفاظ على محتوى الثمار من الكاروتينات الكلية، إذ بلغت نسبة الحفاظ على الكاروتينات الكلية حتى 70% من إجمالي الكاروتينات الكلية، في حين لوحظ انخفاض محتوى الثمار من الكاروتينات عند استخدام التراكيز المنخفضة من السكروز 40%، كما أدى ارتفاع درجة حرارة الوسط إلى زيادة الفقد في الكاروتينات بسبب التأثير السلبي للمعاملة الحرارية على المركبات الفعالة بيولوجياً، كما انعكس ذلك سلباً على النشاط المضاد للأكسدة في المنتجات النهائية، إذ انخفض النشاط المضاد للأكسدة بشكل كبير في جميع المعاملات، ويعود هذا الانخفاض للفقد الناتج عن هجرة المركبات الفعالة بيولوجياً والمسؤولة عن النشاط المضاد للأكسدة، من خلال المعاملة الأسموزية ودرجة حرارة الوسط الأسموزي، وعمليات التجفيف اللاحقة، فضلاً عن عمليات التفكك الذاتي لبعض مضادات الأكسدة.



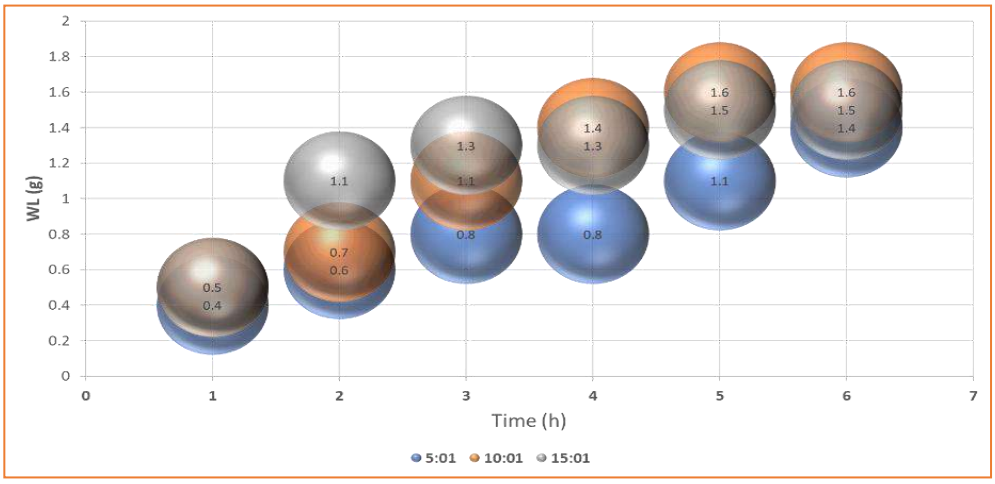
الشكل 15 تأثير تركيز الوسط الأسموزي ودرجة الحرارة في بعض المركبات الفعالة بيولوجياً.



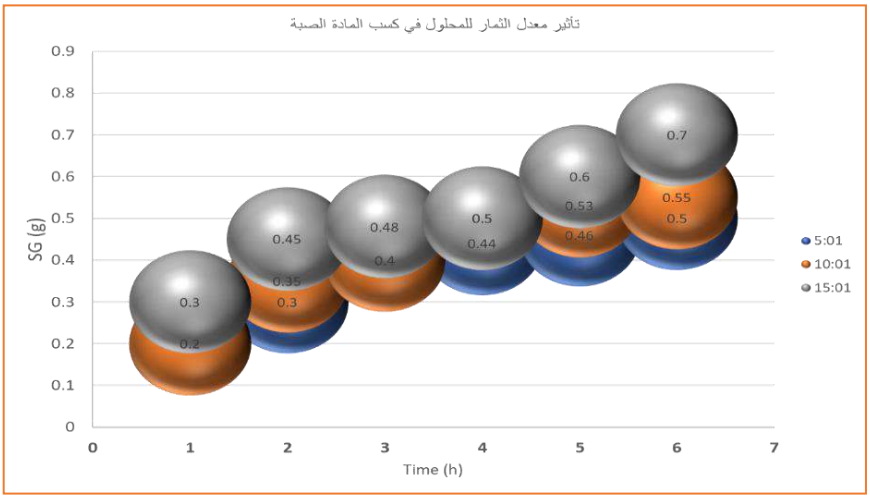
الشكل 16 تأثير تركيز الوسط الأسموزي ودرجة الحرارة في النشاط المضاد للأكسدة.

