



الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية الهندسة الزراعية

قسم علوم الأغذية

تأثير إضافة تفل البندورة كمكون وظيفي في الخصائص الكيميائية والحسية للبسكويت

Effect of addition of tomato pomace as a functional ingredient on chemical and sensory properties of biscuit

رسالة أعدت لنيل درجة الماجستير في قسم علوم الأغذية

إعداد الطالب المهندس

عبد الوهاب أبو حذراء

المشرف العلمي

د. روعة طلي

أستاذ مساعد في قسم علوم الأغذية – كلية الهندسة الزراعية – جامعة دمشق

العام الدراسي

2020 – 2021م

الإهداء

إلى حيث يتقاسمني الحزن وتتعدم الحلول، إلى حيث وطن نحلم فيه برائحة الحياة أن تغلب رائحة البارود، إلى وطني المرهق بالأزمات والحروب، إلى "اليمن" عهداً بكل حبة بن عانقت سماك وكل قطرة ماء أروت ترابك وكل دم شهيد أزهر فيك سنابل قمح، عهداً بكل ذرة تراب مقدس من ثراك أن نظل جنود مجندة في خدمته وتحقيق نهضته وتطلعات أبنائه.

وطني اليمن السعيد

إلى أول أبجدية في الكون، إلى أول رسالة سماوية، إلى سورية. "سورية" وطني الثاني وموطني المقدس الذي قضيت فيها سنوات دراستي كواحد من أبنائها، عهداً أننا لن ننسى ما قدمته لنا وأننا سنظل محافظين على المبادئ والقيم.

وطني الثاني سورية

إلى حيث أمرنا الله فقضى، وقرن طاعتهم بعبادته وأقتضى، إلى أبي وأمي "سلامً عليكم بكل حرف سطرناه في سنوات العناء والتعب، سلامً عليكم في كل لحظة شوق واشتياق وفقد وفراق، سلامً عليكم في كل لحظة شعرت بها بظلال دعواتكم تغمرني وظلال رضاكم يضللني، كنتم ومازلتم نور قلبي وبقينه وحضوره وسكينته.... قل رب ارحمهما كما ربياني صغيراً.

أبي وأمي

كلمة شكر

❖ أتقدم بجزيل الشكر والتقدير والامتنان إلى سورية التي تعلمت فيها الكثير، فكانت مدرستي وهويتي، شكراً لكل شيء تعلمناه في الحياة العلمية والعملية والاجتماعية. سورية التي تُشعرك بدفع الوطن، وتندوب بين أحضانها كل مآسي الاغتراب.

❖ كما أتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى وطني الغالي اليمن، الذي رغم اوجاعه وأنيته لم ينسانا، ولم يغادرنا، فأرواحنا لاتزال معلقةً بجباله وشموخه وسهولة ووديانه، وطني الذي يتلذذ بأوجاعه كل سكان المعمورة، ها أنا من ركام الحرب وأنات العذاب أزرع فسيله بُنْ وقمح وأكتب فيها (لن ترى الدنيا على أرضي وصيا).

❖ كلمات الشكر إلى جامعة دمشق، الجامعة الأم، التي أفخر بأني تعلمت فيها وتخرجت من أروقتها، كل الشكر على ما قدمته لنا من تذليل للصعوبات، وأخص بالشكر والتقدير عمادة كلية الهندسة الزراعية ممثلاً بالعميد ونائبيه ورئيس قسم علوم الأغذية على الدعم العلمي والتقني الذي تم تقديمه لنا خلال مدة انجاز البحث.

❖ كل الشكر والتقدير إلى الدكتورة المشرفة الدكتورة روعة طلي على دعمها ومتابعتها وعلى المعلومات التي قدمتها خلال إشرافها على هذه الرسالة.

❖ أتقدم بالشكر إلى السادة أعضاء لجنة الحكم الأستاذ الدكتور محمد محمد والأستاذ الدكتور عبدالحكيم عزيزية، لكل الملاحظات التي تم تقديمها وذلك لإغناء الرسالة وإخراجها بالصورة المثلى.

❖ كما أتوجه بالشكر إلى من كان لهم دوراً إيجابياً في حياتي سواء على المستوى العلمي أو الشخصي أو العملي، وأخص بالذكر زميلي وأخي الدكتور محمد العقاب في مخبر التقانات الحيوية وذلك في تسهيل استخدام الأجهزة اللازمة لإجراء بعض الاختبارات الكيميائية، والبش مهندس قاسم خرساً أيضاً في مخبر التقانة الحيوية، وكذلك زميلي البش مهندس فريق القراحي لمساعدتي في التحليل الإحصائي.

❖ وختاماً أشكر كل زملائي وأصدقائي الحاضرين هذه المناقشة كل باسمه وصفته...

فهرس العناوين

المحتوى	رقم الصفحة
الفصل الأول: مقدمة البحث وأهدافه	
1- المقدمة	2
مبررات البحث وأهدافه	4
الفصل الثاني: الدراسة المرجعية	
2- الدراسة المرجعية	6
2-1- التصنيف العلمي والوصف النباتي للبندورة:	6
2-2- واقع إنتاج البندورة عالمياً ومحلياً:	6
2-3- التركيب الكيميائي والقيمة الغذائية لثمار البندورة:	8
2-4- الخصائص الوظيفية الصحية لثمار البندورة:	10
2-5- مخلفات تصنيع البندورة (تقل البندورة): Tomato pomace	11
2-5-1- التركيب الكيميائي والقيمة الغذائية لتقل البندورة:	11
2-5-2- القشور Peels:	16
2-5-3- البذور Seeds:	19
2-6- الاستفادة من تقل البندورة في الصناعات الغذائية:	21
2-7- تدعيم البسكويت بمسحوق تقل البندورة:	25
2-8- تجفيف تقل البندورة:	28
2-9- تأثير التخزين:	31
الفصل الثالث: مواد البحث وطرائقه	
3- مواد البحث وطرائقه	34
3-1- مواد البحث	34
3-1-1- تقل البندورة:	34
3-1-2- المواد الكيميائية:	34
3-2- طرائق البحث	34
3-2-1- تحضير مسحوق تقل البندورة المجفف:	34
3-2-2- تصنيع البسكويت الوظيفي:	35

36	مخطط البحث
37	3-2-3- الاختبارات الكيميائية:
37	3-2-3-1- الرطوبة:
37	3-2-3-2- الرماد
37	3-2-3-3- الدهن
37	3-2-3-4- البروتين
37	3-2-3-5- الألياف
38	3-2-3-6- الكربوهيدرات
38	3-2-3-7- الحموضة الكلية ودرجة الـ pH
38	3-2-3-8- المعادن
39	3-2-3-9- تقدير الفينولات الكلية
40	3-2-3-10- تقدير المحتوى من الفلافونيدات
41	3-2-3-11- تعيين النشاط المضاد للأوكسدة وفق طريقة DPPH
41	3-2-4- تقدير مؤشرات اللون (L, a, b)
42	3-2-5- التقييم الحسي
42	3-2-6- التحليل الإحصائي
	الفصل الرابع: النتائج والمناقشة
44	4- النتائج والمناقشة
44	4-1- نتائج دراسة بعض المؤشرات الكيميائية لتقل البندورة الطازج
48	4-2- نتائج دراسة بعض المؤشرات الكيميائية لمسحوق تقل البندورة المجفف
51	4-3- نتائج دراسة محتوى مسحوق تقل البندورة المجفف من المعادن
51	4-4- دراسة تأثير عملية التجفيف في التركيب الكيميائي والمركبات الفعالة حيويًا والنشاط المضاد للأوكسدة لتقل البندورة
55	4-5- تأثير عملية التجفيف بالهواء الساخن في مؤشرات لون تقل البندورة
56	4-6- دراسة تأثير استبدال دقيق القمح بمسحوق تقل البندورة المجفف في بعض المؤشرات الكيميائية لعينات البسكويت المدروسة
60	4-7- دراسة تأثير إضافة مسحوق تقل البندورة المجفف في محتوى البسكويت من بعض المعادن
61	4-8- دراسة تأثير إضافة مسحوق تقل البندورة المجفف في مؤشرات اللون لعينات البسكويت المدروسة

61	4-9- الخصائص الحسية لعينات البسكويت المدعمة بمسحوق تفل البندورة المجفف
62	4-10- دراسة تأثير التخزين في المركبات الفعالة حيوياً والنشاط المضاد للأكسدة للبسكويت المدعم بمسحوق تفل البندورة المجفف
64	4-11- دراسة تأثير التخزين في مؤشرات اللون للبسكويت المدعم بمسحوق تفل البندورة المجفف
	الفصل الخامس: الاستنتاجات والتوصيات
67	الاستنتاجات
68	التوصيات
	الفصل السادس: المراجع
70	المراجع العربية
70	المراجع الأجنبية

فهرس الجداول

رقم الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
13	المحتوى من المركبات الفعالة حيوياً في قشور البندورة ولبّها وبذورها	1
14	مقارنة بين محتوى التفل والبندورة الخام من المركبات الفعالة حيوياً	2
17	التركيب الكيميائي لقشور البندورة	3
20	محتوى البروتين والدهن والرماد والألياف مقدرة بـ غ/كغ والكاروتينات في قشور البندورة المجففة وبذورها مقدرة بالميكروغرام/غ (على أساس الوزن الجاف)	4
35	مكونات البسكويت المصنع	5
44	دراسة بعض المؤشرات الكيميائية لعينة تفل البندورة الطازج	6
48	دراسة بعض المؤشرات الكيميائية لعينة مسحوق تفل البندورة المجفف	7
51	محتوى مسحوق تفل البندورة المجفف من بعض المعادن (Mg ،Ca ،K)	8
55	قيم مؤشرات اللون لتفل البندورة الطازج والمجفف	9

57	تأثير استبدال دقيق القمح بمسحوق ثقل البندورة المجفف في بعض المؤشرات الكيميائية للبسكويت	10
60	محتوى عينات البسكويت المدعم بمسحوق ثقل البندورة المجفف من بعض المعادن (K ،Ca ،Mg)	11
61	مؤشرات اللون (b ،a ،L) في عينات البسكويت المدعمة بمسحوق ثقل البندورة المجفف	12
62	نتائج الخصائص الحسية للبسكويت المدعم بمسحوق ثقل البندورة المجفف	13
63	نتائج المحتوى من المركبات الفعالة حيويًا والنشاط المضاد للأكسدة للبسكويت المدعم بمسحوق ثقل البندورة المجفف خلال مدة التخزين لمدة (6) أشهر	14
64	قيم مؤشرات اللون للبسكويت المدعم بمسحوق ثقل البندورة المجفف خلال التخزين لمدة (6) أشهر	15

فهرس الأشكال

رقم الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
40	المنحنى المعياري لحمض الغاليك	1
52	تأثير عملية التجفيف في التركيب الكيميائي لثقل البندورة الطازج والمجفف	2
53	تأثير عملية التجفيف في الحموضة الكلية ودرجة pH لثقل البندورة	3
54	تأثير عملية التجفيف في محتوى الفينولات الكلية والفلافونيدات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة لثقل البندورة	4

الملخص

نفذ هذا البحث في مخابر قسم علوم الأغذية- كلية الزراعة- جامعة دمشق، خلال المدة الممتدة من 2019م إلى 2021م، هدف هذا البحث إلى دراسة التركيب الكيميائي والمركبات الفعالة حيويًا والنشاط المضاد للأكسدة ومؤشرات اللون لتقل البندورة الطازج، جُفف تقل البندورة الطازج باستخدام الهواء الساخن على درجة حرارة 40°م لمدة 24 ساعة وتم طحنه ودراسة تأثير عملية التجفيف في التركيب الكيميائي والمركبات الفعالة حيويًا والنشاط المضاد للأكسدة ومؤشرات اللون. تمت دراسة تأثير عملية الاستبدال الجزئي لدقيق القمح بمسحوق تقل البندورة بثلاث نسب مختلفة (5%، 10% و 15%) في بعض المؤشرات الكيميائية والحسية ومؤشرات اللون للبسكويت، كما تمت دراسة تأثير عملية التخزين لمدة (6) أشهر في المركبات الفعالة حيويًا والنشاط المضاد للأكسدة ومؤشرات اللون لعينات البسكويت خلال مدة التخزين.

بلغ محتوى تقل البندورة الطازج من الرطوبة والرماد والدهن والبروتين والألياف ودرجة الحموضة (86.86) %، (7.28) %، (11.13) %، (21.81) %، (35.93) %، (2.44) % على التوالي، كما بلغ المحتوى من الفينولات الكلية (443.63) مغ غاليك/100 غ، والفلافونيدات (38.72) مغ كويرسيتين/100 غ (على أساس الوزن الجاف)، وبلغ النشاط المضاد للأكسدة (63.64) %.

أدت عملية التجفيف إلى انخفاض معنوي ($P \leq 0.05$) في محتوى مسحوق تقل البندورة من الرطوبة ورقم الـ pH والمحتوى من الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة ومؤشري اللون (L و a)، بينما ارتفعت النسبة المئوية للحموضة الكلية، حيث بلغ محتوى مسحوق تقل البندورة من الرطوبة (14.15) %، ومن الفينولات (248.04) مغ غاليك/100 غ، والفلافونيدات (35.94) مغ كويرسيتين/100 غ (على أساس الوزن الجاف)، وبلغ النشاط المضاد للأكسدة (54.01) %.

أظهرت النتائج أن محتوى مسحوق ثقل البندورة من البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيزيوم بلغ (23256 و 4171.5 ppm على التوالي، كما بلغت درجة الحموضة (2.73)% حمض ستريك، وبلغ رقم الـ pH (4.17).

أدت عملية الاستبدال الجزئي لدقيق القمح بمسحوق ثقل البندورة إلى زيادة معنوية ($P \leq 0.05$) في نسبة الرطوبة، البروتين، الرماد، المعادن، الألياف، ودرجة الحموضة والمحتوى من الفينولات والفلافونيدات والنشاط المضاد للأكسدة ومؤشري اللون الأحمر (a) والأصفر (b) في البسكويت بزيادة مستوى الإضافة من مسحوق ثقل البندورة، وانخفض رقم الـ pH ومؤشر السطوع (L). وأبدت عينتا البسكويت (5)% و (10)% أفضل قبول حسي مقارنة ببقية العينات.

أدت عملية التخزين لمدة 6 أشهر إلى انخفاض معنوي ($P \leq 0.05$) في محتوى البسكويت من الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة ومؤشري الاحمرار (a) والاصفرار (b)، بينما لم تؤثر عملية التخزين في محتوى العينات المدروسة من الفلافونيدات الكلية ومؤشر السطوع (L).

الكلمات المفتاحية: ثقل البندورة، مسحوق ثقل البندورة، التجفيف، التركيب الكيميائي، البسكويت، المعادن، الفينولات الكلية، الفلافونيدات، النشاط المضاد للأكسدة، مؤشرات اللون، التخزين.

Abstract

This research was carried out at the laboratories of the Department of Food Sciences, Faculty of Agriculture, Damascus University, during the period from 2019 to 2021. The research aimed to study the chemical composition, bioactive compounds, antioxidant activity and color indicators of fresh tomato pomace. Fresh tomato pomace was dried using hot air at a temperature of 40 °C for 24 hours, and then it was ground, and the effect of drying process on chemical composition, bioactive compounds, antioxidant activity and color indicators was studied. The effect of partial replacement of wheat flour with tomato pomace powder in three different percentages (5%, 10% and 15%) on some chemical, sensory and color indicators of biscuits was studied, and the effect of storage process for (6) months on bioactive compounds, antioxidant activity and color parameters was also studied.

Fresh tomato pomace content of moisture, ash, fat, protein, fiber and total acidity was (86.86%), (7.28%), (11.13%), (21.81%), (35.93%), (2.44%) respectively, and the content of total phenols was (443.63) mg Gallic/100g, and flavonoids (38.72) mg quercetin/100g (based on dry weight), and the antioxidant activity was (63.64)%.

The drying process led to a significant decrease ($0.05 \geq P$) on tomato powder content of moisture, pH, total phenols content, antioxidant activity, and color indicators (L and a), While the total acidity was increased, as the moisture content of tomato pomace powder was (14.15)%, the total phenols (248.04) mg Gallic /100g, flavonoids (35.94) mg quercetin/100g (based on dry weight), and antioxidant activity (54.01)%.

The results showed that the content of tomato pomace powder of potassium, calcium and magnesium amounted to (23256, 4171.5 and 3022) ppm respectively, the total acidity was (2.73)% as citric acid, and the pH was (4.17).

The partial replacement of wheat flour with tomato pomace powder led to a significant increase ($0.05 \geq P$) on biscuit contents of moisture, protein, ash, minerals, fiber, total acidity, content of phenols and flavonoids, antioxidant activity, redness (a) and yellowness (b) indices by increasing the level of addition of tomato pomace powder,

while pH and brightness indice (L) was decreased. The both of biscuits samples (5%) and (10%) showed the best sensory acceptance compared with other samples.

Storage process for 6 months exhibited a significant decrease ($0.05 \geq P$) in total phenols content, antioxidant activity, redness (a) and yellowness (b) indices, while total flavonoids content and lightness (L) parameter were not affected.

Keywords: Tomato pomace, tomato pomace powder, drying, chemical composition, biscuits, minerals, total phenols, flavonoids, antioxidant activity, color parameters, storage.

الفصل الأول

مقدمة البحث وأهدافه

المقدمة:

تعد البندورة (*Lycopersicon esculentum* L.) ثاني أكبر محاصيل الخضراوات زراعة حول العالم، وقد أُشتقت تسمية البندورة من كلمة (Pomodori) الإيطالية، وتعد أمريكا الوسطى والجنوبية موطنها الأصلي، ومنها انتقلت زراعة البندورة إلى أوروبا منتصف القرن السادس عشر الميلادي بعد الاستعمار الإسباني للأمريكتين.

إن الأهمية المتزايدة للبندورة في السوق العالمية جعلت منها قوة دافعة لزيادة المساحة المزروعة حيث أصبحت من أكثر الخضراوات استهلاكاً وإنتاجاً في العالم، فقد تضاعف إنتاجها خلال (40) عاماً بنسبة (164) %، كما زاد الاستهلاك العالمي من البندورة بنسبة (314) %، وفي السنوات الأخيرة زادت كمية الاستهلاك السنوي بنسبة (3) % وذلك لارتفاع قيمتها الغذائية، وتنوع طرائق استهلاكها، إذ تُستهلك طازجة أو مطبوخة، كما تُستهلك كمنتجات مصنعة (كانتشب، عصير، هريس، مسحوق، معجون) أو مجففة (مكون للبيتزا وأطباق الخضار والتوابل المختلفة). ويستخدم منها أكثر من (37) مليون طن في الصناعة، وينتج عن صناعة البندورة منتجات ثانوية تشكل نسبتها ما بين (10-30) % من كمية البندورة الكلية الداخلة في عملية التصنيع، وتشمل القشور والبذور وجزءاً من اللب.

يُعد تراكم نواتج التصنيع الغذائي الثانوية أو التخلص منها أو معالجتها أحد أهم المشاكل التي تواجه صناعة الأغذية، ولهذا السبب ازداد الطلب بشكل كبير في مختلف أنحاء العالم على تحويل مخلفات الصناعات الغذائية وإعادة تدويرها إلى منتجات ثانوية مفيدة لا تضر بالنظام البيئي وتحافظ على توازنه.

على الرغم من أن هذه المنتجات الثانوية تشكل مشكلة في التخلص منها، إلا أنها تعد مصادر واعدة للمركبات التي يمكن استخدامها في الصناعات الغذائية والدوائية ومستحضرات التجميل نظراً لخصائصها الحيوية والغذائية الملائمة، مثل الليكوبين والبيتا كاروتين، حيث يستخدم ليكوبين البندورة تجارياً كملون غذائي بشكل رئيس وفي الأغذية الوظيفية والصناعات الدوائية، فضلاً عن خصائصه الحيوية كمضاد أكسدة ومضاد للسرطان، ولذلك ازداد الاهتمام في العقود الأخيرة باستخدام المنتجات الثانوية لمعالجة البندورة كمصدر للمكونات الوظيفية.

يمتاز ثقل البندورة بغناه بالعناصر الغذائية والمركبات الفعالة حيويًا مثل حمض الإسكوريك والليكوبين والفينولات الكلية والفلافونيدات الكلية والكاروتينات، كما يمكن استخدامه كمصدر للألياف والبروتينات والدهون والعناصر المعدنية وبعض الفيتامينات، حيث يُضاف ثقل البندورة إلى الدقيق ومنتجات الحبوب المختلفة من أجل زيادة القيمة الغذائية والحصول على أغذية وظيفية غنية بالألياف والمركبات الفعالة حيويًا والنشاط المضاد للأكسدة، وبالتالي فإن استخدام ثقل البندورة يؤدي إلى زيادة الكفاءة التصنيعية للبندورة والحد من مشكلة التخلص من النفايات.

مبررات البحث وأهدافه:

تنتج مصانع تصنيع البندورة كميات كبيرة من المخلفات الثانوية التي يطلق عليها اسم تفل البندورة، والتي لا يتم الاستفادة منها اقتصادياً وتسبب مشكلة بيئية كبيرة لذلك تم التنبيه لضرورة إجراء دراسات حول إمكانية استخدامها في مجالات عدة، ونظراً لاحتواء تفل البندورة على مواد ذات قيمة غذائية عالية وبسبب خصائصه المضادة للأكسدة ومحتواه المرتفع من الألياف الغذائية والعناصر المعدنية لذا يمكن الاستفادة منه في تدعيم بعض المنتجات الغذائية ومنتجات المخازن والعديد من الأغذية بهدف رفع القيمة الغذائية لهذه المنتجات ولذلك فقد هدف هذا البحث إلى:

1. دراسة التركيب الكيميائي والمركبات الفعالة حيوياً ومؤشرات اللون لتفل البندورة الطازج ومسحوق تفل البندورة المجفف.
2. دراسة تأثير الاستبدال الجزئي لدقيق القمح بنسب مختلفة (5، 10، 15) % من مسحوق تفل البندورة المجفف في بعض المؤشرات الكيميائية والمركبات الفعالة حيوياً والمحتوى من بعض العناصر المعدنية للبسكويت المدعم ومقارنته بالبسكويت الشاهد.
3. دراسة مؤشرات اللون والخصائص الحسية للبسكويت المدعم بمسحوق تفل البندورة المجفف.
4. دراسة تأثير التخزين لمدة (6) أشهر على درجة حرارة الغرفة في محتوى الفينولات الكلية والفلافونيدات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة ومؤشرات اللون للبسكويت المدعم بمسحوق تفل البندورة المجفف.

الفصل الثاني

الدراسة المرجعية

2- الدراسة المرجعية:

2-1- التصنيف العلمي والوصف النباتي للبندورة:

الاسم الإنكليزي: Tomato

الاسم العلمي: *Lycopersicom esculentum*

العائلة: الباذنجانية Solanacea

رتبة الباذنجانيات: Solanales (جلول وسمرة، 2004)

تتبع العائلة الصليبية (الباذنجانية) Solanacea والجنس *Lycopersicom* الذي يضم ثمانية أنواع برية أخرى، ينمو سبعة منها برياً في شريط ضيق يمتد على الساحل الغربي لأمريكا الجنوبية ما بين جنوب الإكوادور وشمال شيلي، أما النوع الثامن وهو النوع البري *L. cheesmanii* فإنه يستوطن جزر غالاباغوس والتي تقع في المحيط الهادي، يعد النوع *L. Lycopersicom esculentum* أهم أنواع هذا الجنس، ويتبع له ثلاثة تحت أنواع أهمها تحت النوع المزروع، الذي تتبعه جميع الأصناف المزروعة والتي تتشابه في صفاتها الشكلية وأنها عشبية حولية، تزرع في المناطق المعتدلة والحارة ويمكنها أن تنمو وتثمر خلال موسم واحد، كما أن نباتاتها خصبة ذاتية التلقيح ويحدث التلقيح الخلطي بوساطة الحشرات بنسبة لا تزيد عن (1%) ويمكن أن تصل أحياناً إلى (5%) وتكون هذه النسبة في الأماكن الأصلية لنشئها (Warnock، 1991؛ حسن، 1991).