- **تحديد النسبة المثلى للثمار والمحلول والمدة الزمنية:**

إن زيادة حجم المحلول الأسموزي عادة يؤدي لزيادة معدل نقل الكتلة، فكلما زاد حجم المحلول زاد معدل فقد الماء من الثمار، وكسب المادة الصلبة، وترافق هذه الزيادة مع خفض جودة المنتج من خلال تغيير طعم المنتج وهجرة المركبات الفعالة بيولوجياً إلى الوسط المحيط، لذا يجب تحسين نسبة وزن المحلول إلى العينة.

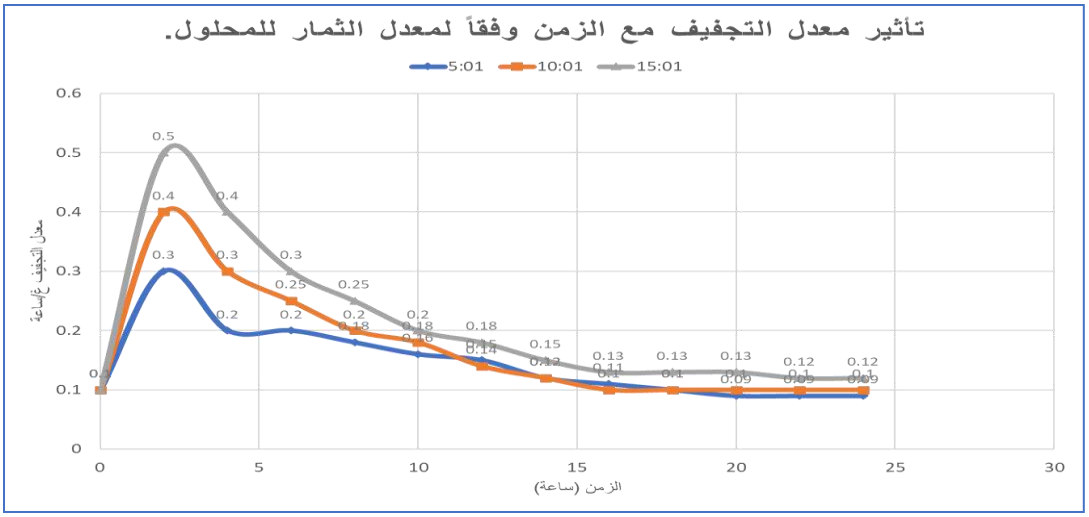


الشكل 17 تأثير معدل المحلول للثمار في معدل فقد الماء.



الشكل 18 تأثير معدل المحلول للثمار في معدل كسب المادة الصلبة.

من خلال معطيات الشكلين 17، 18 نلاحظ تأثير معدل الثمار للمحلول في معدل فقد الماء وكسب المادة الصلبة، عند ثلاث معدلات وهي: 1:5، 1:10، 1:15، باستخدام محلول السكروز، إذ لوحظ أن معدل فقد الماء يزداد طرداً مع زيادة نسبة المحلول للثمار، وكان معدل فقد الماء أعلى ما يمكن عند 10:1، وكان معامل نقل الكتلة (WL/SG) عند نهاية المعاملة الأسموزية لمدة 6 ساعات 2.8377، 3.1098، 2.3054 لكل من 5:1، 10:1، 15:1 على التوالي، ولدى دراسة حركية كسب المادة الصلبة لوحظ ازدياد معدل كسب المادة الصبة بشكل كبير عند زيادة حجم المحلول للثمار وكانت أعلى ما يمكن عند 15:1، مما انعكس سلباً على جودة الثمار فأعطت الثمار طعم حلو غير مرغوب، في حين تفوقت الثمار المعاملة بمحلول 10:1 في كل من معدل فقد الماء وكسب المادة الصلبة وإعطاء طعم مميز للثمار.