تتميز ثمار البندورة بأنها عنبية لحمية تختلف في الشكل والحجم واللون حسب الأصناف، وتكون خضراء اللون في البداية ثم تتحول إلى اللون البرتقالي أو الأصفر أو الأحمر عند النضج حيث يعود لون الثمار إلى وجود الكاروتين (Carotein) والليكوبين الأحمر (Lycopene)، ويتراوح عدد حجراتها من (2-18) حجرة أو أكثر حسب الصنف (حسن، 1991).

2-2- واقع إنتاج البندورة عالمياً ومحلياً:

تحتل البندورة المرتبة الثانية في الإنتاج العالمي من الخضراوات، حيث بلغ الإنتاج الكلي 125 مليون طن والمساحة المزروعة (4.8) مليون هكتار في عام 2005م حسب إحصائيات (FAO، 2005) ليصل الإنتاج إلى

150 مليون طن في عام 2012م، وفي عام 2017م كان الإنتاج العالمي (170.8) مليون طن. وتحتل الصين المرتبة الأولى في الإنتاج، تليها الهند والولايات المتحدة الأمريكية ثم تركيا ومصر وإيران (FAO، 2017). ووصل إجمالي الإنتاج العالمي من البندورة في عام 2019م إلى (180) مليون طن (FAOSTAT، 2019).

زاد النمو العالمي لإنتاج البندورة المعالجة خلال المدة بين عام 2001 و2012م، نتيجة للنمو الديموغرافي (الذي يمثل 40 % من النمو) وزيادة استهلاك الفرد من منتجات البندورة مثل المعجون، العصير، الهريس، الصلصة، الحساء، الكاتشاب، البندورة المجففة ومسحوق البندورة (60% من النمو) (TIS، 2014). لذلك، فإن تجهيز البندورة للحصول على منتجات البندورة هو نشاط صناعي له أهمية متزايدة على نطاق عالمي. وبالتالي يجب النظر بعناية في مسألة إدارة النفايات الناتجة عن الأنشطة الصناعية (Silva وزملاؤه، 2016)

يتصدر محصول البندورة المرتبة الأولى بين محاصيل الخضراوات المختلفة التي تزرع في القطر العربي السوري وذلك في مجالات الاستهلاك الطازج والتصنيع والاستيراد والتصدير. وتزرع البندورة كعروة صيفية في مختلف مناطق القطر، كما تزرع في المناطق الساحلية والمناطق الداخلية الدافئة في العروتين الصيفية المبكرة والخريفية. وقد تم البدء بزراعتها في السنوات الأخيرة كعروة شتوية في البيوت البلاستيكية المدفأة التي بدأت تنتشر في بعض مناطق القطر (جلول وسمرة، 2004).

يصل إجمالي إنتاج سوريا السنوي من البندورة نحو مليون طن من الثمار الطازجة، وتشغل المساحة المستثمرة بمحصول البندورة نسبة (11%) من إجمالي المساحات المستثمرة بزراعة الخضراوات، ويشكل إنتاجها حوالي (10%) من إجمالي إنتاج مختلف الخضراوات، وبحسب سلسلة الدراسات الإحصائية لمنظمة الأغذية والزراعة العالمية لعام 2012م تقع سورية في المرتبة (19) عالمياً في إنتاج البندورة بعد أن كانت في المرتبة (18) عالمياً في الأعوام السابقة. كما تشير بيانات (المجموعة الإحصائية الزراعية السورية، 2006) إلى أن إنتاج سورية من البندورة في عام 2006م بلغ (589394) طن في المساحة الحقلية المروية، بينما كان في البعلية (13194) طن، في حين بلغ عدد البيوت المحمية (72210) بيتاً وأنتجت (433260) طناً، ووصل إنتاج سورية من البندورة عام 2011م إلى (1155) ألف طن، لينخفض في عام 2012م و2013م إلى (783.9 و499.7) ألف طن

على التوالي (المجموعة الإحصائية الزراعية السورية، 2013). ووصل الإنتاج في عام 2016م إلى (866) ألف طن ونسبة (41.17%) من إجمالي إنتاج الخضار المزروعة في الجمهورية العربية السورية (المجموعة الإحصائية الزراعية السورية، 2016). وبلغ إنتاج سورية من البندورة في عام 2019م (771.649) طن حسب (FAOSTAT، 2019).

2-3- التركيب الكيميائي والقيمة الغذائية لثمار البندورة:

تحتل البندورة المرتبة الأولى بين جميع الخضراوات من حيث مساهمتها في النظام الغذائي البشري (Splittstoesser، 1990)، وتتميز ثمار البندورة بقيمتها الغذائية العالية، رغم أنها مصدر منخفض السعرات الحرارية مقارنةً بكثير من الخضراوات والمحاصيل الغذائية الأخرى التي تفوقها في هذا المجال، إلا أنها غنية بالعناصر المعدنية والفيتامينات والألياف والأحماض العضوية ذات القيمة الغذائية العالية، إذ يحتوي كل (100) غ من ثمار البندورة الناضجة على (94) غ ماء، (6) غ ألياف، (1) غ بروتين، (4) غ كربوهيدرات، (27) مغ فوسفور، (11) مغ كالسيوم، (1) مغ حديد، (6) مغ ثيامين، (1100) وحدة دولية فيتامين A، (6) وحدة دولية من فيتامين B، (4) مغ ريبوفلافين، (23) مغ فيتامين C، فضلاً عن غناها بالمركبات الفعالة حيويًا (جلول وسمرة، 2004). كما بيّن التحليل الكيميائي لثمار البندورة أنها تحتوي على (15) مغ/100 غ فيتامين C، (3.18) مغ/100 غ ليكوبين، (3.84) غ سكريات كلية منها (2.25) غ سكريات مرجعة (Verma وزملاؤه، 2016)، بينما وجد (Suarez وزملاؤه، 2008) لدى تحليل (100 غ) من ثمار البندورة أنها تحتوي على (93.9) % ماء، (0.62) % رماد، (1.82) % ألياف كلية، بروتين بنسبة (0.80) %، غلوكوز (0.93) % وفركتوز (1.02) %.

تعد الحموضة ورقم الـ pH من المؤشرات المهمة في تحديد جودة المنتج الغذائي، لأنها تحسن من نكهة الغذاء وسلامته وتنشط نشاط الكائنات الحية الدقيقة المسببة لفساد الأغذية، وتُعدّ الحموضة مقياساً لجميع الأحماض الكلية والأحماض المتطايرة والثابتة، وتعد قيمة الحموضة الأعلى من (0.35) % ورقم الـ pH الأقل من (4.5) قيمياً مرغوبة في منتجات البندورة المصنعة (Giordano وزملاؤه، 2000؛ Aboagye-Nuamah وزملاؤه، 2018).

تعد البندورة مصدراً مهماً للعناصر النادرة مثل السيليเนียม والنحاس والمنغنيز والزنك، وتُعدُّ بعضها عوامل مساعدة للإنزيمات المضادة للأكسدة (Martinez-Valverde وزملاؤه، 2002).

يوجد الليكوبين في ثمار البندورة الحمراء ومنتجات البندورة الجاهزة، وهو كاروتينويد غير حلقي مفتوح السلسلة وغير مشبع، قابل للذوبان في الدهون مثل الكاروتينات الأخرى، ويعطي اللون الأحمر للبندورة، وأكدت الأبحاث أن الليكوبين يحمل مواقع مساعدة تحمي من تأثيرات الأكسدة بسبب الضوء والأكسجين (Min و Lee، 1990)، كما أن الليكوبين هو الكاروتينويد الرئيس الذي يتراكم في مرحلة النضج النهائية للبندورة كصبغة برتقالية حمراء ويمثل أكثر من (80%) من إجمالي الكاروتينات في الثمار الناضجة وهو المسؤول عن لونها المميز، حيث تمثل الكاروتينات غالبية الأصباغ الطبيعية والتي تتوزع على نطاق واسع في الثمرة ويعد الليكوبين من أكثر الكاروتينات تواجداً في البندورة (Ibrahim وزملاؤه، 2017).

يمكن استخدام الليكوبين كملون طبيعي في العديد من المنتجات الغذائية وكمضاد أكسدة في المكملات الغذائية. ويمكن استخدامه في الأطعمة التالية: المخبوزات، حبوب الإفطار، منتجات الألبان بما في ذلك حلويات الألبان المجمدة، مشتقات الألبان، المياه المعبأة في زجاجات، المشروبات الغازية، مشروبات الفاكهة والخضراوات، مشروبات فول الصويا، الحلوى، الحساء، وغيرها من الأطعمة والمشروبات (Yang وزملاؤه، 2006) و (Lee و Chen، 2002).

وفي دراسة أجراها (Anese وزملاؤه، 1999) أفادت أن هناك زيادة إجمالية في مضادات الأكسدة عن طريق تسخين عصير البندورة بسبب تكوين الميلانودين (melanoidins) أثناء الخطوات المتقدمة من تفاعل ميلارد. وأكد الباحثون على أنه مع المعالجة الحرارية المطوّلة، يتم تحسين مدة صلاحية مشتقات البندورة واستقرارها أو المنتجات الغذائية المحتوية على البندورة.

وفي دراسة قام بها (Kaur وزملاؤه، 2004) حول مضادات الأكسدة في ثمار البندورة الطازجة والمصنعة، استنتج الباحثون أنه يمكن استخدام البندورة كمصدر للإضافات الغذائية من أجل زيادة الاستقرار، فضلاً عن ثباتها العالي تجاه المعاملة الحرارية مما يجعلها ذات أهمية ينبغي استغلالها.

2-4- الخصائص الوظيفية الصحية لثمار البندورة:

تمتلك ثمار البندورة العديد من الفوائد الطبية حيث تعد مدرة للبول مفتتة للحصى والرمل وملينة للجسم ومنشطة له وغذاء جيداً للمصابين بأمراض القلب وارتفاع ضغط الدم وأيضاً مفيدة للكلية، وتتمتع ثمارها بأهمية كبيرة في مكافحة السرطانات وذلك لارتفاع محتواها من مضادات الأكسدة، وأهم مضادات الأكسدة في البندورة هي الكاروتينات وخصوصاً الليكوبين، حيث أثبتت الدراسات أن الليكوبين من أقوى مضادات الأكسدة، مما دفع العديد من الباحثين إلى التوصل إلى أن الخصائص المضادة للأكسدة لليكوبين هي المسؤولة عن الوقاية من بعض الأمراض (Erdman وزملاؤه، 2009). وتختلف كميته حسب درجة نضج الثمرة والظروف البيئية (Brandt وزملاؤه، 2006)، وقد بينت الدراسات التأثيرات الوقائية لليكوبين ضد الإجهاد التأكسدي، وأمراض القلب والأوعية الدموية، وارتفاع ضغط الدم، وتصلب الشرايين، والسرطان، ومرض السكري وغيره، إذ يعد الإجهاد التأكسدي من العوامل الرئيسية المسببة للأمراض المزمنة، وتعد الجذور الحرة أو المؤكسدات هي المسبب المحتمل للإجهاد التأكسدي (Rao و Rao، 2007).

تحتوي ثمار البندورة على قلويد شبيه السولانين (صابونين) يدعى التوماتين Tomatine يمتلك خصائص طبية مثل المضادات الحيوية، مضاد للسرطان، له تأثير في خفض الكوليسترول، وتأثيرات مضادة للالتهابات والحمى (Calvo وزملاؤه، 2008).

يرتبط الاستهلاك المنتظم من البندورة الطازجة أو منتجاتها المصنعة مع انخفاض خطر الإصابة بالسرطان وأمراض القلب والأوعية الدموية (Borguini و Da Silva Torres، 2009). وتعود هذه التأثيرات الإيجابية إلى المركبات المضادة للأكسدة الموجودة في البندورة مثل فيتامين C و E والكاروتينات والفينولات، التي تلعب دوراً رئيساً في آلية الحماية الصحية من خلال كبح الجذور الحرة وإبطال فعاليتها (Ray وزملاؤه، 2011).

بسبب التركيب البيوكيميائي المعقد، فإن استهلاك البندورة الطازجة أو المصنعة (عصير، معجون، كاتشب) له آثار مفيدة في جسم الإنسان وصحة القلب ومضاد لتخثر الصفائح الدموية (Palomo وزملاؤه، 2009)،

وخفض مستوى الدهون الثلاثية والكوليسترول في الدم (Hsu وزملاؤه، 2008) والحد من الإجهاد التأكسدي الناجم عن الليبيما (lypemia - زيادة مستوى الدهون في الدم بعد الأكل) (Burton-Freeman، وزملاؤه، 2012).

2-5- مخلفات تصنيع البندورة (تفل البندورة) Tomato pomace:

يعرف تفل البندورة (Tomato pomace) على أنه "خليط من قشور ثمار البندورة والبذور (الكاملة أو المهشمة) وكمية قليلة من اللب الذي يبقى بعد صناعة العصير أو المعجون أو الكاتشب من البندورة" (Aghajanzadeh وزملاؤه، 2010؛ Ventura وزملاؤه، 2009). لذا يعد تفل البندورة ناتجاً ثانوياً من تصنيع البندورة، ويحتوي على ما يقارب من (75%) ماء. كما أن الصناعة التقليدية للبندورة ينتج عنها تفل البندورة المعالج حرارياً (القشور والبذور) وعلى النقيض من ذلك تعمل المصانع الحديثة على استخلاص الألياف من الثمار الخام في درجة حرارة الغرفة، وبالتالي إنتاج تفل غير معرض للحرارة (Farahnaky و Savadkoohi، 2012).

تستخدم ملايين الأطنان من البندورة لصناعة الكاتشب والمعجون والصلصة والعصير، وبالتالي ينتج عنها كمية كبيرة من مخلفات تصنيع البندورة (التفل)، إذ تشكل نسبته حوالي (3-7%) من كتلة البندورة الداخلة في عملية التصنيع (Savatović وزملاؤه، 2010). وأشار (Toor و Savage، 2005) إلى أن تصنيع معجون البندورة يُفقد حوالي ثلث الوزن الكلي من البندورة على شكل قشور وبذور، وفي إسبانيا على سبيل المثال يتم تصنيع حوالي (1345×10^3) طن بندورة في السنة، وتشكل نسبة التفل فيه حوالي 4% (MAPA، 2004).

2-5-1- التركيب الكيميائي والقيمة الغذائية لتفل البندورة:

نشرت أول دراسة بحثية عن مكونات تفل البندورة في عام 1952م عندما درس إدوارد وزملاؤه إمكانية الاستفادة من مخلفات صناعة البندورة (Edwards وزملاؤه، 1952).

يتفق جميع الباحثين على أن الألياف هي المركب الرئيس في تفل البندورة، إذ تصل نسبتها فوق (50%) على أساس الوزن الجاف، وبالتالي يمكن استخدام تفل البندورة في تصنيع منتجات غذائية غنية بالألياف للاستهلاك البشري. ووفقاً لـ (Del Valle، 2004؛ Alvarado وزملائه، 1999؛ Cabrera وزملائه، 1984) تُشكل الألياف المكون الرئيس في تفل البندورة، إذ تتراوح نسبتها على أساس المادة الجافة حوالي (25.4-50%)، أما نسبة

البروتين فتتراوح ما بين (15.4-23.7) %، ويتراوح الدهن ما بين (5.4-20.5) % والرماد (4.4-6.8) %، ويعود الاختلاف في نتائج الباحثين إلى اختلاف التركيب الكيميائي للمواد الخام واختلاف ظروف التصنيع المطبقة.

وفي دراسة قام بها (Del Valle وزملاؤه، 2006) على 21 عينة من ثقل البندورة الذي تم جمعه بعد خطوات مختلفة أثناء المعالجة الصناعية، حيث تراوحت نسبة الرطوبة ما بين (64.309-92.554) %، ويعود الاختلاف في نسبة رطوبة العينات المدروسة إلى اختلاف ظروف التصنيع. كما تشكل نسبة الرطوبة المرتفعة في ثقل البندورة خطراً كبيراً، إذ تسرع من حدوث التغيرات المحتملة، وفي نفس الوقت تزيد من خطر حدوث التخمرات وكذلك نمو الفطريات والميكروبات.

كما تراوحت نسبة الألياف في الثقل على أساس الوزن الرطب بين (90-214) غ/كغ، أما البروتين فكان بين (10.97-121.52) غ/كغ، وبلغت نسبة السكريات القابلة للذوبان (267.3) غ/كغ، وتتكون بشكل رئيس من السكريات البسيطة (الغلوكوز، الفركتوز) وبعض السكريات الثنائية كالسكروز، وتراوحت نسبة الغلوكوز بين (6.68-20.38) غ/كغ، والفركتوز بين (10.99-25.73) غ/كغ، والسكروز بين (0-5.63) غ/كغ، ووجد أيضاً أن نسبة البكتين في عينات الثقل المدروسة تراوحت ما بين (7.26-32.55) غ/كغ معبراً عنها كحمض غالكتورونيك، أما نسبة الدهن فكانت متغيرة إذ تراوحت ما بين (0.37-41.19) غ/كغ، حيث تراوح إجمالي محتوى الأحماض الدهنية غير المشبعة بين (75) % و (80) %، أما نسبة الرماد فتتراوحت ما بين (-13.25-5.31) غ/كغ على أساس الوزن الرطب (Del Valle وزملاؤه، 2006).

وتوصلت دراسة (Del Valle، وزملاؤه، 2006) إلى أن ثقل البندورة يتكون (على أساس الوزن الجاف) مما يلي: (59.03) % ألياف، (25.73) % سكريات، (19.27) % بروتين، (7.55) % بكتين، (5.85) % دهون و (3.92) % رماد.

بين (Silva وزملاؤه، 2016) إمكانية استخدام ثقل البندورة كمصدر للعناصر الغذائية المهمة، وخاصة الألياف الغذائية، حيث قام بدراسة نسبة القشور والبذور واللب والتكوين التقريبي لست عينات من ثقل البندورة الطازج الناتج من مصنع لمعالجة البندورة الموجود في البرازيل، حيث بين أن ثقل البندورة يتكون من (61.5) % قشرة ولب،

(38.5)% بذور، وكان متوسط الرطوبة (66.58)%، الألياف الغذائية (50.74)%، الكربوهيدرات (6.73)%، البروتين (20.91)%، الدهون (14.14)%، الرماد (3.60)% (محسوبة على أساس الوزن الجاف).
 وجد (Aghajanzadeh وزملاؤه، 2010) أن ثقل البندورة يحتوي على (24.7-22.6)% بروتين، (15.7-14.5)% دهون، (23.5-20.8)% ألياف (محسوبة على أساس الوزن الجاف)، وفي الوقت نفسه يشكل مصدراً للفيتامينات (A، B₂، B₁) فضلاً عن احتوائه على بعض الأحماض الأمينية الأساسية، كما تحتوي البذور على نسبة عالية من المعادن خاصة (Cu، Zn، Mn، Fe).
 درس (Chandra و Ramalingam، 2011) المركبات الفعالة حيويًا في القشور واللب والبذور لأصناف البندورة المهمة تجاريًا، فكانت النتائج موضحة في الجدول (1):

الجدول (1): المحتوى من المركبات الفعالة حيويًا في قشور البندورة ولبها وبذورها (مغ/100غ) وزن رطب

المركب	القشور	اللب	البذور
الليكوپين	22.00-10.66	15.18-6.28	3.88-1.54
حمض الأسكوربيك	35.30-25.52	47.74-25.74	16.40-9.92
الفينولات الكلية	44.18-27.92	16.56-12.50	20.94-5.62
%النشاط المضاد للأكسدة	81-60	49-35	14-9

المصدر: (Chandra و Ramalingam، 2011)

كما درس (Chandra و Ramalingam، 2011) إجمالي النشاط المضاد للأكسدة للثقل الكامل الناتج من الأجزاء الثلاثة (القشور واللب والبذور) لأصناف مختلفة من البندورة، حيث تراوحت ما بين (41.6-55.3)%، إذ تميز جزء القشور بنشاط مضاد للأكسدة مرتفع، بلغ (81)% مقارنةً باللب والبذور.

كما وجد (Sogi و Bawa، 1998) أن ثقل البندورة يحتوي على (33)% بذور و(27)% قشور و(40)% لب، بينما يحتوي الثقل المجفف على (44)% بذور و(56)% لب وقشور، حيث يحتوي الثقل المجفف على (10)% رطوبة، (20.77)% بروتين خام، (39.8)% ألياف خام، (4.24)% رماد، (0.5)% كالسيوم و(0.45)% فوسفور (Jafari وزملاؤه، 2006).

وبين (King وZeidler، 2004) التركيب الكيميائي للتقل المجفف وهو: (5.1)% رطوبة، (11.9)% دهون، (26.8)% بروتين، (26.3)% ألياف خام. وعلاوة على ذلك، يحتوي التقل المجفف على اللايسين بنسبة أكثر بـ(13)% من بروتين فول الصويا، وهو مصدر جيد لفيتامين B، وفيتامين A ويعطي طاقة استقلاب (2130 كيلو كالوري/كغ) (AL-Betawi، 2005).

قام (Kalogeropoulou وزملاؤه، 2012) بدراسة محتوى تقل البندورة (بذور وقشور) من البوليفينولات الكلية والليكوبين والبيتاكاروتين والتوكوفيرولات والفلافونيدات والأحماض الفينولية مقارنة مع البندورة الطازجة على أساس الوزن الجاف، فكانت النتائج موضحة في الجدول (2):

جدول (2): مقارنة بين محتوى تقل البندورة والبندورة الطازجة من المركبات الفعالة حيويًا (على أساس الوزن الجاف)

البندورة الطازجة مغ/كغ	التقل مغ/كغ	المركب
9779.3	9452.8	البوليفينولات الكلية (غاليك) Total polyphenols (GAL)
1013.2	413.7	الليكوبين Lycopene
86.1	149.8	بيتاكاروتين Beta-carotene
85.8	155.7	توكوفيرولات Tocopherol
51.8	378.7	فلافونيدات Flavonoid
120.3	128.1	أحماض فينولية Phenolic acid

المصدر: (Kalogeropoulou وزملاؤه، 2012)

ووفقاً لدراسة (Fuentes وزملائه، 2013) فإن محتوى القشور واللب وبذور البندورة من الفينولات هو (36.9، 33.3، 17.6 مغ غاليك/100غ) وزن جاف على التوالي.

درس (Nour وزملاؤه، 2015) التركيب الكيميائي والمحتوى من المركبات الفعالة حيويًا لتقل البندورة الطازج، حيث وجد أن محتوى الرطوبة بلغ (69.98)%، الحموضة الكلية (0.21)%، حمض الأسكوربيك

(111.89) مغ/كغ، البييتاكاروتين (32.66) مغ/كغ، الليكوبين (174.12) مغ/كغ، الفينولات الكلية (865.77) مغ غاليك/كغ (محسوبة على أساس الوزن الرطب).

في دراسة أجراها (Monica وزملاؤه، 2017) أظهرت نتائج التحليل الكيميائي أن المسحوق الذي تم الحصول عليه من ثقل البندورة احتوى على (7.64)% رطوبة و(17.62)% بروتين و(4.05)% رماد و(10.38)% دهون و(59.47)% ألياف كلية، وكان محتواه من البوتاسيوم (573) مغ/100 غ والكالسيوم (750) مغ/100 غ والمغنيزيوم (250) مغ/100 غ، ومن البوليفينولات الكلية (18.76) مغ غاليك/غ ومن الكاروتينات (الليكوبين (225.92) مغ/كغ والبييتاكاروتين (16.22) مغ/كغ (محسوبة على أساس رطوبة 7.64%).

وجد (Silva وزملاؤه، 2018) أن ثقل البندورة يتكون بشكل أساسي من القشور (61.5) %، وكان أعلى محتوى من العناصر الغذائية هي الألياف تليها البروتينات والدهون والرماد (4.02، 14.14، 20.91، 50.74) غ/100 غ (محسوبة على أساس الوزن الجاف)، كما بين أن الثقل ذو محتوى مرتفع من مضادات الأكسدة وذلك بسبب ارتفاع كمية الليكوبين في الثقل بعد المعالجة (446.9) ميكروغرام/غ وزن جاف، وترتفع كمية الليكوبين بنسبة (55)% عند استخدام القشور بدلاً من الثقل الكامل (قشور وبذور).

درس (Nour وزملاؤه، 2018) التركيب الكيميائي والمحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً لثقل البندورة المجفف والذي يتكون من (22.2)% بذور و(77.8)% قشور وبقايا اللب، ووجد أنه يحتوي على (17.62)% بروتين، (2.19)% دهون، (52.4)% ألياف خام، (4.21)% رماد و (2109.7، 1318.5، 30301.7) ppm من البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيزيوم على التوالي، كما بين أن الأحماض الأمينية الأساسية تشكل (34.2)% من إجمالي البروتين، وأكثرها وفرة هو اللايسين كما تم تحديد ثمانية أحماض أمينية أساسية في ثقل البندورة المجفف وهي: اللوسين (leucine)، أيزولوسين (isoleucine)، اللايسين (lysine)، الميثيونين (methionine)، فينيل الأئين (phenylalanine)، ثريونين (threonine)، أرجينين (arginine) وڤالين (valine)، وتمثل الأحماض الدهنية غير المشبعة (77.04)% من إجمالي الأحماض الدهنية ويعد اللينوليك أهمها، بينما تمثل الأحماض الدهنية المشبعة (22.72)% من إجمالي الأحماض الدهنية الأساسية ويعد البالميتيك هو الحمض المشبع الرئيس.

كما وجد أيضاً أن ثقل البندورة المجفف يحتوي على كميات كبيرة من الليكوبين (51.06) مغ/100 غ والبيتاكاروتين (9.56) مغ/100 غ والتي أظهرت خصائص جيدة كمضادات للأكسدة، وبلغ إجمالي الفينولات (122.95) مغ غاليك/100 غ، وبلغت الفلافونيدات (41.53) مغ كويرسيتين/100 غ (محسوبة على أساس الوزن الجاف).

درس (Fărcaș وزملاؤه، 2019) محتوى ثقل البندورة من المركبات الفعالة حيويًا لثلاثة أصناف من البندورة، حيث وجد أن جميع العينات تحتوي على كميات كبيرة من المركبات الفينولية تراوحت بين (148-202.21) مغ غاليك/100 غ، كما تراوح المحتوى من الفلافونيدات بين (22.0-41.54) مغ كويرسيتين/100 غ، وتراوح المحتوى من الليكوبين بين (42.18-70.03) مغ/100 غ، أما النسبة المئوية للنشاط المضاد للأكسدة فتراوحت ما بين (16.57 و 29.14) % (محسوبة على أساس الوزن الجاف).

2-5-2-القشور:Peels

تعد القشور من النواتج الثانوية لتصنيع البندورة، وتمتاز باحتوائها على كمية عالية من الليكوبين، إذ تكون نسبته في القشرة أعلى من اللب بمقدار مرتين ونصف (Shi وزملاؤه، 1999). فضلاً عن فوائده الصحية، فهو يعد من الملونات الطبيعية الممتازة (Lavelli و Torresani، 2011)، وتشكل الألياف الغذائية أكثر من (70)% (وزن/وزن على أساس الوزن الجاف) من وزن القشرة، وهذه الألياف غير قابلة للذوبان (Zeinab وزملاؤها، 2010). وقد بيّنت الدراسات المتعلقة بتحديد مضادات الأكسدة في الأجزاء المختلفة من البندورة (القشور، البذور واللب)، أنه في جميع أصناف البندورة المدروسة، يوجد أعلى تركيز من المركبات الفينولية، الفلافونيدات، الليكوبين وحمض الإسكوريك في قشور الثمرة، وفي الوقت ذاته تمتاز القشور بنشاط مضاد للأكسدة أعلى من اللب والبذور (George وزملاؤه، 2004؛ Toor و Savage، 2005). ونظراً لأن قشور البندورة غنية بالليكوبين فإن الإضافة المباشرة للقشور إلى المنتجات الغذائية يمكن أن تكون وسيلة لاستخدام هذا المنتج الثانوي للحصول على منتجات جديدة غنية بالليكوبين (Calvo وزملاؤه، 2008).

درس (Elsayed وAmany، 2016) القيمة الغذائية والنشاط المضاد للأكسدة لقشور البندورة وحدد

محتواها من البروتين الكلي، الدهون الكلية، الكربوهيدرات، المعادن الأحماض الدهنية، الأحماض الأمينية، والأحماض الفينولية.

جدول (3): التركيب الكيميائي لقشور البندورة (على أساس الوزن الجاف)

المركب الكيميائي	غ/100غ	المعادن	مغ/100غ
البروتين	10.50	Ca	160
الدهن	4.04	Mg	149
الرماد	5.90	Fe	1.50
الكربوهيدرات	78.56	Cu	1.10
الأحماض الدهنية %		Cr	0.06
Myristic	0.34	Co	0.01
Palmitic	15.19	Ni	0.66
Stearic	6.84	Zn	3.12
الدهون المشبعة	22.37	Mn	1.40
Oleic	19.14	Na	73.6
Linoleic	52.41	Se	0.01
Linolenic	4.26	Pb	0.05
Palmitoleic	1.82	Cd	0.02
الدهون غير المشبعة	77.63	K	1097

المصدر: (Elsayed وAmany، 2016).

وتشير النتائج الواردة في الجدول (3) إلى أن قشور البندورة تحتوي على نسبة عالية من الأحماض الدهنية

غير المشبعة وخاصة اللينوليك واللينولينيك وهما من الأحماض الدهنية الأساسية التي تحمي الجسم من أمراض

القلب والأوعية الدموية. كما تحتوي القشور على معظم المعادن وخاصة (Ca، Cu، Zn، Mn وSe) والتي تعتبر

مهمة للإنزيمات التي تتعامل مع الجذور الحرة في الجسم الحي وبالتالي حماية الجسم من السرطان. فضلاً عن

ذلك يمكن اعتبار قشر البندورة مكماً غذائياً جيداً بسبب محتواه العالي من (K وCa وMg) والمحتوى المنخفض

من Na. وبسبب انخفاض نسبة Na / K، يمكن استخدامه كعامل وقائي لأمراض القلب والأوعية الدموية.

كما بين أن قشور البندورة تحتوي على (66.62% من البروتين الكلي) أحماض أمينية أهمها الغلوتاميك، ووجد أن بروتين قشور البندورة يحتوي على تسعة أحماض أمينية أساسية تُشكل (47.57%)، في حين شكلت الأحماض الأمينية غير الأساسية (52.41%) من إجمالي الأحماض الأمينية، كما تراوح النشاط المضاد للأكسدة في قشور البندورة ما بين (72.53-97.32)%.

درس (Knoblich وزملاؤه، 2005) التركيب الكيميائي لقشور البندورة حيث وجد أنها تحتوي على (10.08%) بروتين، (25.64%) رماد، (29.94%) ألياف. وكان محتوى الرماد مرتفعاً لأن القشور تحتوي على (8.38%) صوديوم نتيجة استخدام هيدروكسيد الصوديوم لتقشير ثمار البندورة. كما احتوت القشور على (734) ميكروغرام/غ من الليكوبين، وكميات كبيرة من اللوتين والبيتاكاروتين.

وفي دراسة قام بها (Rizk وزملاؤه، 2013) تبين أن محتوى القشور الجافة من البروتين بلغ (10.12%)، الرماد (4.33%)، الدهن (2.60%)، الألياف الخام (53.74%)، الكربوهيدرات الكلية (29.21%)، الكاروتينات الكلية (720.0) مغ/100 غ، الفينولات الكلية (240.62) مغ/100 غ، الليكوبين (615.0) مغ/100 غ (محسوبة على أساس الوزن جاف).

تعد الفينولات مركبات نباتية مهمة جداً بسبب قدرتها على كبح الجذور الحرة ويعود ذلك لمحتواها من مجموعات الهيدروكسيل (Hemi وزملاؤه، 2002). وقد أظهرت العديد من الدراسات وجود علاقة جيدة بين الفينولات والنشاط المضاد للأكسدة (Silva وزملاؤه، 2006) و (Haung وزملاؤه، 2005). ووجد (Gonzalez وزملاؤه، 2011) أن قشور البندورة تحتوي على العديد من مركبات الفلافونويد والتي لها آثار مفيدة لصحة الإنسان مثل الروتين Rutin، النارينجين Naringenin والكويرسيتين Quercetin. ومن الأحماض الفينولية الرئيسية في قشور البندورة نذكر: حمض الكافئيك Caffeic، بروكاتشويك Procachcoic، الفانيليك Vanillic، الكاتشين Catechin وحمض الغاليك Gallic، وكانت تراكيزها (0.50 و 5.52 و 3.31 و 2.98 و 3.85) مغ/100 غ وزن جاف على التوالي (Elsayed و Amany، 2016). ومن هنا تأتي أهمية قشور البندورة لما لها من قيمة غذائية جيدة بسبب محتواها من بعض الأحماض الأمينية الأساسية والأحماض الدهنية إلى جانب محتواها العالي

من مضادات الأكسدة مثل الفلافونويد والأحماض الفينولية والليكوبين وحمض الأسكوربيك والمعادن (Cu، Ca، Mn، Zn و Se) ولهذا السبب يمكن استخدام قشور البندورة كعنصر ذي قيمة مضافة في المنتجات الغذائية المختلفة حيث يمكن أن تلعب دوراً مهماً في تحسين المدخول من مضادات الأكسدة في غذاء الإنسان ومع ذلك فإن إزالة هذا الجزء أثناء الطهي أو المعالجة المنزلية يؤدي إلى التقليل من فوائدها الصحية، وقد أظهرت دراسة سابقة أيضاً أن قشور البندورة لها تأثير ملحوظ في كبح الجذور الحرة وهذا عائد إلى محتواها العالي من مركبات الليكوبين والفينولات (Elbadrawy و Sello، 2016).

تحتوي قشور البندورة على (720) مغ من الكاروتينات /100غرام (وزن جاف)، ويعتمد استخلاص الكاروتينات من قشور البندورة على أساس المجاميع الفعالة (الوظيفية) الموجودة داخل 13 مركباً، تم فصل تسع مركبات منها والتعرف عليها بوساطة (HPLC). ويعد الليكوبين هو الكاروتينويد الرئيس الذي يمثل (86.12)% من المجموع الكلي للكاروتينات التي تم فصلها من قشور البندورة، يليه الفيتونين (phytoene) (3.15)%، الفيتوفلويين (phytofluene) (2.31)%، بيتا كاروتين (β-carotene) (2.11)%، اللوتين (lutein) (1.51)%، الليكوبين المقرون (Cis-lycopene) (1.71)%، وغاما كاروتين (γ-carotene) (0.52)% (Rizk وزملاؤه، 2014).

2-5-3-البذور Seeds:

تشكل البذور الجزء الرئيس من ثقل البندورة، وتحتوي على (34)% بروتين و(30)% دهون (على أساس الوزن الجاف). ويتم استخلاص بروتينات البذور لإنتاج مركبات البروتين (Savadkoochi و Farahnaky، 2012). وقد أظهرت العديد من الدراسات أن بذور البندورة غنية بالمغذيات المختلفة مثل: الكاروتينات، البروتينات، الفينولات، المعادن، الألياف والدهن (Demirbaş، 2010؛ Zuorro وزملاؤه، 2013). وتمتاز بذور البندورة باحتوائها على حوالي (20)% (وزن جاف) بروتين خام، وبمحتواها العالي من حمض الجلوتاميك والاسبارتيك (Persia وزملاؤه، 2003).

قام (Knoblich وزملاؤه، 2005) بتحليل المنتجات الثانوية للبندورة من قشور وبذور ودرس إمكانية استخدامها كمصدر للكاروتينات، وتوصل إلى أن البذور تحتوي على (202.3) غ/كغ بروتين، (51.8) غ/كغ رماد، (537.9) غ/كغ ألياف (على أساس الوزن الجاف)، كما تعد بذور البندورة مصدراً غنياً بالحديد، بينما كان قشر البندورة مصدراً غنياً بالليكوبين، بتركيز يفوق عدة مرات ما كان موجوداً في البذور، ويبين الجدول رقم (4) محتوى بذور البندورة وقشورها من البروتين والدهن والرماد والألياف مقدرة (بالغرام/كغ) والكاروتينات المختلفة مقدرة بالميكروغرام/غ (على أساس الوزن الجاف).

جدول (4): محتوى البروتين والدهن والرماد والألياف مقدرة بـ غ/كغ والكاروتينات في قشور البندورة المجففة وبذورها مقدرة بالميكروغرام/غ (على أساس الوزن الجاف)

المركب	القشور	البذور
البروتين (غ/كغ)	100.8	202.3
الدهن (غ/كغ)	32.2	63.7
الرماد (غ/كغ)	256.4	51.8
الألياف (غ/كغ)	299.4	537.7
الكاروتينات (ميكروغرام/غ)		
ليكوبين Lycopene	734.0	130.0
اللوتين Lutein	14.5	6.5
زياكزانثين Zeaxanthin	3.7	1.0
ألفا كاروتين α -Carotene	0	0.4
بيتا كاروتين β -Carotene	29.3	14.4
بيتاكاروتين المقرون Cis- β -Carotene	11.7	5.6

المصدر: (Knoblich وزملاؤه، 2005)

يبين الجدول (4) محتوى ثقل البندورة من الكاروتينات، حيث كان محتوى القشور من الليكوبين 734 ميكروغرام/كغ من المادة الجاف، فضلاً عن كميات كبيرة من اللوتين lutein، والبيتا كاروتين β -Carotene، والبيتا كاروتين المقرون Cis- β carotene. بينما احتوت البذور على 130 ميكروغرام من الليكوبين/غ من المادة الجافة. وكان محتوى البذور من الكاروتينات الأخرى نصف ما هو موجود في القشور.

يعد بروتين بذور البندورة خليطاً من الغلوبولين (globulin) والألبومين (albumin) والبرولامين (prolamine) والغلوتيلين (glutelin) (Savadkoochi و Farahnaky، 2012). كما يعد بروتين بذور البندورة غنياً بالحمض الأميني اللايسين (lysine) بنسبة أكثر من الموجود في بروتين الصويا بحوالي (13) %، وبالتالي يمكن أن يستخدم لتدعيم الأغذية ذات المحتوى المنخفض من اللايسين (Lavelli و Torresani، 2011).

2-6- الاستفادة من تفل البندورة في الصناعات الغذائية:

بينت العديد من الدراسات وجود مركبات نشطة بيولوجياً في أنواع مختلفة من مخلفات الصناعات الزراعية، ويمكن استخدامها في الصناعات الغذائية، كما أنّ إعادة استخدامها يقلل من مخاطر التلوث البيئي المحتمل، فضلاً عن توفير دخل إضافي للمنشآت الصناعية (Anastasiadi وزملاؤه، 2008). تزرع البندورة في جميع أنحاء العالم من أجل الحصول على ثمارها ويقدر الإنتاج السنوي منها حوالي (182,256,458) مليون طن (FAOSTAT، 2020).

ووفقاً لباحثين مختلفين، فإن تفل البندورة غني بالعناصر المغذية ويمكن استخدامه كمصدر للألياف أو البروتين أو الدهون، حيث يمكن إضافة تفل البندورة من أجل زيادة القيمة الغذائية إلى الدقيق ومنتجات الحبوب المختلفة. ويمكن باستخدام تفل البندورة زيادة الكفاءة التصنيعية للبندورة وفي الوقت نفسه الحد من مشكلة التخلص من النفايات (Schieber وزملاؤه، 2001؛ Sogi وزملاؤه، 2002؛ Knoblich وزملاؤه، 2005؛ Calvo وزملاؤه، 2008؛ Monica وزملاؤه، 2017).

وقد بينت الدراسات إمكانية استخدام مسحوق قشور البندورة المجففة الغني بالكاروتينات الذاتية كإضافة للزيوت المكررة، بهدف تحسين الزيوت منخفضة الجودة، وكذلك في صنع الكاتشب، وفي النقانق المخمرة الجافة، وفي برغر اللحم البقري (Benakmoum وزملاؤه، 2008؛ Calvo وزملاؤه، 2008؛ Farahnaky وزملاؤه، 2008؛ Garcia وزملاؤه، 2009).

كما يوقّر مسحوق القشور البروتينات والسليلوز والبكتين، وبالتالي يعد مادة جيدة لاستخدامه في تعديل امتصاص الماء والخصائص الريولوجية للأغذية. وفي الواقع يؤدي استخدام مسحوق قشور البندورة في صناعة الصلصة إلى تحسّن خصائصها التركيبية (Farahnaky وزملاؤه، 2008).

درس (Carlson وزملاؤه، 2006) تأثير إضافة بذور البندورة في المحتوى من الأحماض الأمينية، حجم الرغبة ومعدل البياض في خبز دقيق القمح، حيث تمت إضافة بذور البندورة إلى دقيق القمح بنسب استبدال (5، 10، 15، 20) %، ولوحظ أن إضافة بذور البندورة عند مستوى استبدال (20) % إلى مكونات الخبز مع السمن لم تؤثر بشكل معنوي في معدل البياض، ولكنها أدت إلى زيادة في حجم الرغبة الناتج بنسبة (20.4) %، ووجد أيضاً أن عملية استبدال دقيق القمح بنسبة 10 % و 20 % أدت إلى زيادة اللايسين بنسبة (40.2) % و (69) % على التوالي.

قام (García وزملاؤه، 2009) بإضافة قشور البندورة المجففة إلى البرغر، حيث وجد ارتفاع قيمة مؤشري اللون الأحمر (a) والأصفر (b)، وتحسّن جميع الخصائص البنيوية للبرغر بسبب وجود الألياف، كما ارتفعت قساوة العينات المطبوخة والمحتوية على 6 % من قشور البندورة مقارنة بعينة الشاهد. وأدت عملية إضافة القشور بنسبة 4.5 % إلى الحصول على برغر بقبول عام جيد ومحتوى من الليكوبين بلغ (4.9) مغ/100 غ.

درس (Majzoobi وزملاؤه، 2010) تأثير إضافة مسحوق ثقل البندورة في الخصائص الفيزيائية للخبز حيث لاحظ التغيرات التالية: زيادة امتصاص العجين للماء، ثبات وقوام أكثر نعومة للعجين وزيادة تليين العجين بعد 5 و 12 دقيقة، كما بيّن أن ثقل البندورة يمكن استخدامه كمحسن للخبز وعامل مضاد للتعفن، ومن ناحية أخرى تأثر لون الخبز ومذاقه سلباً عند إضافة مسحوق ثقل البندورة بنسب أعلى من 5 %.

كما تبين أنه لدى تجفيف بذور البندورة واستخدام مسحوق البذور الناتج في تصنيع الخبز كان له تأثير كبير في النشاط المضاد للأكسدة والقيمة الغذائية والخصائص الحسية للخبز الناتج (Ranawana وزملاؤه، 2016).

وفي دراسة أجراها (Monica وزملاؤه، 2017) من أجل الحصول على بعض المكونات الوظيفية واستخدامها في تدعيم الأغذية الوظيفية، أظهرت نتائج التحليل الحسي أن مسحوق ثقل البندورة الذي تم الحصول عليه يمتاز بخصائص محددة، لون برتقالي فاتح إذ كانت قيمة ($L=59.13$) مع طعم مقبول ورائحة لطيفة.

وجد (Nour وزملاؤه، 2015) أنه من الممكن استخدام مخلفات صناعة ثمار البندورة كمكون وظيفي ضمن الأغذية الأخرى، حيث أدخل مسحوق ثقل البندورة في صناعة الخبز بنسبة 6% و 10%، ولاحظ ارتفاع كل من الرطوبة والحموضة ومطاطية اللب مع ارتفاع نسبة الإضافة، كما انخفض حجم الخبز الناتج ومساميته. ووجد أن نسبة الاستبدال 6% أعطت خصائص حسية جيدة ولكن مع زيادة كمية مسحوق ثقل البندورة إلى نسبة استبدال 10% كانت أقل قبولاً حسيّاً.

درس (Torbica وزملاؤه، 2016) إمكانية استخدام ثقل البندورة في تصنيع الكاتشب لإضافة قيمة غذائية، حيث لوحظ ارتفاع نسبة الألياف إلى (3.18) غ/100 غ مع المحافظة على خصائص حسية مشابهة للبندورة الطازجة إضافة لإمكانية تعديل نكهة الكاتشب الناتج ولونه ولزوجته بما يلبي رغبة المستهلك.

وفي دراسة قام بها (Del Valle وزملاؤه، 2003) على مركّزات البندورة وجد أن جودة مركز البندورة (التغذية والتكنولوجيا) يمكن تحسينها عن طريق إضافة ثقل البندورة، حيث أُضيف كل من ثقل البندورة وقشورها إلى مركّزات البندورة عند مستوى (1%، 2.5%، 5%، 10%) (وزن/وزن)، حيث لوحظ أن إضافة القشور أدت إلى زيادة البكتين والقوام بنسبة (309.5 و 98.3%) على التوالي، بينما أدت إضافة ثقل البندورة إلى زيادة المحتوى من البروتين والدهن بنسبة (67.5 و 121.4%) على التوالي.

يمكن استخدام ثقل البندورة المجفف (كمُنتج ثانوي لخطوط إنتاج البندورة) لتغذية الحيوانات أو في الأغذية البشرية، حيث يحتوي ثقل البندورة على مستويات عالية من السكريات العديدة، مثل الألياف والبكتين (Yuanglang وزملاؤه، 2010).

وفي دراسة قام بها (Ahmad وزملاؤه، 2016) حول إمكانية الاستفادة من مسحوق ثقل البندورة كمصدر لمضادات الأكسدة الطبيعية واستخلاصها واستخدامها في تدعيم الكيك وإطالة مدة صلاحيته تمت إضافة المستخلص بثلاث نسب (0.1، 0.12، 0.14)% ودُرست الخصائص الفيزيائية والحسية والتزنخ، خلال أربع أوقات زمنية (0، 15، 30، 45) يوماً. وأظهرت النتائج أن ثقل البندورة (القشور والبذور) يحتوي على (48.35) مغ غاليك/100 غ فينولات، وفلافونيدات (46.88) مغ روتين /100 غ، وليكوبين (46.16) مغ/100 غ (محسوبة على أساس الوزن الجاف)، أما النشاط المضاد للأكسدة مقدراً بطريقة DPPH فكانت قيمته (92%) ، وأظهرت النتائج أن لنسب الإضافة تأثير معنوي في الخصائص الحسية ومنع التزنخ خلال مدة التخزين، بينما كان التأثير غير معنوي في الخصائص الفيزيائية. وكان تأثير مستوى الإضافة 0.14% يعادل تأثير BHT (بوتيل هيدروكسي تولوين) عند 0.01%. وبينت نتائج التحليل الحسي أن إضافة مستخلص الثقل بنسبة 0.12 % كانت الأكثر قبولاً من الناحية الحسية.

درس (Isik وYapar، 2017) إمكانية استخدام بذور البندورة والتي هي جزء من ثقل البندورة في إنتاج الترهانة Tarhana (شوربة مكونة من القمح واللبن والبندورة والنعناع)، حيث تم استبدال دقيق القمح جزئياً بنسب مختلفة (15، 25 و 35)% من مسحوق بذور البندورة، وبعد إجراء التحاليل الكيميائية والفيزيائية للمنتجات النهائية لوحظ أن البروتين، الدهن، الرماد، المحتوى من المعادن (Cu، Fe، Zn، Mn، P، K، Ca، Mg)، محتوى الفينولات الكلية، والنشاط المضاد للأكسدة ازدادت بشكل معنوي ($P \leq 0.05$) بزيادة نسبة مسحوق بذور البندورة في العينات، كما لوحظ أن عملية الاستبدال زادت أيضاً من محتوى الأحماض الأمينية (لايسين، فينيل ألانين، ثريونين، سيرين، ألانين، غلايسين، هيسدين، أرجينين، تايروزين، وحمض الأسبارتيك) في المنتج، وأظهرت نتائج مؤشرات اللون أن زيادة مستويات الاستبدال أدت إلى انخفاض قيمة السطوع (L). وعلى الرغم من أن جميع العينات أبدت درجات قبول حسية جيدة إلا أن العينة التي احتوت على 15% من مسحوق بذور البندورة أبدت أفضل قبول حسي ($P \leq 0.05$).