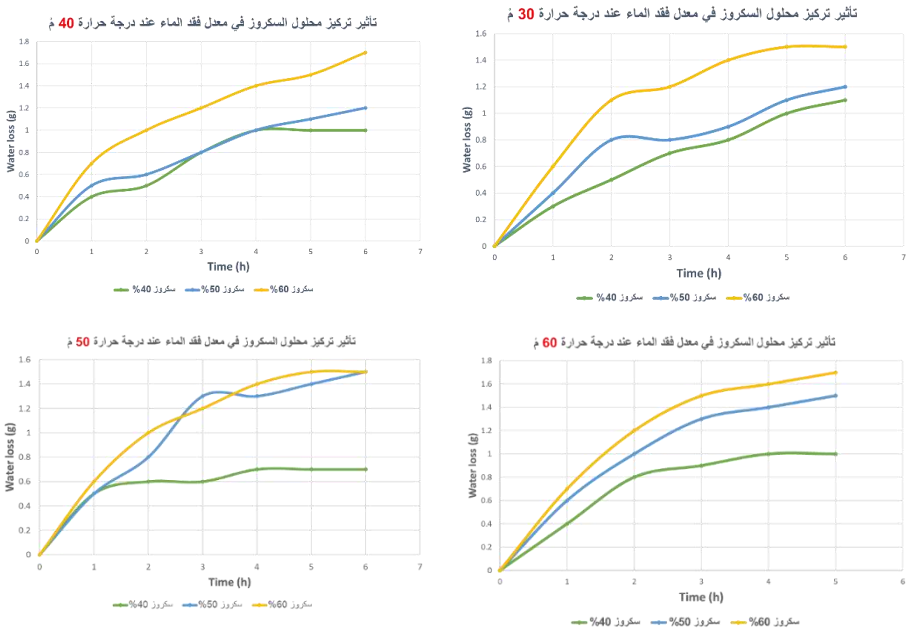


الشكل 19 تأثير معدل التجفيف مع الزمن وفقاً لمعدل الثمار للمحلول.

ولدى دراسة تأثير معدل التجفيف الأسموزي مع الزمن وفقاً لاختلاف معدل الثمار للمحلول ومن خلال معطيات الشكل 19 وفقاً لنموذج Peleg لتحديد الزمن الأمثل للتجفيف، لوحظ انخفاض معدل التجفيف بحوالي 50% بعد مضي 6 ساعات من التجفيف، فكان معدل فقد الماء وكسب المادة الصلبة أعلى في المراحل الأولى من الضغط الأسموزي، ثم بدأت بالازدياد بشكل بطيْ تدريجياً في المراحل اللاحقة، واستمر الانخفاض تدريجياً بعد هذه المدة، مما يشير إلى عدم وجود جدوى من عملية التجفيف بعد هذه المدة، لذا تم اختيار الزمن 6 ساعات في جميع التجارب اللاحقة لعمليات التجفيف الأسموزي، وهذا يتوفق مع ما توصل إليه Singh et al., (2007)، إذ أشار إلى

عدم وجود جدوى اقتصادية مع زيادة الزمن بسبب ارتفاع التكاليف التشغيلية عند تجفيف عينات الجزر أسموزياً، وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Mundada et al., (2011) خلال التجفيف الأسموزي لحبات الرمان وشرائح التفاح.

- تأثير درجة الحرارة والتركيز في معدل نقل الكتلة:



الشكل (20) تأثير تركيز محلول السكروز في معدل فقد الماء عند درجات حرارة مختلفة.