درس (Mehta وزملاؤه، 2018) تأثير إضافة ثقل البندورة في الخصائص الفيزيائية والكيميائية واستقرار مدة الصلاحية للخبز والكعك، حيث تم استبدال دقيق القمح جزئياً بنسبة (35 و 40%) من مسحوق ثقل البندورة، لوحظ أن إضافة مسحوق ثقل البندورة للخبز والكعك أدت إلى زيادة معنوية ($P \leq 0.05$) في المحتوى من الألياف الغذائية وفيتامين C والنشاط المضاد للأكسدة والمعادن (Fe، Ca، Mg، K، Na)، ومؤشرات اللون الأحمر (a) والأصفر (b) بينما انخفضت قيمة مؤشر السطوع (L)، ووجد أيضاً أن عينات الخبز والكعك المدعمة بمسحوق ثقل البندورة كانت ذات قوام أكثر نعومة مقارنةً بالشاهد، كما تم التوصل إلى أن ثقل البندورة يمكن أن يكون منتجاً مهماً جداً عند إضافته للخبز والكعك للحصول على منتج غذائي كامل.

درس (Alqahtani وزملاؤه، 2020) تأثير إضافة ثقل البندورة في الخصائص الكيميائية والفيزيائية والميكروبيولوجية في الزبادي المخفوق، حيث تمت إضافة مسحوق ثقل البندورة بنسب مختلفة (0.5%، 1%، 2%) إلى الحليب المعقم بالحرارة مع بادئ اللبن وتخزينها لمدة 14 يوماً. أدت عملية إضافة مسحوق ثقل البندورة إلى ارتفاع الحموضة الكلية ومحتوى الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة ومؤشرات اللون الأحمر (a) والأصفر (b) مقارنة مع عينة الشاهد (اللبن العادي)، وفي المقابل انخفضت درجة الـ pH. كما أدت عملية التخزين لمدة 14 يوماً إلى زيادة الحموضة الكلية والزوجة ولكن قللت من البكتيريا الحية ودرجة القبول الحسي. وتوصلت الدراسة إلى أن إضافة مسحوق ثقل البندورة أدت إلى إنتاج لبن مقبول يمكن اعتباره مصدراً جيداً للألياف الغذائية في النظام الغذائي للإنسان.

2-7- تدعيم البسكويت بمسحوق ثقل البندورة:

درس (Tomić وزملاؤه، 2016) تأثير إضافة ثقل البندورة المجفف في الخصائص الفيزيائية والحسية للبسكويت (Cookies) المصنع من دقيق حبوب الذرة الكاملة، حيث تم استبدال حبوب الذرة الكاملة بمسحوق ثقل البندورة وفق مستويين (15%، 25%) لتشكيل عجينة البسكويت. وتم تقييم جودة المنتجات النهائية باستخدام طرائق فيزيائية وحسية. وأظهرت النتائج أن درجة الاحمرار (a) ودرجة الاصفرار (b) تأثرت إلى حد كبير بمستوى ثقل البندورة المضاف إلى البسكويت بسبب محتواه من الصبغات الكاروتينية (الليكوبين وبيتا كاروتين). كما ارتفعت

قيمة عامل انتشار البسكويت (spread factor) مع إضافة مسحوق ثقل البندورة مقارنة مع عينة الشاهد بسبب انحلال كمية أكبر من السكريات أثناء عملية الخبز (Gavrilović, 2011)، بينما انخفضت صلابة البسكويت بما يقارب 50% عند إضافة ثقل البندورة بمستوى 25% مقارنة مع عينة الشاهد. ووفقاً لنتائج التحليل الحسي، أدى مستوى الاستبدال بنسبة 15% إلى التقليل من خشونة السطح والكسر (fracturability)، والحبيبية (granularity)، وكذلك أدى إلى زيادة كثافة نكهة الكراميل مقارنة مع عينة الشاهد. بينما ازدادت درجة ليونة البسكويت عند الاستبدال بنسبة 25% وكان مذاق البندورة أكثر وضوحاً، وكان الاختلاف ظاهراً بوضوح في الصلابة والمكسر والتحبب، وتوصلت الأبحاث إلى إن إضافة ثقل البندورة أدت إلى زيادة الانتفاخ والقدرة على الاحتفاظ بالماء نتيجة لاحتوائه على كمية أكبر من الألياف (Tomić وزملاؤه، 2016).

وبسبب محتوى ثقل البندورة من الألياف الغذائية وخاصة الألياف غير القابلة للذوبان جعل هذه المادة ملائمة لصنع الحلويات إضافة إلى زيادة القيمة الغذائية (García Herrera وزملاؤه، 2010؛ Navarro-González وزملاؤه، 2011).

الكراكز (Crackers) هي أطعمة خفيفة شائعة وتستخدم في وجبات الحمية (Sedej وزملاؤه، 2011)، وهي منتجات مخبوزة جافة ورقيقة وهشة وذات مستوى منخفض من الرطوبة، وتخفض أكثر مع عملية الخبز، بحيث لا تسمح مطلقاً بنمو العفن (Han وزملاؤه، 2010). والمكونات الأساسية في إنتاج (Crackers) هي دقيق القمح، الدهون، الملح، والعوامل المخمرة ومسحوق مصل اللبن، السكر و / أو شراب الجلوكوز (Yoneya و Nip، 2006) و (Gündoğdu Sertakan، 2006).

درس (Isik و Topkaya، 2016) إمكانية استخدام ثقل البندورة في صناعة المقرمشات (الكراكز) (Crackers) المصنعة من دقيق القمح وذلك بنسب إضافة بلغت (4%، 8%، 12%)، حيث لوحظ ارتفاع محتوى البروتين والرماد والألياف والمعادن (Fe، Zn، Mn، P، K، Ca، Mg)، وكذلك كل من الفينولات والنشاط المضاد للأكسدة وقيم اللون (a و b) وانخفاض قيمة (L) مع ارتفاع نسبة الإضافة، وأعطى مستوى الاستبدال 12% أقل قبولاً من حيث التقييم الحسي بينما كان مستوى الاستبدال 4% الأكثر قبولاً من الناحية الحسية. وأدى

الاستبدال بنسبة 12% إلى ازدياد المحتوى من المعادن (23.6%) للفوسفور و(166.4%) للكالسيوم، كما ارتفعت نسبة الألياف الكلية من (1.86%) في الشاهد إلى (5.30، 6.68، 8.54 %) عند مستوى استبدال (4، 8، 12% على التوالي) وارتفع المحتوى من الفينولات الكلية من (55.6) مغ غاليك/100 غ (وزن جاف) إلى (68.59، 104.40، 127.58) مغ غاليك/100 غ (وزن جاف) على التوالي عند نفس النسب السابقة. وارتفع النشاط المضاد للأكسدة من (7.20) ميكرومول ترولوكس/100 غ إلى (7.67، 13.23، 18.11) ميكرومول ترولوكس/100 غ. وبينت النتائج أن تقل البندورة المستخدم في هذه الدراسة يعد مصدراً جيداً للبروتين، الدهون، الألياف الغذائية، المعادن، والمركبات الفينولية وله نشاط مضاد للأكسدة أعلى مقارنة مع دقيق القمح. وبين التقييم الحسي ل الكراكرز (12% تقل البندورة) وجود طعم قليل المرارة ويعتقد أن هذا الطعم سببه عنصر TFI من بذور البندورة. و TFI هو فوروستانول صابونين (Furostanol Saponin) (Sato و Sakamura، 1973).

درس (Ahsan و Bhat، 2015) الخصائص الفيزيائية والكيميائية للبسكويت (Cookies) المضاف إليه مسحوق تقل البندورة بمستويات مختلفة بلغت (5%، 10%، 15%، 20%، 25%)، حيث كان محتوى البروتين الخام والرماد للعينات التي تحتوي على (20، 25) % من مسحوق تقل البندورة أعلى بكثير مقارنة مع عينة الشاهد وبقية المعاملات عند مستوى معنوية ($P \leq 0.05$). وأدت عملية إضافة مسحوق تقل البندورة إلى خفض قيم السطوع (L) وارتفاع قيم الاحمرار (a) والاصفرار (b). وأظهر التقييم الحسي أن القبول العام لم يختلف كثيراً بين عينة الشاهد والعينات المضاف إليها مسحوق تقل البندورة.

وتوصل الباحثان (Ahsan و Bhat، 2015) إلى أن محتوى الرطوبة في عينة الشاهد بلغ (2.49%)، بينما تراوحت في العينات التي تحتوي على مسحوق تقل البندورة من (2.24%) إلى (3.39)%. كما لوحظ ارتفاع محتوى البروتين والرماد في العينات التي تحتوي على مسحوق تقل البندورة، حيث تراوح محتوى البروتين ما بين (5.18%) و(6.87%) وتراوحت نسبة الرماد ما بين (4.84%) و(4.92)% ويعزى ذلك إلى ارتفاع نسبة البروتين والرماد في مسحوق تقل البندورة مقارنة مع دقيق القمح. وتراوح محتوى الدهون ما بين (21.71%) و(21.85)%. ولم يلاحظ وجود أي اختلافات كبيرة في محتوى الدهون بين عينات البسكويت (Cookies).

أما من حيث الخصائص البنيوية لعينات البسكويت فلم تكن هناك فروق معنوية ($P \leq 0.05$) في قطر الكوكيز وسماكته بين تلك التي تحتوي على 5% وعينة الشاهد. في حين لوحظ وجود فروق معنوية ($P \leq 0.05$) مع زيادة نسبة إضافة مسحوق تفل البندورة.

درس (Bhat وزملاؤه، 2020) تأثير إضافة مسحوق البندورة والليكوبين كمصدر لمضادات الأكسدة الطبيعية في البسكويت، حيث وجد أن مؤشرات اللون الأحمر (a) والأصفر (b) في العينات المدعمة كانت أعلى بشكل معنوي ($P \leq 0.05$) مقارنةً بالشاهد، كما لوحظ وجود زيادة معنوية في المحتوى من الفينولات والكاروتينات والنشاط المضاد للأكسدة لعينات البسكويت المدعمة مقارنةً بالشاهد.

2-8- تجفيف تفل البندورة:

تعد البندورة من الثمار القابلة للتلف سريعاً في الحالة الطازجة بسبب محتواها العالي من الرطوبة مما يؤدي إلى الهدر والخسائر أثناء الحصاد والتخزين، لذلك فإن الوقاية من هذه الخسائر أمر بالغ الأهمية، حيث يمكن تقليل هذه العيوب من خلال معالجة البندورة وتحويلها إلى أشكال أخرى مثل مسحوق البندورة، وكذلك البحث في التقنيات التي يمكن أن تقلل من التعبئة والتغليف وتكاليف النقل مع زيادة مدة التخزين (Obadina وزملاؤه، 2018).

تبلغ نسبة الفاقد من المواد الغذائية في العالم نحو (40-50)% من الخضراوات والفاكهة ونحو (30)% من محاصيل الحبوب (Gustavsson وزملاؤه، 2011) وبالتالي يشكل التجفيف أحد الحلول المناسبة للاستفادة من فائض الإنتاج من الثمار الطازجة والذي يسمح باستخدامها في غير فصل توافرها وتعد عملية التجفيف إحدى أقدم الطرائق المستعملة على نحو واسع لحفظ الغذاء عن طريق خفض الرطوبة إلى المستوى الذي يصبح عنده الفساد الجرثومي وتدهور صفات المنتج في حده الأدنى، وذلك من خلال مجموعة من العمليات المزدوجة التي تتم في وقت واحد مثل نقل الحرارة إلى المنتج من مصدر التسخين ونقل الرطوبة من داخل المنتج إلى سطحه ومن السطح إلى الهواء المحيط، مما يؤدي إلى زيادة مدة حفظ المنتج، وتقليل وزن المنتج والمساحة اللازمة لتخزينه (Ekechukwu، 1999؛ Doymaz، 2007).

يعد التفل من مخلفات مصانع البندورة وهو منتج قابل للتلف سريعاً في حالته الطازجة لأنه يحتوي على نسبة قد تصل إلى 95 % من الرطوبة، حيث يتم التخلص منه ويُسمح له بالتحلل، مما يتسبب في مشكلة بيئية خطيرة وإهدار للموارد لذا يجب تجفيف تفل البندورة مباشرةً لتقليل الرطوبة قبل حدوث التحلل الجرثومي والعفن، نظراً لكون تفل البندورة مصدراً مهماً للغاية من الليكوبين والدهن وحمض الأسكوربيك والألياف والبروتينات. حيث أن بذور البندورة عالية المحتوى من البروتين واللايسين، وهي جزء رئيس من التفل ومصدر غير مكتشف للزيوت غير التقليدية التي تمتلك خصائص مشابهة للزيوت التقليدية (Al-Muhtaseb وزملاؤه، 2010).

تتأثر درجة حرارة التجفيف ووقتها بمجموعة من العوامل مثل الخصائص الغذائية والظواهر الثانوية المرتبطة بضرورة الحد من درجة حرارة التجفيف، والتحويلات البيوكيميائية، والحد من تفاعلات الاسمرار غير الأنزيمية أثناء التجفيف (Akpinar وزملاؤه، 2003؛ Movagharnejad و Nikzad، 2007).

بيّن (Baloch وزملاؤه، 1997؛ Simon وزملاؤه، 1955) أن تعرض شرائح البندورة للحرارة لمدة زمنية أطول أثناء عملية التجفيف تؤدي إلى ارتفاع مؤشر الاسمرار (Browning index) في العينات المجففة، وبالتالي يتسبب الاسمرار في تقليل القيمة الغذائية وقابلية الذوبان، ويخلق نكهات غير مألوفة، ويؤدي إلى تغيرات نسيجية في المادة الغذائية.

تعتمد درجة حرارة التجفيف وسرعة التبخر على تركيز بخار الماء في الوسط المحيط، وتؤثر درجة الحرارة والضغط في عملية التجفيف وتؤدي درجات الحرارة المتزايدة إلى تقليل وقت التجفيف، إلا أن درجات الحرارة العالية وزمن التجفيف أثناء عملية التجفيف التقليدي يمكن أن تتسبب في تدهور كبير لنكهة المنتج ولونه ومكوناته الغذائية وتقلل من قدرة المنتج المجفف على استرجاع الرطوبة (Lin وزملاؤه، 1998؛ Drouzas وزملاؤه، 1999)، كما أن درجات الحرارة المرتفعة تؤدي إلى خسائر كبيرة في محتوى حمض الأسكوربيك أثناء إنتاج البندورة المجففة ولب البندورة (Zanoni وزملاؤه، 1998؛ Giovanelli وزملاؤه، 2002؛ Dewanto وزملاؤه، 2002)، لذا فإن تعديل ظروف التشغيل أثناء تجفيف البندورة من خلال خفض درجة الحرارة وتقليل سماكة عينة البندورة وتعزيز الإزالة الجزئية للماء يمكن أن يساعد في تقليل الضرر التأكسدي في المنتج النهائي (Zanoni وزملاؤه، 1998).

وجد (Al-Muhtaseb وزملاؤه، 2010) أن زيادة درجة حرارة هواء التجفيف وانخفاض مدة التجفيف تسبب ارتفاع قيم مؤشرات اللون (L، a، b) مما جعل لون التفل أكثر سطوعاً وتحول نحو الأصفر والأحمر، كما بين (Ashebir وزملاؤه، 2009) أن عملية التجفيف أثرت بشكل معنوي في مؤشر السطوع حيث انخفض في المتوسط بنسبة (13.5)% بعد التجفيف بالهواء الساخن، حيث يمكن اعتبار القيم النهائية لمؤشرات اللون كعوامل جودة لتقييم التدهور الناتج عن المعاملة الحرارية (Shin وBhownik، 1995).

أفاد (Khazaei وزملاؤه، 2008) أن تجفيف شرائح البندورة تسبب في زيادة المواد الصلبة القابلة للذوبان والحموضة، بينما انخفض الرقم الهيدروجيني pH وحمض الأسكوربيك. ويعتمد مدى تأثير تجفيف البندورة في خصائص الجودة على طرائق التجفيف (مصدر الحرارة ومدة درجة الحرارة وكميتها والمحتوى النهائي للرطوبة)، وإجراءات المعالجة الأولية، والأصناف المستخدمة (Zanoni وزملاؤه، 1998؛ Kerkhofs وزملاؤه، 2005؛ Chang وزملاؤه، 2006؛ Latapi وBarrett، 2006؛ Heredia وزملاؤه، 2007).

وأشارت العديد من الدراسات المتعلقة بتأثير التجفيف في مكونات البندورة المضادة للأكسدة إلى أن الليكوبين كان أكثر استقراراً نسبياً أثناء المعالجة الحرارية (Abushita وزملاؤه، 2000؛ Giovanelli وParadiso، 2002؛ Kaur وزملاؤه، 2004؛ Lavelli وزملاؤه، 1999؛ Takeoka وزملاؤه، 2001)، ولكن ظروف المعالجة من ارتفاع درجة الحرارة ومدة التعرض الطويلة ووجود الأكسجين قد تسهم في زيادة تدهور الليكوبين (Preedy، 2012).

درس (Yusufe وزملاؤه، 2017) تأثير درجة حرارة التجفيف ومدته في خصائص البندورة المجففة، حيث أوضحت النتائج أن الحموضة الكلية، والمواد الصلبة الذائبة الكلية وقدرة امتصاص الماء زادت بشكل معنوي بسبب تأثير درجة الحرارة ومدة التجفيف، في حين انخفض الرقم الهيدروجيني ونشاط الماء مع زيادة درجة حرارة التجفيف ومدته، إذ أدى التجفيف عند 70 درجة مئوية لمدة (7 ساعات) للحصول على بندورة مجففة ذات خصائص حسية وبنوية أفضل، بينما أدت درجات الحرارة الأعلى (80، 90 درجة مئوية) وزمن التجفيف الأطول (9 ساعات) إلى انخفاض جودة البندورة المجففة بشكل كبير.

درس (Azeez وزملاؤه، 2017) تأثير مدة ودرجة حرارة التجفيف في النشاط المضاد للأكسدة ومحتوى الفينولات والفلافونيدات والليكوبين لشرائح البندورة، حيث لاحظ وجود انخفاض كبير في النشاط المضاد للأكسدة لجميع شرائح البندورة المعالجة حرارياً في جميع درجات الحرارة عند 150 إلى 300 دقيقة مقارنةً بعينة الشاهد، في حين زاد النشاط المضاد للأكسدة لشرائح البندورة مع زيادة درجة الحرارة من 50 إلى 70 درجة مئوية ولكنه انخفض مع طول مدة التجفيف من 30 إلى 300 دقيقة، ولاحظ أيضاً وجود انخفاض معنوي في المحتوى من الفينولات عند جميع درجات الحرارة المستخدمة (50، 60، 70) و مدة تجفيف أعلى من 150 دقيقة مقارنة مع الشاهد. كما وجد تحسن كبير في محتوى الفلافونيدات عند درجات حرارة التجفيف المستخدمة لمدة زمنية أقصر، لكنه انخفض بشكل معنوي مع زيادة مدة التجفيف.

2-9- تأثير عملية التخزين:

تسبب مرحلة الحصاد غير السليمة وظروف النضج ونقص مرافق التخزين المناسبة خلال مدة الحصاد (الذروة) إلى حدوث خسائر عالية أثناء الحصاد والنقل والتسويق في البلدان النامية تتراوح ما بين (20%) إلى (50%) وبالتالي يتم بيع جزء كبير من المحصول بسعر رخيص جداً (Kitinoja و AlHassan ، 2012؛ Mibulo وزملاؤه، 2020).

تتأثر جودة المنتجات المجففة بالتنوع الخاص للمواد الخام فضلاً عن خصائصها (مثل البنية والنضج)، طرائق التجفيف وظروف التخزين. وقد تحدث العديد من التغيرات الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية في الغذاء أثناء التجفيف والتخزين، مما يؤدي إلى خسائر في الجودة (Kumar وزملاؤه، 2015).

في دراسة أجراها (Shi و Maguer، 2000)، وجد أن الضرر التأكسدي في البندورة أثناء عملية التجفيف والتخزين حدث نتيجة التماكب والأكسدة (Zanoni وزملاؤه، 1998؛ Toor و Savage، 2006؛ Sharma و Maguer، 1996؛ Zanoni وزملاؤه، 2000).

تحتوي منتجات المخازن على كمية عالية من الدهون والزيوت التي تتأكسد ببطء أثناء التخزين مما يؤدي إلى التزنخ وتدهور الصفات الحسية للمنتج، ومع ذلك يمكن منع الأكسدة الذاتية للدهون أو الزيوت في هذه المنتجات

باستخدام مضادات الأكسدة (Bhat وزملاؤه، 2020). حظي استخدام مضادات الأكسدة الطبيعية المشتقة من النباتات باهتمام كبير في السنوات الأخيرة (Dillard وGerman، 2000) بسبب السمية المرتبطة باستخدام مضادات الأكسدة الاصطناعية مثل بوتيل هيدروكسي الأنيسول وبوتيل هيدروكسي التولوين (Gazzani وزملاؤه، 1998)، ولذا يمكن استخدام مسحوق البندورة ومستخلصها كمصدر طبيعي لمضادات الأكسدة في منتجات المخابز لإطالة مدة صلاحيتها وزيادة جودتها الغذائية (Stajcic وزملاؤه، 2015).

في دراسة أجراها (Bhat وزملاؤه، 2020) وجد أن تخزين الكعك المدعم بمسحوق البندورة لمدة 9 أشهر تسبب بانخفاض معنوي في محتوى الكعك من الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة، ويعزى ذلك إلى تدهور مركبات البولي فينول أثناء مدة التخزين، كما لوحظ زيادة معنوية في قيمة مؤشر السطوع (L) وانخفاض مؤشري اللون الأحمر (a) والأصفر (b).

البسكويت عبارة عن منتجات حساسة للرطوبة وبالتالي قابلة لتطور التزنخ التأكسدي والتزنخ بالحلمهة بمحتوى رطوبي منخفض جداً، حيث أن المحتوى الرطوبي للبسكويت المخزن يعتمد بشكل أساسي على معدل انتقال بخار الماء لمواد التغليف وظروف التخزين، وقد بين (Kumar وزملاؤه، 2014) اختلاف المحتوى الرطوبي لعينات البسكويت بشكل معنوي خلال الثلاثين يوماً الأولى من التخزين، ولم يتغير المحتوى الرطوبي خلال مدة التخزين الإضافية البالغة 45-120 يوماً.

يمكن أن تُفقد معظم مضادات الأكسدة أثناء الخبز والتخزين وفي درجة حرارة عالية تخضع معظم هذه المواد للتحلل، بينما وجد (Kumar وزملاؤه، 2014) أن النشاط المضاد للأكسدة في البسكويت لم يتغير أثناء الخبز والتخزين، وقد بين أن مدة صلاحية البسكويت لا تقل عن 3 أشهر عند التخزين على درجة حرارة 27 درجة مئوية.

الفصل الثالث

مواد البحث وطرائقه

3- مواد البحث وطرقه:

3-1- مواد البحث:

3-1-1- **تفل البندورة**: تم شراء البندورة صنف شروق الطازجة والسليمة تامة النضج من السوق المحلية لمدينة

دمشق، وتم عصرها والحصول على تفل البندورة. أُجريت الاختبارات في مخابر قسم علوم الأغذية-كلية الزراعة-جامعة دمشق ومخابر الهيئة العامة للتقانة الحيوية، بمعدل ثلاثة مكررات لكل اختبار.

كما تم شراء دقيق القمح، السكر، بيكربونات الصوديوم، كلوريد الصوديوم، الغلوكوز، المادة الدسمة (زبدة حيوانية) من السوق المحلية لمدينة دمشق.

3-1-2- المواد الكيميائية:

تم الحصول على الجذر الحر 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) وكاشف فولين (Folin-ciocalteu) وتراي إيتانول أمين (85%) والإيتانول من شركة Sigma-ألمانيا.

3-2- طرق البحث:

3-2-1- تحضير مسحوق تفل البندورة المجفف:

عُصرت ثمار البندورة للحصول على تفل البندورة الطازج وذلك بفصل العصير عن التفل باستخدام مصفاة مناسبة، جُفف تفل البندورة باستخدام فرن تجفيف بالهواء الساخن نوع (Memmert-ألمانيا) على درجة حرارة 40°م، واستغرقت عملية التجفيف 24 ساعة، طُحن تفل البندورة المجفف باستخدام مطحنة كهربائية نوع (Amanda-سورية) حتى الحصول على مسحوق ناعم ثم نُخل المسحوق باستخدام منخل مناسب، عُبئت عينات المسحوق في أكياس بولي إيثيلين لحين إجراء الاختبارات (Yilmaz وزملاؤه، 2017).

3-2-2- تصنيع البسكوييت الوظيفي:

صُنِعَ البسكوييت وفقاً للطريقة الموصوفة من قبل (Tyagi وزملاؤه، 2007) مع بعض التعديلات حيث

تضمنت المكونات التالية:

100 غ دقيق القمح، 53 غ سكر، 26.5 غ زبدة حيوانية، 1.1 غ غلوكوز، 1.1 غ بيكربونات الصوديوم،

0.89 غ كلوريد الصوديوم، 12 مل ماء. شُكِّل البسكوييت بسماكة 2 ملم وخُبزت العينات في فرن كهربائي منزلي

على درجة حرارة 180 م° لمدة 10 دقائق، ثم تُرك البسكوييت المصنع ليبرد على درجة حرارة الغرفة.

صُنِعَ البسكوييت المدعم بمسحوق تفل البندورة عن طريق استبدال جزء من دقيق القمح بثلاث نسب

مختلفة من مسحوق تفل البندورة (5%، 10% و 15%) في تحضير عجينة البسكوييت الوظيفي.

الجدول (5) مكونات البسكوييت المُصنع

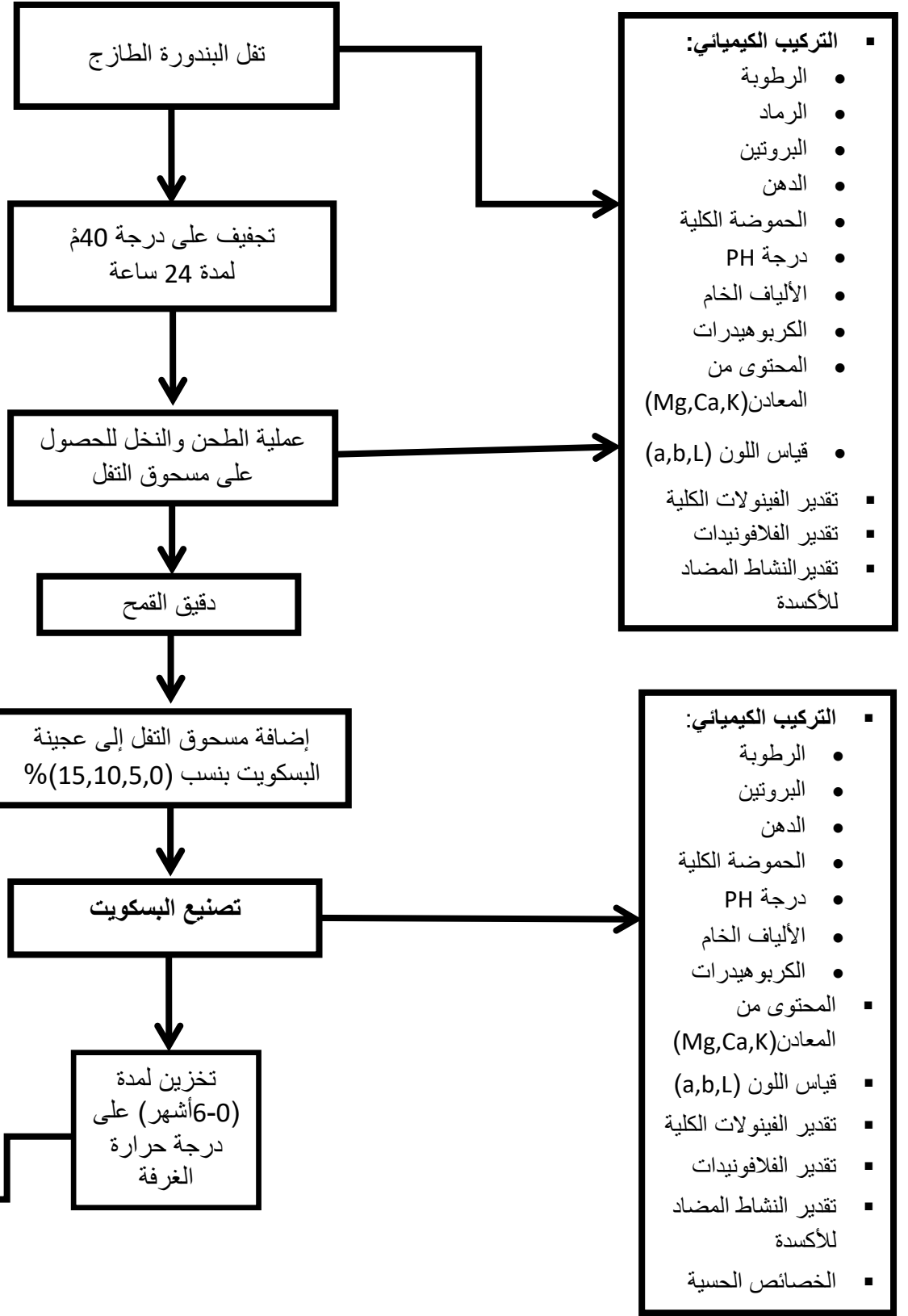
المكونات	البسكوييت الشاهد	البسكوييت 5%	البسكوييت 10%	البسكوييت 15%
دقيق القمح(غ)	500	475	450	425
تفل البندورة(غ)	–	25	50	75
سكر(غ)	265	265	265	265
زبدة حيوانية(غ)	132.5	132.5	132.5	132.5
غلوكوز(غ)	5.5	5.5	5.5	5.5
بيكربونات الصوديوم(غ)	5.5	5.5	5.5	5.5
كلوريد الصوديوم(غ)	4.45	4.45	4.45	4.45
ماء(مل)	60	60	60	60

المصدر: (Tyagi وزملاؤه، 2007)

عُبِثَت عينات البسكوييت في أكياس بولي إيثيلين، وأُجريت الاختبارات الكيميائية والفيزيائية أثناء التخزين

على درجة حرارة الغرفة خلال الزمن (صفر و 6) أشهر.

مخطط البحث



3-2-3- الاختبارات الكيميائية:

1-3-2-3- الرطوبة:

قُدِّرَت الرطوبة باستخدام فرن التجفيف الكهربائي على درجة حرارة 105م° حتى ثبات الوزن حسب (AOAC، 2005).

2-3-2-3- الرماد:

قُدِّرَ الرماد باستخدام المرمدة الكهربائية على درجة حرارة 550م° حتى ظهور اللون الرمادي الفاتح (ثبات الوزن) حسب (AOAC، 2005).

3-3-2-3- الدهن:

قُدِّرَ الدهن باستخدام جهاز سوكسليت حسب (AOAC، 2005).

4-3-2-3- البروتين:

قُدِّرَ البروتين باستخدام طريقة كدادل حسب (AOAC، 2005).

5-3-2-3- الألياف:

قُدِّرَت الألياف بطريقة (Kang وزملاؤه، 1999) عن طريق أخذ 1 غ من العينة المستخلصة بالإيتر البترولي والخالية من الدهن في دورق وأضيف لها 200 مل من حمض الكبريت المخفف تركيزه (1.25%) ثم الغليان لمدة 30 دقيقة. ثم نُقِلَت المحتويات لدورق آخر وأضيف لها هيدروكسيد الصوديوم تركيزه (1.25%) وتم الغليان مرة أخرى لمدة 30 دقيقة بوجود المكثف ثم تمت فلترة محتويات العينة وغُسِلَت بماء مغلي ثم بالإيتانول، ثم جُفِفَت المواد المتبقية (W_r) ثم رُمِدَت بالمرمدة على درجة حرارة 660م° ووزنت بعد الترميد وحُسِبَت نسبة الألياف وفق التالي:

$$\text{الألياف الخام \%} = [W_s / (W_r - W_a)] * 100$$

حيث إن W_r : كتلة المواد المتبقية بعد التجفيف، W_a : كتلة الرماد (غ)، W_s : كتلة العينة (غ).

3-2-3-6 الكربوهيدرات:

قُدِّرَت الكربوهيدرات حسب (Silva وزملاؤه، 2018) وفق المعادلة التالية:

$$\text{الكربوهيدرات \%} = 100 - (\% \text{الرطوبة} + \% \text{الرماد} + \% \text{البروتين} + \% \text{الدهن} + \% \text{الألياف}).$$

3-2-3-7 الحموضة الكلية ودرجة الـ pH:

قُدِّرَت الحموضة الكلية بالمعايرة بمحلول ماءات الصوديوم NaOH (N 0.1) بوجود مشعر فينول

فتالئين وتم التعبير عن النتائج كنسبة مئوية على أساس حمض الستريك، وقيس رقم الـ pH باستخدام جهاز pH-meter (Precisa pH 900 - سويسرا) حسب (AOAC، 2005).

3-2-3-8 المعادن:

قُدِّرَ عنصر البوتاسيوم وفق طريقة (Pratt و Chapman، 1961؛ Solhjoo وزملاؤه، 2017)

باستخدام جهاز (Flame Photometer، تصنيع المملكة المتحدة). وُزن 5 غ من العينة ووضعت في المرمدة على درجة حرارة 550° م لمدة ثمان ساعات، خلَّت العينة بـ 2 مل حمض كلور الماء 25%، ونُقِلَت العينة نقلاً كميّاً بالماء المقطر إلى دورق معياري سعة 50 مل وأُكْمِلَ الحجم بالماء المقطر إلى 50 مل، ثم وُضِعَت في حمام مائي على درجة حرارة 60° م لمدة نصف ساعة، ثم أُخِذَ 1 مل من المستخلص السابق وأُكْمِلَ الحجم بالماء المقطر حتى 100 مل. ثم أُخِذَت القراءة بواسطة جهاز Flame Photometer. حُسِبَ تركيز عنصر البوتاسيوم في العينة وفق المعادلة التالية:

$$\text{البوتاسيوم (ppm)} = \text{قراءة الجهاز} \times 100 \times 10$$

قُدِّرَ عنصر المغنيزيوم والكالسيوم باستخدام طريقة الفرسينات: وفق (Lee و Campbell، 1969).

حُضِرَ مستخلص العينة وذلك بأخذ 5 غ عينة وترميدها وغُسِلَت بحمض كلور الماء 25%، وأُكْمِلَ الحجم إلى 50 مل بالماء المقطر. قُدِّرَ الكالسيوم عن طريق سحب 5 مل من مستخلص العينة بواسطة ماصة إلى دورق زجاجي وأُضِيفَ لها 2 مل هيدروكسيد الصوديوم (5) نظامي و3 مل تري إيتانول أمين (85%) وأُضِيفَ

لها ثلاث نقاط من مشعر الميروكسيد. أُجريت المعايرة بالفرسين EDTA (اتيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخل) حتى الوصول إلى اللون البنفسجي. حُسب تركيز عنصر الكالسيوم في العينة وفق المعادلة التالية:

$$\text{عدد ميلي مكافئات الكالسيوم/100 غ} = \frac{\text{حجم EDTA} \times \text{نظامية EDTA} \times 500}{\text{حجم المستخلص المأخوذ للمعايرة}}$$

$$\text{لكالسيوم \%} = \text{ثابت الكالسيوم} \times (\text{عدد ميلي مكافئات الكالسيوم/100 غ}) \div 1000$$

$$\text{الكالسيوم (ppm)} = \% \text{ للكالسيوم} \times 10000$$

قُدِّر عنصر المغنيزيوم عن طريق سحب 5 مل من مستخلص العينة بوساطة ماصة إلى دورق زجاجي وأضيف لها 3 مل ترائي إيتانول أمين وأضيفت نقطتان من مشعر أيروكروم بلاك. أُجريت المعايرة بالفرسين (EDTA) حتى الوصول إلى اللون الأزرق. حُسب تركيز عنصر المغنيزيوم في العينة وفق المعادلة التالية:

$$\text{المغنيزيوم (ppm)} = \% \text{ للمغنيزيوم} \times 10000$$

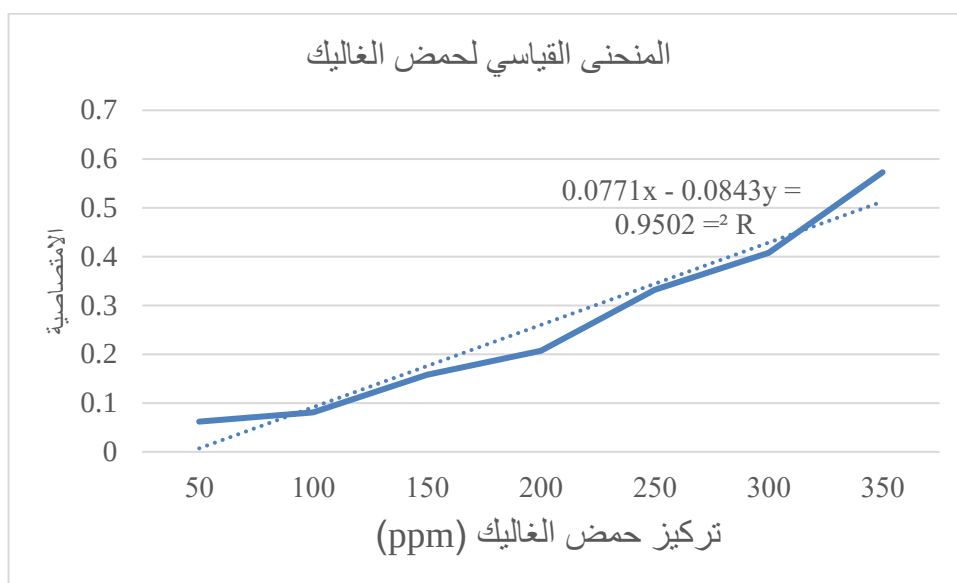
3-2-3-9- تقدير الفينولات الكلية:

استخلصت الفينولات الكلية وفقاً لطريقة (Wada و Ou، 2002). حيث أضيف (30) مل إيتانول مطلق إلى (1) غ من العينة ومُزجت مزجاً جيداً باستخدام محرك مغناطيسي مدة (15) دقيقة وتُركت 24 ساعة على درجة حرارة الغرفة، وبعدها تُقَلَّت العينات باستخدام جهاز طرد مركزي (MPW-351-بولندا) 3000/دقيقة ثم أُخذ السائل الرائق للتحليل.

قُدِّرَت الفينولات الكلية باستخدام كاشف فولين (Folin-Ciocalteu) حسب طريقة (Asami وزملائه، 2003) مع بعض التعديل إذ أُخذ (2) مل من العينة المحضرة مسبقاً وأضيف لها (3) مل من الماء المقطر، و (0.2) مل من كاشف فولين ووضعت في دورق معياري سعة (10) مل ثم رُج المزيج باستخدام محرك الأنابيب لمدة دقيقتين وأضيف إليها (4) مل من كربونات الصوديوم Na_2CO_3 (7) % وأكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة، خُلط المزيج السابق وتُرك مدة ساعتين في مكان مظلم في درجة حرارة الغرفة، ثم رُشِح وقيست

امتصاصيته باستخدام جهاز المطياف الضوئي (France Optizim 3000 plus) عند طول موجة (750 نانومتر).

استعمل حمض الغاليك كمحلول معياري مرجعي لتحضير المنحني المعياري بتركيز يتراوح من (0-350 مغ حمض غاليك/1000مل)، وتم التعبير عن النتائج بـ(مغ مكافئ حمض غاليك/100غرام) على أساس الوزن الجاف. ويبين الشكل (1) المنحني المعياري لحمض الغاليك:



الشكل (1): المنحني المعياري لحمض الغاليك

3-2-3-10- تقدير المحتوى من الفلافونيدات الكلية:

قُدِّرَ المحتوى من الفلافونيدات الكلية باستخدام جهاز المطياف الضوئي وفق طريقة (Polshettiwar وزملائه، 2007) وذلك باستخدام كلوريد الألمنيوم، حيث أُخذ (1) مل من المستخلص المحضر مسبقاً ووضِعَ في دورق معياري سعة (10) مل يحتوي على (4) مل ماء مقطر، أُضيف إلى الدورق (0.3) مل نترات الصوديوم NaNO_2 (5%)، وبعد 5 دقائق أُضيف (0.3) مل كلوريد الألمنيوم AlCl_3 (10%)، وبعد 6 دقائق أُضيف (2) مل هيدروكسيد الصوديوم NaOH (1) نظامي وأُكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة، مُزجت المحاليل جيداً

وقيست الامتصاصية باستخدام جهاز المطياف الضوئي (France Optizim 3000 plus) عند طول موجة (510) نانومتر .

أستخدم الكويرسيتين quercetin لعمل منحنى عياري وعُبرَ عن النتائج بـ (مغ كويرسيتين /100 غ) على أساس الوزن الجاف.

3-2-3-11- تعيين النشاط المضاد للأكسدة Antioxidant Activity Assay وفق طريقة

:DPPH

قيس النشاط المضاد للأكسدة بتعيين النشاط الكابح للجذور الحرة حسب طريقة الجذر الحر ثنائي فينيل بيكريل هيدرازيل (DPPH): 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl حسب (Batchvarov و Marinova، 2011) وفق الآتي: أُضيف إلى مستخلص العينة الكحولي (1 غ عينة في 100 مل إيثانول) نفس الحجم من محلول الـ DPPH (60 ميكرومول في الإيثانول)، ثم مُزج المستخلص الكحولي مع محلول الـ DPPH جيداً وتُرك المزيج مدة (30) دقيقة في مكان مظلم، قُيست الامتصاصية عند طول موجة 517 نانومتر . حُسبت النسبة المئوية للنشاط المضاد للأكسدة حسب المعادلة التالية:

$$\% \text{ للنشاط المضاد للأكسدة} = \frac{\text{امتصاصية الشاهد} - \text{امتصاصية العينة}}{\text{امتصاصية الشاهد}} \times 100$$

3-2-4- تقدير مؤشرات اللون (L, a, b):

عُينت مؤشرات اللون للعينات المدروسة السطوع (L) والاحمرار (a) والاصفرار (b) باستخدام جهاز قياس اللون (Hunter Lab) من النوع Chroma Meter CR-410 ياباني المنشأ، حيث عویر الجهاز مسبقاً بالقرص الأبيض المزود به الجهاز (Ahsan و Bhat، 2015).

3-2-5- التقييم الحسي:

قُيِّم البسكويت الوظيفي حسيّاً من حيث درجة اللون والقوام والطعم والرائحة والقبول العام باستخدام مقياس Hedonic Scale وفق مقياس عددي من (1-9) حسب (Larmond، 1997).

ويبدأ الاختبار وفق الترتيب التالي:

9.....منتهى الرغبة

8.....رغبة شديدة جداً

7.....رغبة عادية

6.....رغبة قليلة

5.....لا أكرهها ولا أكرهها

4.....أكرهها قليلاً

3.....أكرهها باعتدال

2.....أكرهها بشدة

1.....منتهى الكره

3-2-6- التحليل الإحصائي:

حلّلت النتائج باستخدام برنامج SPSS بواقع ثلاثة مكررات لكل اختبار ثم حُسبت المتوسطات والانحراف

المعياري لها والفروق المعنوية بين المتوسطات بحساب قيمة LSD عند مستوى معنوية ($P \leq 0.05$) وعُبر عن

النتائج كمتوسطات $\pm$ الانحراف المعياري.

الفصل الرابع

النتائج والمناقشة

4- النتائج والمناقشة:

4-1- نتائج دراسة بعض المؤشرات الكيميائية لتقل البندورة الطازج:

جدول (6): دراسة بعض المؤشرات الكيميائية لعينة تقل البندورة الطازج (على أساس الوزن الجاف)

تقل البندورة الطازج			
0.65±21.81	البروتين %	0.41±86.86	الرطوبة %
1.84±23.89	الكربوهيدرات %	0.66±7.28	الرماد %
0.30±35.89	الألياف %	1.12±11.13	الدهن %
0.06±4.51	درجة الـ pH	0.05±2.44	الحموضة الكلية *
1.63±38.72	الفلافونيدات الكلية ***	5.04±443.63	الفينولات الكلية **
2.10±63.64		%النشاط المضاد للأوكسدة	

*% على أساس حمض ستريك، **مغ مكافئ حمض غاليك/100 غرام وزن جاف، *** مغ كويرسيتين/100 غرام وزن جاف

يوضح الجدول (6) نتائج متوسطات قيم بعض المؤشرات الكيميائية لتقل البندورة الطازج، حيث بلغت نسبة الرطوبة (86.86) %، وقد اتفقت هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Ibrahim وزملاؤه، 2017) وكانت هذه النتيجة قريبة مما توصل إليه (Jadav، 2014) حيث بيّن أن محتوى تقل البندورة من الرطوبة بلغ (86.6 و 84.71) % على التوالي، وقد تم الوصول إلى قيم مماثلة أو مختلفة لمحتوى الرطوبة من قبل دراسات أخرى، حيث وجد (Kalogeropoulos وزملاؤه، 2012) أن محتوى الرطوبة بلغ (73.85) %، وتوصل (Del Valle وزملاؤه، 2006) إلى أن محتوى الرطوبة لتقل البندورة تراوح بين (64.85 و 92.55) %، كما وجد (Knoblich وزملاؤه، 2005) أن محتوى الرطوبة لقشور البندورة (90) %، وللبنّور (91.2) %، وبين (Lavelli و Torresani، 2011) أن المحتوى الرطوبي تراوح بين (90 و 92.7) %، وتعود هذه الاختلافات في محتوى الرطوبة بين عينات التقل لاختلاف الصنف وظروف المعالجة المطبقة مثل استخدام المياه أو عدم استخدامها لنقل المخلفات للتخلص النهائي. وهذا المحتوى العالي من الرطوبة يجعل تقل البندورة عرضة للتدهور الفيزيائي والكيميائي والميكروبيولوجي لذا يلزم إجراء عملية تجفيف لتقل البندورة لتجنب التدهور والسماح بتخزينه قبل استخدامه.

بلغ محتوى ثقل البندورة من البروتين (21.81%) محسوبة على أساس الوزن الجاف وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (Del Valle وزملاؤه، 2006)، ومع ما توصل إليه (Silva وزملاؤه، 2018) حيث وجدوا أن محتوى ثقل البندورة من البروتين تراوح بين (16.81 و 23.25%) على أساس الوزن الجاف.

يعد الرماد من المكونات المهمة إذ يعبر عن محتوى المادة الغذائية من العناصر المعدنية، حيث بلغ محتوى ثقل البندورة من الرماد (7.28%) على أساس الوزن الجاف، وهذه النسبة أقل مما توصل إليه (Bhat وزملاؤه، 2017) بأن محتوى ثقل البندورة (8.59%) (على أساس الوزن الجاف)، بينما أشار كل من (Knoblich وزملاؤه، 2005) و (Silva وزملاؤه، 2018) بأن ثقل البندورة يحتوي على (5.18%)، (4.02%) رماد (وزن جاف) على التوالي، ويعود هذا الاختلاف في النتائج إلى اختلاف الصنف.

تعد الدهون من العناصر الغذائية الأساسية للحفاظ على وظائف الجسم الطبيعية، ومصدر مهم للفيتامينات الذوابة في الدهون، وتشكل المصدر الأكثر تركيزاً للطاقة في النظام الغذائي (Namir وزملاؤه، 2015^b) ويزداد محتوى الدهن بزيادة نسبة البذور في ثقل البندورة، حيث بلغت نسبة الدهن في ثقل البندورة (11.13%) وزن جاف، وقد توافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه (Silva وزملاؤه، 2018)، حيث بين أن محتوى ثقل البندورة من الدهن تراوح ما بين (11.17 و 16.73%)، بينما توصل (Kalogeropoulos وزملاؤه، 2012) بأن ثقل البندورة الذي تم جمعه من مصنع معالجة يوناني احتوى على (6.88%) دهن (على أساس الوزن الجاف).