من خلال معطيات الأشكال البيانية ولدى دراسة تأثير درجة الحرارة في معدل نقل الكتلة، لوحظ ازدياد معدل نقل الكتلة مع ارتفاع درجة الحرارة، إذ ازاد معدل فقد الماء، وكسب المادة الصلبة عند زيادة درجة حرارة الوسط، فعند تركيز 50% و60% كان معدل نقل الكتلة متشابه في السلوك، ويعزى ذلك إلى اللزوجة العالية للمحلول السكري عند 50% و60%، إذ تعد اللزوجة عامل محدد في نقل الكتلة من خلال فقد الماء وكسب المادة الصلبة، فعند درجة حرارة 50 مْ فإن لزوجة المحلول السكري 50% تنخفض بشكل معنوي مسببة زيادة في معدل فقد الماء، في حين أنه عند زيادة تركيز المحلول السكري حتى 60% فإن اللزوجة تبقى عالية مما يخفض من قيم معدل فقد الماء، وبالتالي يخفض معدل نقل الكتلة، وعند درجة حرارة 60 مْ كان معدل فقد الماء أعلى في المحلول السكري 60% مقارنة مع المحلول السكري 50% بسبب انخفاض اللزوجة، وتعود زيادة معدل نقل الكتلة مع زيادة تركيز المحلول السكري لزيادة القوة الدافعة التناضحية خلال الضغط الأسموزي بين الثمار والمحلول.

من خلال معطيات الشكل 19 عند تركيز 40% كانت منحنيات درجات الحرارة متقاربة بشكل كبير ومتداخلة، ولم يكن هناك تأثير لدرجة الحرارة في معدل فقد الماء، وعند زيادة تركيز محلول السكروز حتى 50% ازداد معدل فقد الماء طرداً مع زيادة درجة الحرارة، ليبلغ أعلى قيمة عند درجة حرارة 60 مْ، وعند زيادة تركيز محلول السكروز حتى 60% لم يكن هناك تأثير لزيادة درجة الحرارة على معدل فقد الماء، ولكن عند زيادة درجة الحرارة حتى 60 مْ كان معدل فقد الماء أعلى بشكل معنوي موجب قوي، مما يدل على أن درجات الحرارة المنخفضة دون 60 مْ لم تكن مناسبة في عملية التجفيف بالضغط الأسموزي عند تركيز 60%، فنستنتج مما سبق بأن تركيز محلول السكروز 60% وعند درجة حرارة 60 مْ هي الشروط المثلى للحصول على أعلى معدل في فقد الماء لثمار المشمش عند التجفيف بالضغط الأسموزي، ولكن ما يعاب على هذه الشروط هو اللزوجة العالية للمحلول السكري وارتفاع درجة الحرارة التي تؤثر سلباً على جودة المنتج النهائي والمركبات الفعالة بيولوجياً، لذا فإنه من الأفضل استخدام التجفيف

الأسموزي عند درجة حرارة 50 مْ وتركيز محلول سكري 50% لأن معدل WL/SG عند تركيز 60% ودرجة حرارة 60 مْ أقل من معدل WL/SG للثمار المعاملة عند تركيز 50% ودرجة حرارة 50 مْ.

الاستنتاجات:

1. التجفيف بالضغط الأسموزي من الطرق الحديثة ذات الفعالية العالية في الحفاظ على المواد الفعالة بيولوجياً.
2. زيادة درجة الحرارة أدت لزيادة فقد الماء وبالتالي زيادة كسب المادة الصلبة وهذا يعود لسببين: الأول زيادة معامل الانتشار، والثاني خفض لزوجة المحلول السكري.
3. كما أن رفع درجة الحرارة يكون محدوداً فإن رفع درجة الحرارة حتى 60 مْ أدى لخفض معدل نقل الكتلة WL/SG وبالتالي انخفاض جودة المنتج النهائي، وعند درجة حرارة 50 مْ كانت لزوجة المحلول السكري ذو التركيز 60% عالية جداً، لذا كانت منحنيات فقد الماء قريبة جداً من منحنيات فقد الماء عند تركيز 50%، لذا فإن أفضل درجة حرارة وتركيز هي عند 50 مْ و50% على التوالي.
4. زيادة حجم المحلول الأسموزي مع ثبات كمية الثمار أدى لزيادة معدلات نقل الكتلة من خلال زيادة معدل فقد الماء وكسب المادة الصلبة، وإن زيادة حجم محلول الوسط الأسموزي أدت لزيادة معدلات فقد الماء وكسب المادة الصلبة، وأظهرت النتائج أن نسبة الثمار إلى المحلول (10:1) هي النسبة الأمثل.
5. وأظهرت النتائج أن نسبة الثمار إلى المحلول (10:1) هي النسبة الأمثل، كما أن أفضل مدة لعملية التجفيف بالضغط الأسموزي كانت لمدة 6 ساعات إذ أنه بعد هذه المدة كان معدل التجفيف أقل من نصف الحد الأقصى، مما يجعل الاستمرار في عملية التجفيف الأسموزي بلا فائدة.
6. تفوق الثمار المعاملة أسموزياً بمحلول السكروز تركيز 60% في الحفاظ على مظهر المنتج النهائي وحماية الثمار من الانكماش خلال عمليات التجفيف اللاحقة.
7. يعتبر التركيز 60% ودرجة الحرارة 30 مْ هي الشروط المثلى للحفاظ على القيمة الغذائية العالية والمركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة، من خلال تشكيل طبقة من السكروز أدت لحماية الثمار من التدهور الحاصل خلال عمليات التصنيع اللاحقة.
8. أدت المعاملة الأسموزية إلى الحد من تأثير درجة الحرارة على التركيب الكيميائي والمركبات الفعالة بيولوجياً، وأمكن الحصول على منتج ذو خصائص حسية متفوقة.

5- التوصيات والمقترحات.

1. استمرار الدراسة باتباع تقانات تصنيع وحفظ مختلفة لثمار المشمش كالتجفيد والتجميد والتجفيف بالضغط الأسموزي للوصول إلى مواصفات عالية.
2. التوعية حول الأهمية الغذائية والصحية لثمار المشمش، والتوسع في زراعة أشجار المشمش في سورية.

قائمة المراجع.

أولاً- المراجع بالعربية:

- الحامض، عدنان، 2001. تعبئة وتخزين الثمار، منشورات جامعة حلب، 282 صفحة.
- الساعد، علي كامل، 2009، تعليب وتبريد الفواكه والخضار، كلية الزراعة-الجامعة الأردنية، سلسلة التصنيع الغذائي 5-6.

- المجموعة الإحصائية لوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2012، الجمهورية العربية السورية.

ثانياً- المراجع بالإنجليزية:

- Abdou Bouba A., Njintang Y.N., Scher J. and Mbofung C.; 2010 - Phenolic compounds and radical scavenging potential of twenty Cameroonian spices. Agric. Biol. J. N. Am., 1(3): 213-224
- Akbulut, M. and N. Artik. 2002. Kayisi ve zerdali meyvelerinin fenolic madde dagilimi veprosesteki degisimi. Turkey 7th Food Congress. 22-24 May, Ankara.
- Akin, E. B., I. Karabulut and A. Topcu. 2008. Some compositional properties of main Maltaya apricot (*Prunus armeniaca*) varieties. Food Chem., 10:1016-1026.
- Ana Oliveira, Manuela Pintado, Domingos P.F. Almeida. (2012). Phytoche mical composition and antioxidant activity of peach as affected by pasteurization and storage duration. LWT - Food Science and Technology 49 (2012) 202-207.
- Andrew L. Waterhouse, 2002, Determination of Total Phenolics, Current Protocols in Food Analytical Chemistry.
- Andrzej L. 2014. Osmotic Dehydration of Fruits and Vegetables.
- Anna Podsedek; 2007; Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review, LWT 40, 1–11.
- AOAC (2000). Method 942.15. Acidity (titratable) of fruit products. Official Methods of Analyses of the Associate of Official Analytical Chemists (17th ed.).
- AOAC (2002) Official Methods of Analysis of AOAC International, 2002, Edited by Patricia Cunnif. 1 th Edition. AOAC International suite 400 2200 Wilson Boulevared Arlington, Virginia 22201-3301 USA.
- Aydin, N. and A. Kadioglu. 2001. Changes in the chemical composition, Polyphenol oxidase and Peroxidase activities during development and ripening of Medlar fruits (*Mespilus germanica L.*). Bulgarian J. Plant Physiol., 27(3-4):85-92.
- Baldwin, E. A., J. W. Scott, C. K. Shewmaker and W. Schuch. 2000. Flavor trivia and tomato aroma: Biochemistry and possible mechanisms for control of important aroma components. Hort. Sci., 35: 1013-1021.
- Biosci, I.J.; Akbarian, M.; Moayedi, F.; Ghasemkhani, N.; Ghaseminezhad, A.2014, Impact of antioxidant edible coatings and osmotic dehydration on shrinkage and colour of "Quince" dried by hot air. Int. J. Biosci. 2014, 4, 27–33.
- Bramley, P. M. 2003. In I. Johnson and G. P. Williamson (Eds). Phytochemicals functional foods. Boca Raton: CRC Press.

- Campbell, O.E. & Padilla-Zakour, O.I. (2013). Phenolic and carotenoid composition of canned peaches (*Prunus persica*) and apricots (*Prunus armeniaca*) as affected by variety and peeling. Food Research International, 54, 448–455.
- Cârlescu, P. M., Arsenoaia, V., Roşca, R., & Ţenu, I. (2017). CFD simulation of heat and mass transfer during apricots drying. LWT - Food Science and Technology, 85, 479–486.
- Carlos H. Crisosto a, *, Gayle M. Crisosto a, Gemma Echeverria b, Jaume Puy, 2007, Segregation of plum and pluot cultivars according to their organoleptic characteristics, / Postharvest Biology and Technology 44 (2007) 271–276.
- Chauhan, S. K., S. M. Tyagi and D. Singh. 2001. Pectinolytic liquefaction of apricot, plum, and mango pulps for juice extraction. Intl. J. Food Prop., 4(1): 103-109.
- Ciurzy´ nska, A.; Cichowska, J.; Kowalska, H.; Czajkowska, K.; Lenart, A. Osmotic dehydration of Braeburn variety apples in the production of sustainable food products. Int. Agrophys. 2018, 32, 141–146.
- Dragovic-Uzelac V., B. Levaj, V. Mrkic, D. Bursac, M. Boras. 2007. The content of polyphenols and carotenoids in three apricot cultivars depending on stage of maturity and geographical region. Food Chem., 102:966-975.
- El-Aouar, A.A., Azoubel, M.P., Barbosa, L.J. and Murr, X.E.F. 2006. Inflence of osmotic agent on the osmotic dehydration of Papaya *(Carica papaya L.*). Journal of Food Engineering 75: 267-274.
- Elena Andreea POP, Andrea BUNEA, Florina COPACIU, Carmen SOCACIU, Adela PINTEA. (2016) Stability of Carotenoids in Dried Apricots (*Prunus Armeniaca L.*) During Storage. Bulletin UASVM Food Science and Technology 73(2) / 2016.
- El-Ishaq, A.; Obirinakem, S.2015, Effect of Temperature and Storage on Vitamin C Content in Fruits Juice. Int. J. Chem. Biomol. Sci. 2015, 1, 17–21.
- Erle, U. and H. Schubert. 2001. Combined osmotic and microwave-vacuum dehydration of apples and strawberries. Journal of Food Engineering. 49:193-199.
- F. Kaymak-Ertekin and M. Sultanoglu, 2000 Modelling of mass transfer during osmotic dehydration of apples. J. Food Eng., 45:243.
- F. Nsonzi and H.S. 1998 Ramaswamy, Osmotic dehydration kinetics of blueberries, Drying Technol., 16(3/5): 725
- 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.
- FAOSTAT, F. A. O. (2018). Food and agriculture organization of the United Nations. http:// www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity (accessed on 28 February 2019).