تعد الكربوهيدرات المكوّن الأكبر في ثقل البندورة حيث بلغت (23.89%) وزن جاف، وأشار (Jadav، 2014) إلى أن محتوى الكربوهيدرات في ثقل البندورة الطازج بلغ (29.49%) على أساس الوزن الجاف، ويعود هذا الاختلاف إلى اختلاف الصنف وظروف الزراعة وبالتالي اختلاف التركيب الكيميائي للبندورة.

تشكل الألياف المركب الرئيس في ثقل البندورة إذ يمكن أن تتجاوز نسبتها 50% على أساس الوزن الجاف، وقد بلغت نسبة الألياف في مسحوق ثقل البندورة المدروس (35.89%) وزن جاف، وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Del Valle وزملاؤه، 2006؛ Namir وزملاؤه، 2015^a) و (FAO، 2011) الذين أشاروا إلى أن نسبة الألياف تتراوح ما

بين (25.4 و 50%) و (33 و 57%) على التوالي، وتوصل (Aghajanzadeh وزملاؤه، 2010) إلى أن نسبة الألياف تراوحت ما بين (20.8 و 23.5)% وزن جاف.

بلغت الحموضة الكلية في ثقل البندورة الطازج (2.44)% كحمض ستريك الجدول (6)، وتوافقت هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Bhat و Ahsan، 2018)، حيث وجد أن محتوى ثقل البندورة الطازج من الحموضة الكلية بلغ (2.26)% (محسوبة على أساس الوزن الجاف).

أظهرت النتائج الواردة في الجدول (6) أن قيمة رقم الـ pH لثقل البندورة الطازج بلغت (4.51)، وقد اقتربت هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Weissd وزملاؤه، 1997؛ Denek و Can، 2006)، حيث لوحظ أن رقم الـ pH لثقل البندورة الطازج بلغ 4.08 و 4.05 على التوالي، كما تتفق مع ما أشار إليه (Aboagye-Nuamah وزملاؤه، 2018) بأن قيمة رقم الـ pH البندورة الطازجة تراوحت بين 4.3 و 5.3.

يتأثر محتوى ثقل البندورة من المركبات الفينولية بشكل كبير بصنف البندورة والجزء من الثمرة (Ćetković وزملاؤه، 2012). إذ بلغ محتوى ثقل البندورة الطازج من الفينولات الكلية (443.63) مغ مكافئ حمض غاليك/100 غ (على أساس الوزن الجاف)، وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Ćetković وزملاؤه، 2012) في دراسة لتقدير محتوى الفينولات لثقل 6 أصناف من البندورة إذ تراوح ما بين (179 و 521) مغ مكافئ حمض غاليك/100 غ وزن جاف، كما اتفقت مع ما أشار إليه (Choi وزملاؤه، 2014) في دراسته بأن المحتوى من الفينولات الكلية في البندورة تراوح ما بين (64.6 و 440.0) مغ مكافئ حمض غاليك/100 غ وزن جاف، بينما وجد (Toor و Savage، 2005) بأن محتوى أجزاء ثقل البندورة (القشور واللب والبذور) من الفينولات بلغ (613.07، 336.32 و 407.34) مغ مكافئ حمض غاليك/100 غ وزن جاف على التوالي. وفي دراسة أجراها (Kalogeropoulos وزملاؤه، 2012) وجد اختلافات طفيفة في محتوى الفينولات بين البندورة الطازجة (977.93 مغ مكافئ حمض غاليك / 100 غ) والمنتجات الثانوية (النقل) (945.28 مغ مكافئ حمض غاليك/100 غ) محسوبة على أساس الوزن الجاف. ويعود هذا الاختلاف إلى عدة

عوامل منها نوع الصنف، الموقع الجغرافي ودرجة النضج ونوع المعالجة، علاوة على ذلك يمكن أن تعزى الاختلافات الكبيرة في التركيب إلى عوامل وراثية (Szabo وزملاؤه، 2019).

بلغ محتوى ثقل البندورة الطازج من الفلافونيدات الكلية (38.72) مغ كويرسيتين/100 غ (على أساس الوزن الجاف)، وقد اتفقت هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Fărcaș وزملاؤه، 2019) في دراسته لتركيز الفلافونيدات لثلاثة أصناف من ثقل البندورة المجمد والتي بلغت (32.02، 22.94، 40.03) مغ كويرسيتين/100 غ وزن جاف، بينما أشار (Khalaf وزملاؤه، 2014) أن ثقل البندورة يحتوي على (90.60) مغ كويرسيتين/100 غ وزن جاف، ويعود هذا التباين في تركيز الفلافونيدات إلى نوع الصنف ومرحلة الحصاد (Martinez-Valverde وزملاؤه، 2002).

يُعد ثقل البندورة نظراً لاحتوائه على كمية كبيرة من القشور والبذور مصدراً مهماً لمضادات الأكسدة الطبيعية (Savatović وزملاؤه، 2010). حيث بلغت النسبة المئوية للنشاط المضاد للأكسدة في ثقل البندورة الطازج (63.64)% الجدول (6)، وقد اتفقت هذه النتيجة مع ما ذكره (Khalaf وزملاؤه، 2014) بأن النشاط المضاد للأكسدة في ثقل البندورة تراوح من (35.53)% إلى (69.06)%، في حين لم تتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Chandra و Ramalingam، 2011) و (Silva وزملاؤه، 2018) بأن النشاط المضاد للأكسدة لثقل البندورة الطازج تراوح بين (40.6 و 55.3)% و (17.1 و 31.35)% على التوالي، وكانت النتيجة أقل مما توصل إليه (Elbadrawy و Sello، 2016) بأن محتوى قشور البندورة من النشاط المضاد للأكسدة تراوح بين (86.4 و 97.32)%، وقد يعزى الاختلاف في محتوى النشاط المضاد للأكسدة إلى التنوع الجيني للأصناف (Chandra و Ramalingam، 2011)، كما يمكن أن تتأثر مضادات الأكسدة في النباتات بعدة عوامل بما في ذلك طريقة الزراعة أو الظروف البيئية، مرحلة النضج، الأنواع والأصناف، أو ظروف التخزين والمعالجة (نسبة القشور واللبن والبذور في الثقل) (Radzki وزملاؤه، 2014؛ Nour وزملاؤه، 2015).

4-2- نتائج دراسة بعض المؤشرات الكيميائية لمسحوق تفل البندورة المجفف:

الجدول (7): دراسة بعض المؤشرات الكيميائية لعينة مسحوق تفل البندورة المجفف (% على أساس الوزن الجاف)

مسحوق تفل البندورة			
1.71±20.35	البروتين %	1.63±14.15	الرطوبة %
2.79±25.58	الكربوهيدرات %	0.19±7.37	الرماد %
0.31±35.93	الألياف %	1.43±10.86	الدهن %
0.08±4.17	درجة الـ pH	0.09±2.73	الحموضة الكلية *
1.16±35.94	الفلافونيدات الكلية ***	6.83±248.04	الفينولات الكلية **
0.47±54.01		% النشاط المضاد للأكسدة	

* % على أساس حمض ستريك، ** مغ مكافئ حمض غاليك/100 غرام وزن جاف، *** مغ كويرسيتين/100 غرام وزن جاف

يوضح الجدول (7) نتائج متوسطات قيم بعض المؤشرات الكيميائية لمسحوق تفل البندورة، حيث بلغت نسبة الرطوبة (14.15%) وقد توافقت هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Ibrahim وزملاؤه، 2017) حيث بين أن محتوى تفل البندورة المجفف من الرطوبة بلغ (14.02)%. وبلغ محتوى مسحوق تفل البندورة من البروتين (20.35) %، وتوافقت النتائج مع ما توصل إليه (Del Valle وزملاؤه، 2006؛ Cabrera وزملاؤه، 1984؛ Alvarado وزملاؤه، 1999؛ Del Valle، 2004) حيث وجدوا أن محتوى مسحوق تفل البندورة من البروتين تراوح ما بين (15.4 و 23.7) % وزن جاف، وكانت أقل مما توصل إليه (Yitbarek، 2013) والذي بين أن تفل البندورة المجفف يحتوي على (26.8) % وزن جاف بروتين، ويعود هذا الاختلاف إلى تباين الأصناف المدروسة واختلاف ظروف الزراعة.

بلغ محتوى مسحوق تفل البندورة من الرماد (7.37) % وزن جاف، وقد توافقت هذه النتائج مع ما أشار إليه (Ahsan و Bhat، 2015) و (Ibrahim وزملاؤه، 2017) بأن مسحوق تفل البندورة يحتوي على (7.25، 7.99) % وزن جاف رماد على التوالي، بينما توصل كل من (Del Valle وزملاؤه، 2006؛ Namir وزملاؤه، 2015^a)، إلى أن محتوى مسحوق تفل البندورة من الرماد تراوح بين (4.4-6.8) % وزن جاف، ويعود هذا الاختلاف في النتائج إلى اختلاف العوامل الوراثية.

يزداد محتوى الدهن بزيادة نسبة البذور في ثقل البندورة، حيث بلغت نسبة الدهن في مسحوق ثقل البندورة (10.86)% وزن جاف، وقد توافقت هذه النتيجة مع ما وجدته (Amirkolaie وزملاؤه، 2015) بأن محتوى ثقل البندورة المجفف من الدهن بلغ (10.7)%، ومع ما توصل إليه (So وزملاؤه، 2019) حيث وجد أن محتوى ثقل البندورة المجفف من الدهن تراوح ما بين (3.98 و 15.9)% وزن جاف، بينما توصل كل من (Aghajanzadeh وزملاؤه، 2010؛ Yitbarek، 2013) إلى أن ثقل البندورة المجفف يحتوي على (15.7)% و(11.9)% دهن على التوالي، وأشار (Del Valle وزملاؤه، 2006) إلى أن نسبة الدهن بلغت (5.85)% وزن جاف، ويعود هذا الاختلاف إلى الأصناف ونسبة البذور في ثقل البندورة حيث يمكن أن يزيد محتوى الدهن عن (20)% إذا كانت نسبة البذور عالية (Battaglini و Costantini، 1978).

بلغت نسبة الكربوهيدرات في ثقل البندورة (25.58)%، وتتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Tomić وزملاؤه، 2016) الذي أشار إلى أن محتوى الكربوهيدرات في مسحوق ثقل البندورة بلغ (25.39)% على أساس الوزن الجاف.

بلغت نسبة الألياف في مسحوق ثقل البندورة المدروس (35.93)% وزن جاف، وتتوافق هذه النتيجة مع ما أشار إليه (Bhat وزملاؤه، 2017) بأن محتوى ثقل البندورة المجفف من الألياف بلغ حوالي (38.20)% وزن جاف، كما تتفق مع ما توصل إليه كل من (Del Valle وزملاؤه، 2006؛ Namir وزملاؤه، 2015^a؛ FAO، 2011) الذين أشاروا إلى أن نسبة الألياف على أساس الوزن الجاف تراوحت ما بين (25.4 و 50)% وبين (33 و 57)% على التوالي، بينما توصل (Aghajanzadeh وزملاؤه، 2010) إلى أن نسبة الألياف في الثقل المجفف تراوحت ما بين (20.8 و 23.5)% وزن جاف.

أظهرت النتائج الواردة في الجدول (7) أن الحموضة الكلية في مسحوق ثقل البندورة بلغت (2.73)% محسوبة على أساس حمض ستريك، وكانت هذه النتيجة أعلى مما توصل إليه (Owureku-Asare وزملاؤه، 2018) إذ بلغت الحموضة الكلية في مسحوق البندورة 1.75%، ويعود هذا الاختلاف إلى فقدان حمض الستريك (Anthon وزملاؤه، 2011)، كما أظهرت النتائج أن قيمة pH لمسحوق ثقل البندورة بلغت (4.17)، وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل

إليه (Yusufe وزملاؤه، 2017) حيث تبين أن قيمة pH البندورة المجففة بلغت (4.31)، وقد اقترنت هذه النتيجة مع ما أشار إليه (Owureku-Asare وزملاؤه، 2018) بأن قيمة pH مسحوق البندورة تراوح ما بين (4.08 و 4.16). بلغ محتوى مسحوق ثقل البندورة من الفينولات الكلية (248.04) مغ مكافئ حمض غاليك/100 غ وزن جاف، وتوافقت هذه النتيجة مع ما ذكره (Bhandari و Lee، 2016)، حيث وجد أن محتوى ثقل البندورة المجفف من الفينولات الكلية بلغ (297.88) مغ مكافئ حمض غاليك/100 غ وزن جاف، بينما كانت أقل مما وجدته (Isik و Topkaya، 2016) والذي ذكر أن محتوى مسحوق ثقل البندورة من الفينولات الكلية بلغ (427.81) مغ مكافئ حمض غاليك/100 غ وزن جاف، وأعلى مما توصل إليه (Nour وزملاؤه، 2018) بأن محتوى مسحوق ثقل البندورة من الفينولات الكلية بلغ (122.95) مغ مكافئ حمض غاليك/100 غ وزن جاف، كما وجد (Fărcaș وزملاؤه، 2019) أن محتوى ثقل البندورة المجفف من الفينولات الكلية في أصناف البندورة الإسبانية والتركية والألمانية بلغ (148.0، 202.21، 175.43) مغ مكافئ حمض غاليك/100 غ وزن جاف على التوالي.

توضح النتائج الموضحة في الجدول (7) أن محتوى مسحوق ثقل البندورة من الفلافونيدات الكلية بلغ (35.94) مغ كويرسيتين/100 غ وزن جاف، وكانت هذه النتيجة أقل مما وجدته (Nour وزملاؤه، 2018)، حيث لوحظ أن محتوى مسحوق ثقل البندورة من الفلافونيدات الكلية بلغ (41.53) مغ كويرسيتين/100 غ وزن جاف، كما توافقت هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Fărcaș وزملاؤه، 2019) بأن محتوى مسحوق ثقل البندورة من الفلافونيدات الكلية تراوح ما بين (22.00 و 41.54) مغ كويرسيتين/100 غ وزن جاف.

وبلغت النسبة المئوية للنشاط المضاد للأكسدة في مسحوق ثقل البندورة (54.01) %، توافقت هذه النتيجة مع ما ذكره (Gaafar وزملاؤه، 2015)، الذي وجد أن محتوى النشاط المضاد للأكسدة لمسحوق ثقل البندورة تراوح ما بين (38.31 و 57.11) % حسب نوع المذيب المستخدم في الاستخلاص، بينما كانت أعلى مما توصل إليه (Fărcaș وزملاؤه، 2019) والذي بلغ (29.14) %، وتعود هذه الاختلافات في النتائج إلى اختلاف محتوى المادة الأساسية الطازجة (ثقل البندورة) من الفينولات الكلية والفلافونيدات والمركبات المضادة للأكسدة، فضلاً عن اختلاف المعاملة الحرارية والضوء والظروف التحليلية (Bhandari و Lee، 2016).

4-3- نتائج دراسة محتوى مسحوق تفل البندورة المجفف من المعادن:

الجدول (8): محتوى مسحوق تفل البندورة المجفف من بعض المعادن (K، Ca، Mg) على أساس الوزن الجاف

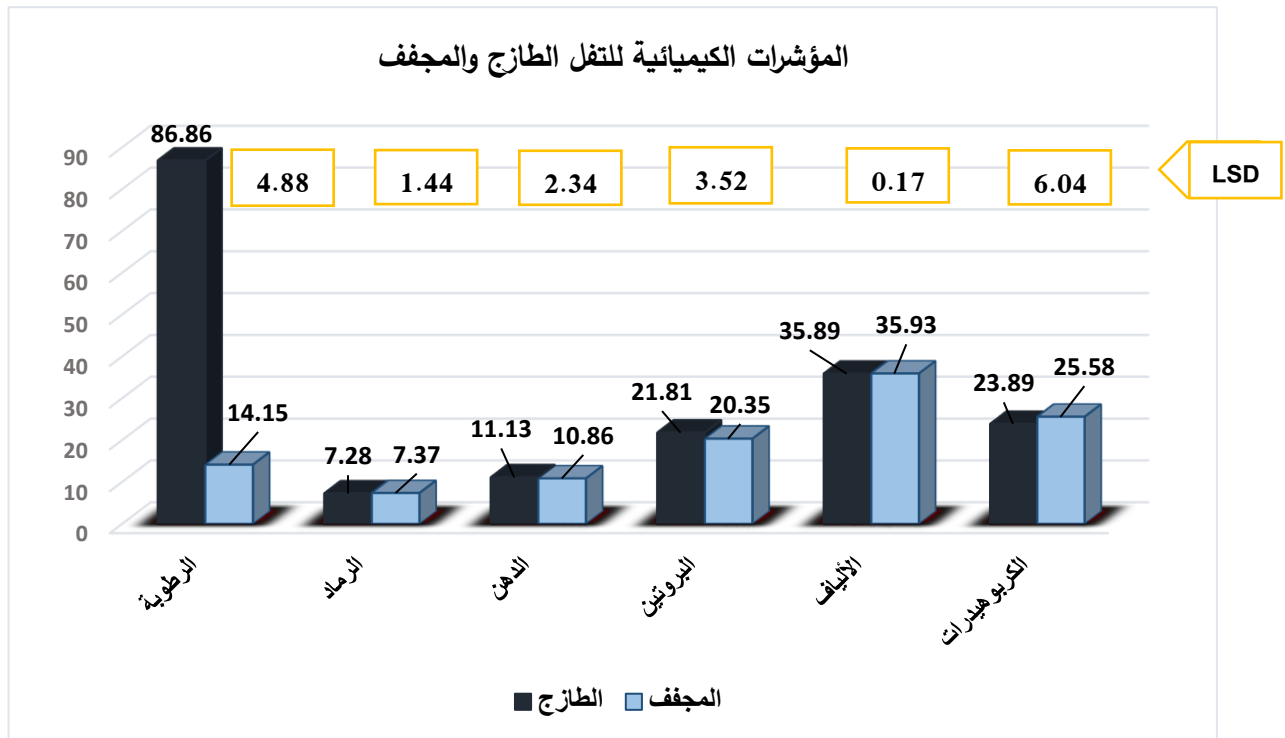
المعادن	مسحوق تفل البندورة
K (ppm)	70.71±23256
Ca (ppm)	24.02±4171.5
Mg (ppm)	14.14±3022

يُبين الجدول (8) محتوى مسحوق تفل البندورة من بعض المعادن البوتاسيوم (K) والكالسيوم (Ca) والمغنيزيوم (Mg)، حيث بلغت (23256 و 4171.5 و 3022 ppm) على التوالي، وقد كانت هذه النتيجة أعلى مما ذكره (Namir وزملاؤه، 2015^b)، واقتربت هذه النتيجة مما توصل إليه (Isik و Topkaya، 2016) بأن محتوى مسحوق تفل البندورة من هذه المعادن بلغ (24500.3 و 3625.5 و 2850.6 ppm) على التوالي، واختلفت هذه النتيجة مع ما ذكره (Nour وزملاؤه، 2018) حيث بلغ محتوى البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيزيوم (30301.7 و 1318.5 و 2109.7 ppm) على التوالي، وتعزى هذه الاختلافات إلى اختلاف الأصناف المدروسة وموعد الحصاد (Renna وزملاؤه، 2019).

4-4- دراسة تأثير عملية التجفيف في التركيب الكيميائي والمركبات الفعالة حيويًا والنشاط المضاد للأكسدة

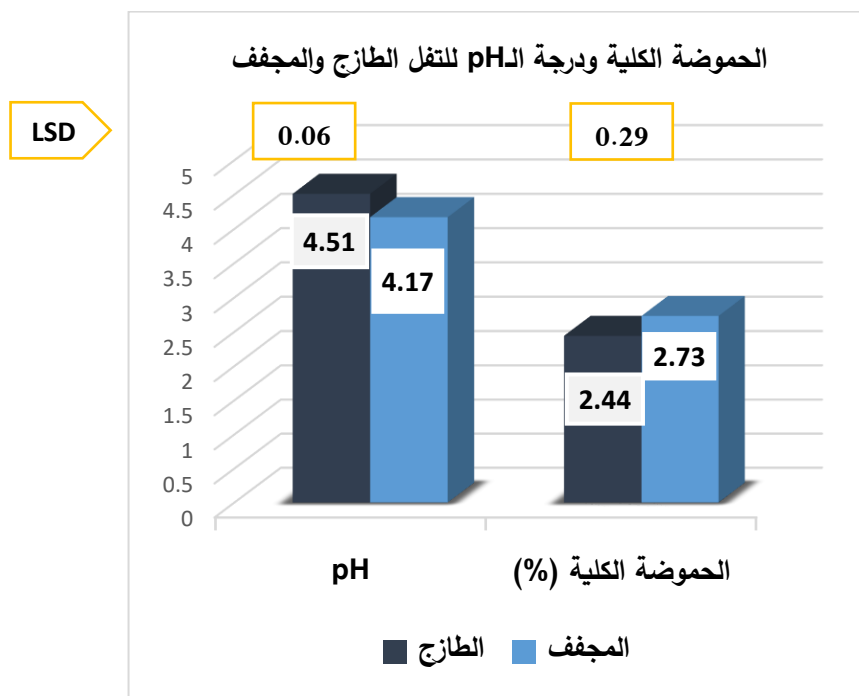
لتفل البندورة:

تُظهر النتائج الواردة في الشكل (2) أن عملية تجفيف تفل البندورة الطازج لم تؤثر بشكل معنوي ($P \leq 0.05$) في التركيب الكيميائي للتعفل من حيث المحتوى من الرماد والدهن والبروتين والألياف والكربوهيدرات، في حين انخفض المحتوى الرطوبي من (85.85%) إلى (14.15) نتيجة فقد الماء أثناء عملية التجفيف.



الشكل (2): تأثير عملية التجفيف في التركيب الكيميائي لتقل البندورة الطازج والمجفف

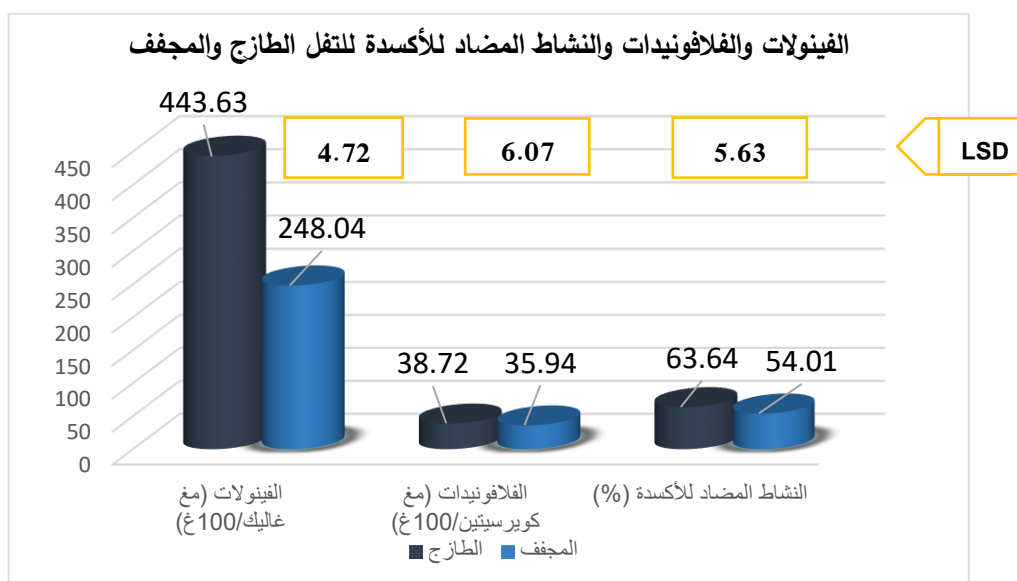
يوضح الشكل (3) تأثير عملية التجفيف في الحموضة الكلية ورقم الـ pH لتقل البندورة الطازج والمجفف، حيث أدت عملية التجفيف إلى ارتفاع معنوي ($P \leq 0.05$) في الحموضة الكلية، حيث ارتفعت من (2.44)% في تقل البندورة الطازج إلى (2.73)% في مسحوق تقل البندورة، وانخفض رقم الـ pH من (4.51) إلى (4.17)، وقد اتفقت هذه النتائج مع ما توصل إليه (Yusufe وزملاؤه، 2017)، والذي بيّن أن السبب يعود لتأثير درجة الحرارة ومدة التجفيف فضلاً عن الكمية العالية من الرطوبة المفقودة من التقل الطازج أثناء التجفيف، كما اتفقت مع ما ذكره (Farooq وزملاؤه، 2020) حيث بيّن أن سبب زيادة الحموضة وانخفاض رقم الـ pH هو تحليل البكتين إلى حمض البكتينيك، كما أن سبب زيادة الحموضة يمكن أن يكون ناتجاً عن أكسدة السكريات وتحللها وتشكيل الأحماض (Reddy، 2012) (الشكل 3).