- Garcia, M., Diaz, R., Martinez, Y. and Casariego, A. 2010. Effects of chitosan coating on mass transfer during osmotic dehydration of papaya. Food Research International 43: 1656-1660.
- Giraldo, G., P. Talens, P. Fito and A. Chiralt. 2003. Influence of sucrose solution concentration on kinetics and yield during osmotic dehydration of mango. Journal of Food Engeering.58: 33 43.
- Gurrieri, F., J.M. Audergon, G. Albagnac, M. Reich. 2001. Soluble sugars and carboxylic acids in ripe apricot fruit as parameters for distinguishing different cultivars.Euphytica 117:183-189.
- Hasib, A., A. Jaouad, M. Mahrouz, M. Khouili. 2002. HPLC determination of organic acids in morocan apricots. Cien. Technol. Aliment., 3(4):207-211.
- Infante, R., C. Meneses and B.G. Defilippi. 2008. Effect of harvest maturity stage on the sensory quality of 'Palsteyn' apricot (Prunus armeniaca L.) after cold storage. J. Hort. Sci. Biotechnol., 83(6):828-832.
- 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
- Kalyoncu, I., H.M. Akbulut and H. Coklar, 2009. Antioxidant capacity, total phenolics and some chemical properties of semi-mature apricot cultivars grown in Malatya, Turkey. World App. Sci. J., 6(4):519-523.
- Kaushal, P.; Sharma, H.K.2016, Osmo-convective dehydration kinetics of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*). J. Saudi Soc. Agric. Sci. 2016, 15, 118–126.
- Kaymak-Ertekin, F. and Sultanoglu, M. 2000. Modeling of mass transfer during osmotic dehydration of apples. Journal of Food Engineering 46: 243-250.
- Khin, M.M., Weibiao, Z. and Perera, C. 2005. Development in the combined treatment of coating and osmotic dehydration of food: a review. International Journal of Food Engineering 1-19.
- 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
- Lazarides, H.N.; Mavroudis, N.E. Kinetics of osmotic dehydration of a highly shrinking vegetable tissue in a salt-free medium. J. Food Eng. 1996, 30, 61–74.
- Leccese, A., S. Bartolini, and R. Viti. 2011. Genotype, harvest season and cold storage influence on fruit quality and antioxidant properties of apricot. Intl. J. Food Properties, DOI: 10.1080/10942912. 2010.506019.
- Leccese, A., S. Bartolini, R. Viti. 2007. Total antioxidant capacity and phenolics content in apricot fruits. Intl. J. Fruit Sci., 7(2):3-16.
- 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.