الشكل (3): تأثير عملية التجفيف في الحموضة الكلية ورقم الـ pH لتفل البندورة

يشير الشكل (4) تأثير عملية التجفيف في محتوى الفينولات الكلية والفلافونيدات والنشاط المضاد للأكسدة لتفل البندورة الطازج والمجفف، حيث تسببت عملية التجفيف بانخفاض معنوي ($P \leq 0.05$) في محتوى تفل البندورة الطازج من الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة، إذ انخفضت الفينولات الكلية بنسبة (44.08)% وانخفض النشاط المضاد للأكسدة بنسبة (15.13)%، وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Vallverdú-Queralt وزملاؤه، 2011)، ومع ما ذكره (Azeez وزملاؤه، 2017) حيث تم تسجيل انخفاض معنوي في المحتوى من الفينولات والنشاط المضاد للأكسدة عند درجات حرارة تجفيف مختلفة وزمن التجفيف الأعلى من 150 دقيقة مقارنة مع العينات الطازجة، وعزى الباحث سبب الانخفاض إلى طول مدة التجفيف التي تعمل على تدمير بعض المركبات الفينولية.

وأشارت دراسات مختلفة إلى أن عمليات التجفيف المطبقة على المنتجات المختلفة أدت إلى انخفاض كبير في إجمالي الفينولات الكلية، ويمكن أن يكون فقدان الفينولات ناتجاً عن عدم الاستقرار الحراري أو الأكسدة الإنزيمية (Kwok وزملاؤه، 2004؛ Obied وزملاؤه، 2008).



الشكل (4): تأثير عملية التجفيف في محتوى الفينولات الكلية والفلافونيدات الكلية والنشاط المضاد للأوكسدة لتفل البندورة

ولاحظ (Valdenegro وزملاؤه، 2013) انخفاضاً كبيراً في كمية الفينولات أثناء عملية التجفيف، إذ تراوحت خسارة الفينولات من (47%) إلى (86) %، حيث كانت أكبر خسارة للمركبات الفينولية مرتبطة بالتجفيف باستخدام فرن الهواء الساخن، ورجّح السبب إلى طول مدة التجفيف مما سمح بحدوث عمليات الأكسدة الهوائية والتدهور الإنزيمي.

بينما لم يُلاحظ من الشكل (4) وجود فرق معنوي ($P \leq 0.05$) في المحتوى من الفلافونيدات الكلية بين تفل البندورة الطازج والمجفف لأنها أكثر ثباتية من الفينولات، كما أنّ أكبر كمية من مركبات الفلافونيد في عينات البندورة تم اكتشافها على أنها شكل غير قابل للذوبان (Perea-Domínguez وزملاؤه، 2018). وبين (Raiola وزملاؤه، 2016) أنّ المعاملة الحرارية أثّرت بشكل كبير في محتوى البندورة من الفينولات الكلية في حين لم تظهر النتائج اختلافاً كبيراً في محتوى البندورة من الفلافونيدات الكلية بعد المعالجة الحرارية، بينما لوحظت زيادة في مركبات الفلافونيد المختلفة في صلصة البندورة المعالجة مقارنة بالطازجة (Martínez-Huélamo وزملاؤه، 2015).

4-5- تأثير عملية التجفيف بالهواء الساخن في مؤشرات لون تفل البندورة:

يظهر الجدول (9) قيم مؤشرات اللون السطوح (L) والاحمرار (a) والاصفرار (b) لتفل البندورة الطازج، حيث بلغت (54.84) و (27.0) و (32.26) على التوالي، وكانت هذه النتائج أعلى مما توصل إليه (Silva وزملاؤه، 2018) حيث بلغت قيم هذه المؤشرات (48.30) و (18.99) و (20.20) على التوالي وهذا يعود لاختلاف صنف الثمرة ودرجة نضجها وتلون الثمرة المستخدمة للحصول على تفل البندورة الطازج.

الجدول (9): قيم مؤشرات اللون لتفل البندورة الطازج والمجفف

المؤشر	الطازج	المجفف	L.S.D
L*	5.14±54.84 ^a	1.18±44.58 ^b	10.07
a*	2.23±27.0 ^a	1.62±22.67 ^b	3.09
b*	0.86±32.26 ^b	3.66±37.45 ^a	11.15

(Lightness)L* ، (Redness) a* ، (Yellowness) b*

تشير اختلافات الأحرف ضمن السطر الواحد إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات عند مستوى معنوية ($P \leq 0.05$).

أثرت عملية التجفيف بشكل معنوي ($P \leq 0.05$) في قيم مؤشرات اللون السطوح (L) والاحمرار (a) والاصفرار (b)، حيث انخفضت قيمة السطوح بفعل التجفيف بنسبة (18.70) %، وقد اتفقت هذه النتيجة مع ما أشار إليه (Ashebir وزملاؤه، 2009)، ويمكن أن يكون التغير في اللون إما بسبب تدهور الصبغة أو تفاعل اللون البني أو كليهما أثناء التجفيف (Lopez وزملاؤه، 1997؛ Shi وزملاؤه، 1999)، كما يعزى انخفاض السطوح إلى مدة التجفيف حيث إن درجة الحرارة المنخفضة مع أوقات تجفيف أطول قد تسبب ضرراً أكبر من التجفيف على درجة حرارة مرتفعة لمدة أقل (Ashebir وزملاؤه، 2009).

كما أدت عملية التجفيف إلى انخفاض قيمة مؤشر الاحمرار (a) بنسبة (16.03) %، في حين ارتفع مؤشر الاصفرار (b) بنسبة (13.85) %، وقد اتفقت هذه النتائج مع ما توصل إليه (Owureku-Asare وزملاؤه، 2014؛ Farooq وزملاؤه، 2020)، ويعزى السبب إلى أنه أثناء عملية التجفيف تتغير خاصية اللون الأحمر النموذجية للبندورة تدريجياً إلى اللون الأحمر القرميدي ثم إلى اللون البني، وهذه الظاهرة تُعرف باسم الاسمرار غير الإنزيمي أو تفاعل ميلارد حيث تنتج أصبغاً داكنة ويتدهور اللون الطبيعي للمنتجات (Portta و Sandei، 1990).

4-6- دراسة تأثير استبدال دقيق القمح بمسحوق تفل البندورة المجفف في بعض المؤشرات الكيميائية

لعينات البسكويت المدروسة:

يُبين الجدول (10) التركيب الكيميائي لعينات البسكويت المدروسة، حيث بلغت النسبة المئوية للرطوبة في عينة البسكويت الشاهد (6.06) %، في حين بلغت نسبة الرماد (1.46) % وزن جاف، وقد توافقت هذه النتائج مع ما ذكره (Isik و Topkaya، 2016) إذ بلغت (1.27) %، واختلفت مع ما ذكره (Ahsan و Bhat، 2015) حيث وجد أن محتوى الرماد في عينة البسكويت الشاهد بلغت (4.88) % ويعود هذا الاختلاف إلى اختلاف محتوى الرماد في المواد الخام الداخلة في تصنيع البسكويت، كما بلغ محتوى الدهن في عينة البسكويت الشاهد (13.53) % وزن جاف، وقد اختلفت هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من (Ahsan و Bhat، 2015؛ Isik و Topkaya، 2016) حيث بلغت (21.71) % و (16.50) % على التوالي. ويعود هذا الاختلاف إلى اختلاف كمية المادة الدسمة المضافة في عجينة البسكويت.

في حين بلغ محتوى البسكويت الشاهد من البروتين (5.85) % وزن جاف، وقد توافقت هذه النتيجة مع ما أشار إليه (Ahsan و Bhat، 2015) بأن محتوى البسكويت الشاهد من البروتين بلغ (5.19) %، وأقل مما ذكره (Isik و Topkaya، 2016) حيث بلغت نسبة البروتين في البسكويت الشاهد (7.35) %. وبلغت نسبة الكربوهيدرات (73.12) %، وقد اقترنت هذه النتيجة مما وجدته (Aly وزملاؤه، 2021) حيث بلغت (70.1) %، وبلغت نسبة الألياف (5.96) % وزن جاف، وهذه النتيجة أقل مما توصل إليه (Chouaibi وزملاؤه، 2018)، وأعلى مما توصل إليه (Mehta وزملاؤه، 2018) بأن نسبة الألياف الخام في عينة البسكويت الشاهد بلغت (2.99) %، كما كانت أعلى مما وجدته (Isik و Topkaya، 2016؛ Bhat وزملاؤه، 2017)، حيث وجد أن نسبة الألياف في عينة البسكويت الشاهد بلغت (1.86) % و (3.10) % على التوالي، ويعود هذا الاختلاف إلى اختلاف نسبة الألياف في الدقيق المستخدم، وقد ازدادت نسبة الألياف بزيادة نسبة الإضافة من مسحوق تفل البندورة، وهذا يشير إلى أن تفل البندورة يمكن أن يكون مصدراً جيداً لتصنيع بسكويت غني بالألياف الغذائية (Bhat وزملاؤه، 2017).

الجدول (10): تأثير استبدال دقيق القمح بمسحوق تفل البندورة المجفف في بعض المؤشرات الكيميائية للبسكويت (على أساس الوزن الجاف)

المؤشر	بسكويت شاهد	بسكويت 5%	بسكويت 10%	بسكويت 15%	L.S.D
الرطوبة%	0.3±6.06 ^b	0.9±6.79 ^b	0.63±7.33 ^{ab}	0.17±8.23 ^a	1.09
الرماد%	0.04±1.46 ^d	0.07±1.72 ^c	0.06±1.84 ^b	0.02±2.17 ^a	0.10
الدهن%	0.01±13.53 ^d	0.04±14.06 ^c	0.06±14.5 ^b	0.45±15.35 ^a	0.43
البروتين%	0.05±5.85 ^d	0.04±6.66 ^c	0.05±7.15 ^b	0.06±7.74 ^a	0.09
الكربوهيدرات%	0.12±73.12 ^a	0.18±70.70 ^b	0.33±69.11 ^c	0.14±66.80 ^d	0.58
الألياف%	0.03±5.96 ^c	0.10±6.99 ^b	0.06±7.63 ^a	0.27±7.84 ^a	0.36
الحموضة الكلية *	0.004±0.052 ^d	0.007±0.075 ^c	0.007±0.095 ^b	0.007±0.16 ^a	0.018
درجة الـ pH	0.07±8.30 ^a	0.04±7.39 ^b	0.13±6.67 ^c	0.10±6.20 ^d	0.17
الفينولات الكلية **	0.56±7.26 ^d	0.80±16.47 ^c	1.21±29.15 ^b	2.08±46.10 ^a	4.88
الفلافونيدات الكلية ***	0.27±1.69 ^d	0.47±3.24 ^c	0.23±5.32 ^b	0.23±7.17 ^a	1.20
النشاط المضاد للأكسدة %	0.16±14.91 ^d	0.76±26.96 ^c	0.61±37.05 ^b	0.75±42.02 ^a	2.42

تشير الأحرف المتشابهة ضمن السطر الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية بين المتوسطات عند مستوى ثقة ($P \leq 0.05$)

% على أساس حمض ستريك، **مغ مكافئ حمض غاليك/100 غرام وزن جاف، *مغ كوبريسيتين/100 غرام وزن جاف

يظهر الجدول (10) أن إضافة مسحوق تفل البندورة أدت إلى ارتفاع معنوي ($P \leq 0.05$) في محتوى البسكويت من الرطوبة والرماد والدهن والبروتين والألياف، وقد ارتفعت نسب هذه المكونات معنوياً بزيادة نسبة إضافة مسحوق تفل البندورة، وقد توافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من (Ahsan و Bhat، 2015؛ Topkaya و Isik، 2016). ويعود ارتفاع المحتوى الرطوبي في البسكويت إلى وجود كميات مرتفعة من الألياف في مسحوق تفل البندورة والتي تتميز بقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة، كما ارتفعت نسب بقية المكونات نتيجة لاحتواء مسحوق تفل البندورة على كميات أعلى منها مقارنة بدقيق القمح (Topkaya و Isik، 2016).

تشير النتائج الموضحة في الجدول إلى انخفاض معنوي في المحتوى من الكربوهيدرات مع ارتفاع نسبة إضافة مسحوق ثقل البندورة، حيث انخفضت نسبة الكربوهيدرات من (73.12)% في عينة الشاهد إلى (66.80)% في عينة البسكويت المدعمة بمسحوق ثقل البندورة بنسبة 15%، ويعزى هذا الانخفاض إلى احتواء مسحوق ثقل البندورة على كمية منخفضة من الكربوهيدرات (25.58)%. كما انخفض رقم الـ pH بشكل معنوي في عينات البسكويت المدعم بمسحوق ثقل البندورة من (8.30) في عينة البسكويت الشاهد إلى (6.20) في عينة البسكويت المدعم بمسحوق ثقل البندورة بنسبة (15)%. وقد اتفقت هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Chung، 2007) حيث لاحظ انخفاض الرقم الهيدروجيني بشكل معنوي لعينات البسكويت بإضافة مسحوق البندورة، ويعود هذا الانخفاض نتيجة لارتفاع الحموضة الكلية في مسحوق ثقل البندورة ودرجة الـ pH المنخفضة (4.17)، حيث يعكس الانخفاض في الحموضة الزيادة في الرقم الهيدروجيني حيث إن هناك علاقة واضحة بين الرقم الهيدروجيني pH ودرجة الحموضة (Anthon وزملاؤه، 2011). في حين ارتفعت الحموضة الكلية ارتفاعاً معنوياً ($P \leq 0.05$) من (0.052)% في عينة البسكويت الشاهد إلى (0.16)% في عينة البسكويت المدعمة بـ (15)%. ويعزى سبب ارتفاع الحموضة الكلية إلى أن مسحوق ثقل البندورة مصدرٌ غنيٌّ بحمض الستريك وحمض المالك (Ray وزملاؤه، 2017).

أدت عملية إضافة مسحوق ثقل البندورة إلى ارتفاع معنوي ($P \leq 0.05$) في محتوى البسكويت من المركبات الفعالة حيوياً، إذ ارتفعت نسب هذه المكونات معنوياً بزيادة نسبة إضافة مسحوق ثقل البندورة، الجدول (10). ازداد المحتوى من الفينولات الكلية في جميع عينات البسكويت المدعمة بمسحوق ثقل البندورة، حيث ارتفع المحتوى في عينة البسكويت المدعمة بنسبة 15% إلى (46.10) مغ مكافئ حمض غاليك/100 غ (وزن جاف) مقارنةً بعينة البسكويت الشاهد (7.26) مغ مكافئ حمض غاليك/100 غ (وزن جاف)، وقد توافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه (Wójtowicz وزملاؤه، 2018؛ Bhat وزملاؤه، 2017؛ Isik وTopkaya، 2016)، ويعود سبب هذه الزيادة إلى أن مسحوق ثقل البندورة يحتوي على فينولات كلية ونشاط مضاد الأكسدة أعلى من دقيق القمح (Isik وTopkaya، 2016)، وقد بين (Georgé وزملاؤه، 2011) أن الزيادة في محتوى الفينولات الكلية تعود لوجود مركبات البولي فينول مثل (الروتين rutin، نارينجين naringenin، حمض الكلوروجينيك chlorogenic acid، حمض الكافنيك caffeic acid، حمض

الجينتستيك gentistic acid، حمض الكوماريك p-coumaric acid، حمض الفيروليك ferulic acid) وما إلى ذلك في مسحوق ثقل البندورة.

كما تشير نتائج الجدول إلى وجود ارتفاع معنوي ($P \leq 0.05$) في المحتوى من الفلافونيدات الكلية في عينات البسكويت المدعمة بمسحوق ثقل البندورة، حيث ارتفع محتوى الفلافونيدات من (1.69) مغ كويرسيتين/100 غ (وزن جاف) في عينة الشاهد إلى (7.17) مغ كويرسيتين/100 غ (وزن جاف) في عينة البسكويت المدعمة بمسحوق ثقل البندورة بنسبة 15%، ويعزى هذا الارتفاع إلى وجود مستويات عالية من الفلافونيدات في ثقل البندورة، حيث يشير محتوى المركبات النشطة بيولوجياً إلى إمكانية استخدامها لإنتاج غذاء وظيفي قائم على البندورة (Raiola وزملاؤه، 2016). كما بين (Toor و Savage، 2005) بأن قشور البندورة تحتوي على نسبة عالية من الفلافونيدات الكلية، لذلك يمكن استخدام قشر البندورة كعنصر ذي قيمة غذائية مضافة في المنتجات الغذائية الأخرى.

يظهر الجدول (10) أن عملية استبدال دقيق القمح بنسب مختلفة (5%)، (10%) و(15%) من مسحوق ثقل البندورة أثرت معنوياً ($P \leq 0.05$) في رفع نسبة النشاط المضاد للأكسدة، إذ ارتفع من (14.91)% في عينة البسكويت الشاهد إلى (26.96)%، (37.05)% و (42.02)% في البسكويت المدعم بنسبة (5%)، (10%) و(15%) من مسحوق ثقل البندورة على التوالي، وهذا يتفق مع ما ذكره كل من (Isik و Topkaya، 2016؛ Mehta وزملاؤه، 2018؛ Bhat وزملاؤه، 2020)، ويعود سبب ارتفاع النشاط المضاد للأكسدة في البسكويت المدعم بمسحوق ثقل البندورة إلى أن النشاط المضاد للأكسدة في مسحوق ثقل البندورة أعلى مقارنةً مع دقيق القمح (Isik و Topkaya، 2016)، كما أن قشور البندورة تعد مصدراً غنياً بالليكوبين والكاروتينات الأخرى مثل β -carotene وفيتامين C والتي أدت إلى ارتفاع النسبة المئوية للنشاط المضاد للأكسدة في الخبز والكعك (Mehta وزملاؤه، 2018)، فضلاً عن وجود مضادات الأكسدة الفينولية مثل الكافنيك والكلوروجينيك في مسحوق ثقل البندورة (Bhat وزملاؤه، 2020).

4-7- دراسة تأثير إضافة مسحوق تفل البندورة المجفف في محتوى البسكويت من بعض المعادن:

تبين نتائج الجدول (11) محتوى البسكويت المدعم بمسحوق تفل البندورة من بعض المعادن مقدرة بـ ppm، حيث بلغ محتوى البسكويت الشاهد من البوتاسيوم، الكالسيوم والمغنيزيوم (1528، 299.35، 409.95) ppm وزن جاف على التوالي، وقد توافقت نتائج المحتوى من البوتاسيوم والكالسيوم مع ما توصل إليه (Isik و Topkaya، 2016)، في حين كان محتوى المغنيزيوم أعلى مما أشار إليه (Isik و Topkaya، 2016) وأقل مما وجدته (Isik و Yapar، 2017) والذي بلغ (546) ppm. ووجد (Hassan وزملاؤه، 2017) أن هناك العديد من العوامل التي تؤثر في تركيز المعادن في دقيق القمح مثل نوع القمح وصنفيه، التربة، طرائق الطحن المتبعة وطرائق التحليل المستخدمة.

الجدول (11): محتوى عينات البسكويت المدعم بمسحوق تفل البندورة المجفف من بعض المعادن (K، Ca، Mg) محسوبة على أساس الوزن الجاف

المحتوى من المعادن مقدراً بـ ppm في عينات البسكويت المدروسة					
العينة المعادن	البسكويت الشاهد	البسكويت 5%	البسكويت 10%	البسكويت 15%	L.S.D
K	39.59±1528 ^d	14.85±2110.5 ^c	70.71±2950 ^b	8.49±3994 ^a	114.98
Ca	6.57±299.35 ^d	1.5±478.9 ^c	5.02±563.55 ^b	8.69±626.15 ^a	16.80
Mg	7.0±409.95 ^d	6.85±633.85 ^c	5.65±651.49 ^b	7.57±713.64 ^a	18.89

تشير الأحرف المتشابهة ضمن السطر الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية بين المتوسطات عند مستوى ثقة ($P \leq 0.05$).

كما ارتفع المحتوى من المعادن معنوياً بزيادة نسبة الإضافة من مسحوق تفل البندورة، حيث ارتفع المحتوى من البوتاسيوم عند مستوى استبدال 15% بنسبة (161%)، وارتفع محتوى الكالسيوم بنسبة (109%)، في حين ارتفع المحتوى من المغنيزيوم بنسبة (74%) مقارنةً مع عينات الشاهد وهذا يتفق مع ما وجدته (Isik و Topkaya، 2016).

4-8- دراسة تأثير إضافة مسحوق تفل البندورة المجفف في مؤشرات اللون لعينات البسكويت المدروسة:

يوضح الجدول (12) نتائج مؤشرات اللون لعينات البسكويت المدروسة، حيث ارتفعت قيم مؤشري اللون الأحمر (a) من (1.46) إلى (12.43)، ومؤشر اللون الأصفر (b) من (31.49) إلى (43.71) في عينات البسكويت بشكل معنوي ($P \leq 0.05$) بزيادة مستوى الإضافة من مسحوق تفل البندورة، في حين انخفضت قيمة مؤشر السطوع L من (69.46) إلى (57.17). وهذا عائد إلى محتوى مسحوق تفل البندورة من أصبغة الكاروتين، حيث إن الاحمرار والاصفرار في البسكويت المتشكل يرتبط بمحتوى تفل البندورة من أصبغة الكاروتين. وقد توافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه (Tomić وزملاؤه، 2016؛ Isik و Topkaya، 2016؛ Wójtowicz وزملاؤه، 2018؛ Bhat و Ahsan، 2015).

الجدول (12): مؤشرات اللون (L, a, b) في عينات البسكويت المدعمة بمسحوق تفل البندورة المجفف

العينة	L*	a*	b*
البسكويت الشاهد	0.22±69.46 ^a	0.49±1.46 ^d	0.06±31.49 ^c
البسكويت 5%	0.98±65.49 ^b	0.11±7.31 ^c	1.83±39.43 ^b
البسكويت 10%	1.83±61.54 ^c	0.38±10.50 ^b	0.11±42.66 ^a
البسكويت 15%	0.33±57.17 ^d	0.05±12.43 ^a	0.2±43.71 ^a
L.S.D	2.94	0.88	2.56

L* (Lightness)، a* (Redness)، b* (Yellowness)

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

4-9- الخصائص الحسية لعينات البسكويت المدعمة بمسحوق تفل البندورة المجفف:

لم تظهر نتائج التقييم الحسي المبينة في الجدول (13) وجود أي فروق معنوية بين عينات البسكويت من حيث الرائحة، أما من حيث الطعم فقد تفوقت عينة البسكويت المدعم بنسبة 5% على عينة البسكويت 15%، بينما لم يلاحظ وجود أي فروق معنوية بين العينات المدعمة بنسبة 5% و 10% والشاهد، ويعزى السبب إلى وجود قليل من الطعم المر

ويعتقد أن هذا الطعم سببه وجود مركب TFI فوروستانول صابونين (Furostanol Saponin) الناتج من بذور ثمار البندورة (Sato و Sakamura، 1973).