- Milosevic T., N. Milosevic, I. Glisic, B. Krska, 2010. Characteristics of promising apricot (*Prunus armeniaca L.*) genetic resources in Central Serbia based on blossoming period and fruit quality. Hort. Sci., 37:46-55.
- Moazzam Rafiq Khan, (2012). Osmotic dehydration technique for fruits preservation. Pakistan Journal of Food Sciences, 22, 2, Page(s): 71-85
- Molyneux, P., 2004- The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin J.Sci.Technol., 26 (2), 211-219.
- Mundada, M.; Hathan, B.S.; Maske, S. 2011, Mass Transfer Kinetics during Osmotic Dehydration of Pomegranate Arils. J. Food Sci. 2011, 76, E31–E39.
- Okpala, L.C.; Ekechi, C.A.2014, Rehydration characteristics of dehydrated West African pepper (*Piper guineense*) leaves. Food Sci. Nutr., 2, 664–668.
- Ozen, B.F.; Dock, L.L.; Ozdemir, M.; Floros, J.D. Processing factors a_ecting the osmotic dehydration of diced green peppers. Int. J. Food Sci. Technol. 2002, 37, 497–502.
- P.P. Lewicki, H. Kowalska, and A. Lenart, 2000, Effect of temperature on mass transfer during osmotic dehydration of plant tissue, In Industrial Application of Osmotic Dehydration/Treatments of Food (M. Dalla Rosa and W.E.L. Spiess, eds.), Forum, Udine, 2000, p.31.
- Paponpat Pattarathitiwat and Pilairuk Intipunya. (2009) Comparative study on drying of osmotic treated carrot slices, As. J. Food Ag-Ind. 2009, 2(04), 448-456.
- 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. (SaiNamphaung). International Journal of Food Science and Technology 45: 1918-1924.
- Phisut, N., 2012. Mini Review Factors affecting mass transfer during osmotic dehydration of fruits. International Food Research Journal 19(1): 7-18 (2012).
- R. Andreotti, M. Tomasicchino, and L. Machiavell, La disidratazione parziale della frutta per osmosi, Ind. Conserve., 58:88 (1983).
- Rangana, S., 1986. Handbook of Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable Products, McGraw-Hill Puplishing Company.
- Rapisarda, P., Fallico, B., Izzo, R., & Maccarone, E. (1994) Agrochimica 38, 157–164.
- Rastogi, 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.
- Rodriguez-Amaya, D. B. (2010). Quantitative analysis, in vitro assessment of bioavailability and antioxidant activity of food carotenoids: a review. Journal of Food Composition and Analysis, 23(7), 726-740.

- Ruiz, D., J. Egea, F. A. Tomas-Barberan, M.I. Gil. 2005. Carotenoids from new apricot (Prunus armeniaca L.) varieties and their relationship with flesh and skin color. J. Agric. Food Chem., 53:6368-6374.
- Sağırlı, F., Tagı, S., Dzkan, M., & Yemis, D. (2008). Chemical and microbial stability of high moisture dried apricots during storage. Journal of the Science of Food and Agriculture, 88(5), 858-869.
- Sartaj Ali, 2013, Effect of Different Postharvest Treatments On Keeping Quality of Apricot (*Prunus Armeniaca L.)* Producedin Northern Areas of Pakistan
- Sass-Kiss, A., Kiss, J., Milotay, P., Kerek, M. M., & Toth-Markus, M. (2005). Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. Food Research International, 38(8-9), 1023-1029.
- Shi, J. and Xue, J.S. 2009. Application and development of osmotic dehydration technology in food processing. In Ratti, C. (Ed). Advances in food dehydration. CRC Press. USA
- Silva, K.S.; Garcia, C.C.; Amado, L.R.; Mauro, M.A. 2015 Effects of Edible Coatings on Convective Drying and Characteristics of the Dried Pineapple. Food Bioprocess Technol, 8, 1465–1475.
- Singh, B.; Kumar, A.; Gupta, A.K, 2007, Study of mass transfer kinetics and effective diffusivity during osmotic dehydration of carrot cubes. J. Food Eng. 2007, 79, 471–480.
- Sochor, J., O. Zitka, H. Skutkova, D. Pavlik, P. Babula, B. Krska, A. Horna, V. Adam, Provaznik, R. Kizek. 2010. Content of Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity in Fruits of Apricot Genotypes. Molecules, 15:6285-6305.
- Souly Farag, 1978, Separation and Analysis of Some Sugars by Using Thin Layer Chromatography, JOURNAL OFTHEA.S.S.B.T.251-254.
- Stoll, T., Schweiggert, U., Schieber, A., and Carle, R. 2003. Process for the recovery of a carotene-rich functional food ingredient from carrot pomace by enzymatic liquefaction. Inn Food Sci Emerg Technol. Submitted
- U. D. Chavan, and R. Amarowicz, (2012). Osmotic Dehydration Process for Preservation of Fruits and Vegetables. Journal of Food Research, Vol. 1, No. 2