الجدول (13): نتائج الخصائص الحسية للبسكويت المدعم بمسحوق تفل البندورة المجفف

العينة	البسكويت الشاهد	البسكويت 5%	البسكويت 10%	البسكويت 15%	L.S.D
الطعم	1.43±7.54 ^{ab}	1.02±7.63 ^a	1.13±7.45 ^{ab}	2.1±6.27 ^b	1.28
اللون	1.12±6.64 ^b	0.82±8.45 ^a	0.83±8.09 ^a	0.94±7.09 ^b	0.81
الرائحة	0.89±8.0 ^a	1.08±7.8 ^a	0.98±7.8 ^a	1.04±7.54 ^a	0.86
القوام	0.96±5.6 ^b	0.26±6.89 ^{ab}	0.75±8.18 ^a	0.90±7.90 ^a	1.44
القبول العام	0.27±6.19 ^b	0.75±8.18 ^a	0.57±7.92 ^a	1.4±5.44 ^b	1.61

تشير الأحرف المتشابهة ضمن الصف الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية بين المتوسطات عند مستوى ثقة ($P \leq 0.05$).

تظهر النتائج الواردة في الجدول (13) تفوق عيني البسكويت المدعم بـ (5 و 10%) على عيني الشاهد و (15%) من حيث اللون، في حين تفوقت عيني البسكويت المدعم بـ (10 و 15%) على عينة البسكويت الشاهد من حيث القوام نظراً لزيادة طراوة العينات المدعمة بمسحوق تفل البندورة نتيجة لارتفاع محتواها من الألياف التي تتميز بقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة، أما من حيث القبول العام فقد تفوقت عينا البسكويت المدعم بـ (5 و 10%) على العينتين الأخريتين (الشاهد، البسكويت 15%) وذلك بسبب زيادة قساوة عينة الشاهد وسوء طعم عينة البسكويت المدعمة بـ 15% من مسحوق تفل البندورة.

4-10- دراسة تأثير التخزين في المركبات الفعالة حيوياً والنشاط المضاد للأكسدة للبسكويت المدعم بمسحوق تفل البندورة المجفف:

تُظهر النتائج الموضحة في الجدول (14) أن التخزين لمدة (6) أشهر على درجة حرارة الغرفة أثر بشكل معنوي في خفض محتوى البسكويت المدعم بمسحوق تفل البندورة من الفينولات الكلية، إذ انخفض المحتوى من الفينولات الكلية بنسبة (36.79%) في البسكويت المدعم بـ (5%) من مسحوق تفل البندورة، وانخفض بنسبة (41.85%) في البسكويت

المدعم بـ(10) %، أما في البسكويت المدعم بـ(15) % فقد بلغت نسبة الانخفاض (34.25) %، ويعود هذا الانخفاض إلى تفكك مركبات البولي فينول خلال التخزين (Zhou وزملاؤه، 2013؛ Šaponjac وزملاؤه، 2016؛ Dhiman وزملاؤه، 2017)، ومع ذلك لوحظ أن محتوى الفينولات في عينات البسكويت المدعمة بمسحوق تفل البندورة كان أعلى مقارنةً مع عينة الشاهد أثناء التخزين لمدة (6) أشهر، مما يشير إلى المحتوى العالي من مضادات الأكسدة في العينات المدعمة بمسحوق تفل البندورة.

لم تؤثر عملية التخزين لمدة ستة أشهر بشكل معنوي ($P \leq 0.05$) في المحتوى من الفلافونيدات الكلية في جميع عينات البسكويت المدعم بمسحوق تفل البندورة.

الجدول (14): نتائج المحتوى من المركبات الفعالة حيوياً والنشاط المضاد للأكسدة للبسكويت المدعم بمسحوق تفل البندورة المجفف أثناء التخزين لمدة (6) أشهر

التركيب الكيميائي	مدة التخزين (شهر)	بسكويت الشاهد	بسكويت 5%	بسكويت 10%	بسكويت 15%
الفينولات الكلية *	0	0.56±7.26 ^a	0.80±16.47 ^a	1.21±29.15 ^a	2.08±46.10 ^a
	6	0.55±4.28 ^b	0.72±10.41 ^b	1.19±16.95 ^b	2.70±30.31 ^b
	L.S.D 0.05				
الفلافونيدات الكلية **	0	0.27±1.69 ^a	0.47±3.24 ^a	0.23±5.32 ^a	0.23±7.17 ^a
	6	0.70±1.54 ^a	0.23±3.00 ^a	0.12±4.51 ^a	0.35±6.56 ^a
	L.S.D 0.05				
% النشاط المضاد للأكسدة	0	0.16±14.91 ^a	0.76±26.96 ^a	0.61±37.05 ^a	0.75±42.02 ^a
	6	0.52±12.59 ^b	1.38±21.72 ^b	0.46±34.32 ^b	0.52±37.76 ^b
	L.S.D 0.05				

* مع مكافئ حمض غاليك/100 غرام وزن جاف، ** مغ كويرسيتين/100 غرام وزن جاف

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

انخفض النشاط المضاد للأكسدة والمقدر باستخدام طريقة (DPPH) معنوياً ($P \leq 0.05$) أثناء التخزين لمدة (6) أشهر عند درجة حرارة الغرفة لجميع عينات البسكويت الشاهد والمدعم بمسحوق تفل البندورة، حيث انخفض في عينة البسكويت المدعم بنسبة (5)% من (26.96)% إلى (21.72)%، وانخفض في عينة البسكويت المدعم بنسبة (10)% من (37.05)% إلى (34.32)%، في حين انخفض من (42.02)% إلى (37.76)% في عينة البسكويت المدعم بنسبة (15)%، وقد يُعزى الانخفاض في النشاط المضاد للأكسدة إلى تدهور المركبات الفينولية عند التخزين (Bhat وزملاؤه، 2020)، حيث يرتبط انخفاض النشاط المضاد للأكسدة بانخفاض المحتوى من الفينولات والكاروتينات وفيتامين C (Zhou وزملاؤه، 2013).

4-11- دراسة تأثير التخزين في مؤشرات اللون للبسكويت المدعم بمسحوق تفل البندورة المجفف:

الجدول (15): قيم مؤشرات اللون للبسكويت المدعم بمسحوق تفل البندورة المجفف خلال التخزين لمدة (6) أشهر

مؤشرات اللون	مدة التخزين (شهر)	بسكويت الشاهد	بسكويت 5%	بسكويت 10%	بسكويت 15%
L*	0	0.22±69.47 ^a	0.98±65.49 ^a	1.83±61.54 ^a	0.33±57.17 ^a
	6	0.64±67.55 ^a	1.77±63.54 ^a	0.98±60.05 ^a	2.24±53.98 ^a
	L.S.D 0.05	3.81	7.11	7.68	3.36
a*	0	0.49±1.46 ^a	0.11±7.31 ^a	0.38±10.50 ^a	0.05±12.48 ^a
	6	0.14±1.0 ^a	0.04±5.06 ^b	0.4±6.33 ^b	0.04±11.09 ^b
	L.S.D 0.05	3.17	0.63	0.19	0.19
b*	0	0.06±31.50 ^a	1.83±39.43 ^a	0.11±42.66 ^a	0.2±43.71 ^a
	6	0.48±30.01 ^a	0.04±36.36 ^a	0.24±39.67 ^b	0.04±39.06 ^b
	L.S.D 0.05	4.89	3.27	1.14	1.39

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

تُوضّح النتائج في الجدول (15) مؤشرات اللون لعينات البسكويت الشاهد والمدعم بمسحوق ثقل البندورة خلال التخزين لمدة (6) أشهر على درجة حرارة الغرفة، إذ يلاحظ وجود انخفاض غير معنوي في قيم مؤشر السطوع (L) في كافة العينات المدروسة، في حين كان الانخفاض معنوياً في قيم (a) لجميع عينات البسكويت المدروسة باستثناء عينة الشاهد، حيث انخفضت قيم المؤشر (a) بنسبة (30.78) %، (39.71) % و (10.78) % في كل من عينة البسكويت المدعم بـ (5، 10 و 15) % من مسحوق ثقل البندورة على التوالي. كما لوحظ وجود انخفاض معنوي ($P \leq 0.05$) في قيم المؤشر (b) لعينة البسكويت المدعم بـ (10 و 15) % بنسبة (7.01) % و (10.64) % على التوالي. توافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه (Bhat وزملاؤه، 2020) الذي بين أن سبب هذا الانخفاض يعود إلى تدهور الكاروتينات المسؤولة عن اللون الأحمر والأصفر خلال مدة التخزين.

الفصل الخامس

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

1. لم تؤثر عملية التجفيف معنوياً في بعض المؤشرات الكيميائية (رماد، دهن، بروتين، ألياف، كربوهيدرات) لمسحوق ثقل البندورة المجفف.
2. أدت عملية التجفيف إلى ارتفاع معنوي في الحموضة الكلية وانخفاض درجة الـ pH لمسحوق ثقل البندورة المجفف.
3. أدت عملية التجفيف إلى انخفاض معنوي في قيم مؤشرات اللون (L، a) والمركبات الفعالة حيويًا والنشاط المضاد للأكسدة لمسحوق ثقل البندورة المجفف.
4. أدت إضافة مسحوق ثقل البندورة المجفف بنسب مختلفة إلى زيادة المحتوى من الرماد والرطوبة والبروتين والدهن والألياف في عينات البسكويت المصنعة.
5. أدت عملية الاستبدال الجزئي لدقيق القمح بمسحوق ثقل البندورة المجفف إلى رفع الحموضة الكلية وخفض رقم الـ pH.
6. أدت عملية الاستبدال الجزئي لدقيق القمح بمسحوق ثقل البندورة المجفف إلى زيادة محتوى البسكويت من العناصر المعدنية (K، Ca، Mg) مع زيادة نسبة الإضافة، كما أدت إلى زيادة محتوى البسكويت من الفينولات والفلافونيدات والنشاط المضاد للأكسدة مع زيادة نسبة الإضافة.
7. كان لعملية إضافة مسحوق ثقل البندورة المجفف تأثيراً معنوياً في ارتفاع مؤشري اللون الأحمر والأصفر (a، b) وانخفاض قيمة (L) في عينات البسكويت مع زيادة نسبة الإضافة.
8. أدت عملية الاستبدال الجزئي لدقيق القمح بمسحوق ثقل البندورة المجفف بنسبة 15% إلى انخفاض درجة الطعم والقبول العام، بينما أعطت عينات البسكويت المدعم بنسبة 5 و 10% أفضل درجات التقييم حسيًا من حيث اللون والقبول العام بالمقارنة مع البسكويت الشاهد.

9. أثرت عملية التخزين لمدة (6) أشهر على درجة حرارة الغرفة معنوياً في خفض المحتوى من الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة لعينات البسكويت المدعمة بمسحوق ثقل البندورة المجفف والشاهد، بينما لم تؤثر معنوياً في المحتوى من الفلافونيدات الكلية لعينات البسكويت المصنعة.
10. أدت عملية التخزين لمدة (6) أشهر على درجة حرارة الغرفة إلى انخفاض معنوي في قيم مؤشر اللون الأحمر (a) لعينات البسكويت المدعمة بمسحوق ثقل البندورة المجفف، وقيمة مؤشر اللون الأصفر (b) لعينتي البسكويت المدعمة بنسبة 10% و15%.

التوصيات:

- ❖ يوصى باستخلاص الليكوبين من ثقل البندورة واستخدامه كملون طبيعي في الأغذية.
- ❖ يوصى بعدم زيادة نسبة الإضافة من مسحوق ثقل البندورة المجفف عن 10% لدى تصنيع البسكويت تجنباً للطعم المر.
- ❖ يوصى باستخدام مسحوق ثقل البندورة المجفف في تصنيع منتجات وظيفية أخرى.
- ❖ يوصى بدراسة تأثير استبدال دقيق القمح بمسحوق ثقل البندورة في الخصائص الفيزيائية للمخبوزات.
- ❖ يوصى باستخلاص المركبات الفعالة حيوياً من قشور البندورة واستخدامها كمضادات أكسدة طبيعية في المنتجات الغذائية.

الفصل السادس

المراجع

المراجع

المراجع العربية:

- المجموعة الإحصائية الزراعية (2006). الجمهورية العربية السورية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي - قسم الإحصاء.
- المجموعة الإحصائية الزراعية (2013). الجمهورية العربية السورية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي - قسم الإحصاء.
- المجموعة الإحصائية الزراعية (2016). الجمهورية العربية السورية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي - قسم الإحصاء.
- حسن، أحمد عبد المنعم. (1991). تربية محاصيل الخضر، الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة، مصر. 682 صفحة.
- جلول، أحمد؛ سمرة، بديع. (2004). الخضار الصيفية (إنتاج الخضار-2)، منشورات جامعة تشرين، سورية. 135 صفحة.

المراجع الأجنبية:

- Aboagye-Nuamah, F., Hussein, Y. A., and Ackun, A. (2018). **Biochemical properties of six varieties of tomato from Brong Ahafo region of Ghana as influenced by the ripening condition and drying.** *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*. 18(1):13095-13109.
- Abushita, A. A., Daood, H. G. and Biacs, P.A. (2000): **Change in Carotenoids and Antioxidant Vitamins in Tomato as a Function of Varietal and Technological Factors.** *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 48: 2075-2081.
- Aghajanzadeh, A., Maheri, N., Mirzai A., and Baradaran A., (2010). **Comparison of nutritive value of Tomato pomace and brewers grain for ruminants using in**

- vitro gas production technique.** *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances.* 5(1):43-51.
- Ahmad, U., Mushtaq, Z., Kanwal, N. and Asghar, N. (2016). **Evaluation of Tomato Waste Extract as Natural Source of Antioxidant in Cookies.** *Canadian Journal of Food Sciences and Technology.* 1: 20-29.
 - Akpınar, E. K., Bicer, Y. and Yildiz, C. (2003). **Thin layer drying of red pepper.** • *Journal of Food Engineering.* 59(1): 99–104.
 - AL-Betawi, N. A. (2005). **Preliminary Study on Tomato Pomace as Unusual Feedstuff in Broiler Diets.** *Pakistan Journal of Nutrition.* 4(1): 57–63.
 - Al-Muhtaseb, A. H., Al-Harabsheh, M., Hararah, M. and Magee, T. R. A. (2010). **Drying characteristics and quality change of unutilized-protein rich-tomato pomace with and without osmotic pre-treatment.** *Industrial Crops and Products.* 31 (1): 171-177.
 - Alqahtani, N. K., Helal, A., Alnemr, T. M. and Marquez, O. (2020). **Influence of Tomato Pomace Inclusion on the Chemical, Physical and Microbiological Properties of Stirred Yoghurt.** *International Journal of Dairy Science.* 15: 152-160.
 - Alvarado, M., Pacheco, E., Schnell, M. and Hevia, P. (1999). **Fibra dietetica en el residuo industrial del tomate y su efecto sobre la respuesta glicemica y el colesterol serico en ratas.** *Archivos Latinoamericanos de Nutrición.* 49(2):138–142.
 - Aly, A., El-Deeb, F., Abdelazeem, A. Hameed, A., M. Alfi, A., Alessa, H. and Alrefaei, A. (2021). **Addition of Whole Barley Flour as a Partial Substitute of Wheat Flour to Enhance the Nutritional Value of Biscuits.** *Arabian Journal of Chemistry.* 14(5): 103-112.
 - Amirkolaie, A. K., Dadashi, F., Ouraji, H. and Khalili, K. J. (2015). **The potential of tomato pomace as a feed ingredient in common carp (Cyprinus carpio L.) diet.** *Journal of Animal and Feed Sciences.* 24(2): 153-159.

- Anastasiadi, M., Chorianopoulos, N. G., Nychas, G.-J. E. and Haroutounian, S. A. (2008). **Antilisterial activities of polyphenol-rich extracts of grapes and vinification byproducts**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57: 457-463.
- Anese, M., Manzocco, L., Nicoli, M.C, and Lerici, C. R. (1999). **Antioxidant properties of tomato juice as affected by heating**. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 79: 750-754.

• Anthon, G. E., LeStrange, M., and Barretta, D. M. (2011). **Changes in pH, acids, sugars and other quality parameters during extended vine holding of ripe processing tomatoes**. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 91(7):1175-1181.

- AOAC. (2005). **Determination of moisture, ash, protein and fat**. Official methods of Analysis, 18th ed. AOAC International.
- Asami, D. K., Hong, Y. J., Barrett, D. M. and Mitchell, A. E. (2003). **Comparison of the Total Phenolic and Ascorbic Acid Content of Freeze-Dried and Air-Dried Marion berry, Strawberry, and Corn Grown Using Conventional, Organic, and Sustainable Agricultural Practices**. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 51 (5): 1237-1241.
- Ashebir, D., Jezik, K., Weingartemann, H. and Gretzmacher, R. (2009). **Change in color and other fruit quality characteristics of tomato cultivars after hot-air drying at low final-moisture content**. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 60(s7): 308-315.
- Azeez, L. Adebisi, S. A., Oyedepi, A. O., Adetoro, R. O. and Tijani, K. O. (2017). **Bioactive compounds' contents, drying kinetics and mathematical modelling of tomato slices influenced by drying temperatures and time**. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 18(2): 120-126.
- Baloch, W.A., Khan, S. and Baloch, A.K. (1997). **Influence of chemical additives on the stability of dried tomato powder**. *Institute of Food Science and Technology*. 32(2): 117-120.
- Battaglini, M. and Costantini, F. (1978). **Byproducts from the tomato industry in diets for growing rabbits**. *Coniglicoltura*. 15(10): 19-22.

- Benakmoum, A., Abbeddou, S., Ammouche, A., Kefalas. P., and Gerasopoulos, D. (2008). **Valorisation of low quality edible oil with tomato peel waste**. *Food Chemistry*. 110(3): 684-690.
- Bhandari, S. R. and Lee, J. G. (2016). **Ripening-Dependent Changes in Antioxidants, Color Attributes, and Antioxidant Activity of Seven Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Cultivars**. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*. 3: 1-13.
- Bhat, M. A., and Ahsan, H. (2015). **Physico-Chemical Characteristics of Cookies Prepared with Tomato Pomace Powder**. *Journal Food Processing Technology* 7(1): 543.
- Bhat, M. A., Ahsan, H., Masoodi, L., Hameed, O., and Saleem, R. (2017). **Tomato pomace as a functional ingredient in cookie making**. *Food Science Resources Journal*. 8(2): 254-259.
- Bhat, M. A. and Ahsan, H. (2018). **Quality Characteristics of Freeze and Cabinet Dried Tomato Pomace**. *International Journal of Pure & Applied Bioscience*. 6(2): 891-897.
- Bhat, N. A., Wani, I. A. and Hamdania, A. M. (2020). **Tomato powder and crude lycopene as a source of natural antioxidants in whole wheat flour cookies**. *Heliyon Journal*. 6(1): e03042
- Borguini, R.G. and Da Silva Torres, E. A. F. (2009). **Tomatoes and tomato products as dietary sources of antioxidants**. *Food Reviews International*. 25(4): 313-325.
- Brandt, S., Pek, Z., and Barna, E. (2006). **Lycopene content and colour of ripening tomatoes as affected by environmental conditions**. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 86(4): 568–572.
- Burden, J. and Wills, R. B. H. (1989). **Prevention of post-harvest food losses fruits, vegetables and root crops a training manual**. Rome (Italy): FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) no: 17/2.
- Burton-Freeman, B., Talbot J., Park, E., Krishnankutty, S., and Edirisinghe, I. (2012). **Protective activity of processed tomato products on postprandial**

- oxidation and inflammation: a clinical trial in healthy weight men and women.** *Molecular Nutrition and Food Research*. 56:622-631.
- Cabrera, L., Berdan, I., and Ramirez, A. (1984). **Caracterizacion de los desechos de la industria de conservas de tomate.** I. Composición química y mineral. *Rev Cien Quím.* 15:291–294.
 - Calvo, M. M., Garcia, M. L., and Selgas, M. D. (2008). **Dry fermented sausages enriched with lycopene from tomato peel.** *Meat Science*. 80(2):167-172.
 - Carlson, B. L., Knorr, D. and Watkins, T. R. (2006). **Influence of Tomato Seed Addition on the Quality of Wheat Flour Breads.** *Journal of Food Science*. 46(4):1029-1031.
 - Ćetković, G., Savatović, S., Čanadanović-Brunet, J., Djilas, S., Vulić, J., Mandić, A., and Četojević-Simin, D. (2012). **Valorisation of phenolic composition, antioxidant and cell growth activities of tomato waste.** *Food Chemistry*. 133:938–945.
 - Chandra, H. M. and Ramalingam, S. (2011). **Antioxidant potentials of skin, pulp, and seed fractions of commercially important tomato cultivars.** *Food Science and Biotechnology*. 20(1):15–21.
 - Chang, C-H., Lin, H-Y., Chang, C-Y., and Liu, Y-C. (2006). **Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot-air-dried tomatoes.** *Journal of Food Engineering*. 77 (3): 478-485.
 - Chapman, h. d. and Pratt, F. P. (1961). **Methods analysis for soils, plants and water.** University of California. Division of Agriculture Science. 1st Edition: 309.
 - Choi, S. H., Kim, D. S., Kozukue, N., Kim, H. J., Nishitani, Y., Mizuno, M., Levin, C. E. and Friedman, M. (2014). **Protein, free amino acid, phenolic, β -carotene, and lycopene content and antioxidative and cancer cell inhibitory effects of 12 greenhouse-grown commercial cherry tomato varieties.** *Journal of Food Composition and Analysis*. 34(2):115–127.
 - Chouaibi, M., Rezig, L., Boussaid, A. and Hamdi, S. (2018). **Insoluble tomato-fiber effect on wheat dough rheology and cookies' quality.** *Italian Journal of Food Science*. 31: 1-18.

- Chung, H. J. (2007). **Quality Attributes of Cookies Prepared with Tomato Powder**. *Journal of Food Science and Nutrition*. 12(4):229-233.
- Del Valle, M., Cámara, M. and Torija, M. A. E. (2003). **Effect of Pomace Addition on Tomato Paste Quality**. *Acta Horticulturae*. 613: 399-406.
- Del Valle, M. (2004). **Utilidad del subproducto obtenido en la elaboración de derivados de tomate**. Doctoral thesis, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, Spain.
- Del Valle, M., Camara, M., and Torija, M. E. (2006). **Chemical characterization of tomato pomace**. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 86(8): 1232-1236.
- Demirbaş, A. (2010). **Oil, micronutrient and heavy metal contents of tomatoes**. *Food Chemistry*. 118:504-507.
- Denek, N. and Can, A. (2006). **Feeding value of wet tomato pomace ensiled with wheatstraw and wheat grain for Awassi sheep**. *Small Ruminant Research*. 65(3): 260–265.
- Dewanto, V. Wu, X. Z., Adom, K. K. and Liu, R. H. (2002). **Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50(10): 3010–3014.
- Dhiman, A. M., Vidiya, N., Surekha, A. and Preethi, R. (2017). **Studies on development and storage stability of dehydrated pumpkin based instant soup mix**. *Journal of Applied and Natural Science*. 9 (3): 1815-1820.
- Dillard, C. J. and German, J. B. (2000). **Phytochemicals: nutraceuticals and human health**. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80: 1744-1756.
- Doymaz, I. (2007). **The kinetics of forced convective air-drying of pumpkin slices**. *Journal of Food Engineering*. 79(1):243-248.
- Drouzas, A. E. Tsami, E. and Saravacos, G. D. (1999). **Microwave/vacuum drying of model fruit gels**. *Journal of Food Engineering*. 39(2):117–122.
- Edwards, P. W., Roderick, K. E., Hoersh, A., Aceto N. C, and Redfield, C. S. (1952). **Recovery of tomato processing wastes**. *Food Technology*. 6:383–386.

- Ekechukwu, O.V. (1999). **Review of solar-energy drying systems I: An overview of drying principles and theory**. *Energy Conversion and Management*. 40(6): 593-613.
- Elbadrawy, E., and Sello, A. (2016). **Evaluation of nutritional value and antioxidant activity of tomato peel extracts**. *Arabian Journal of Chemistry*. 9(2): 1010-1018.
- Elsayed, E., and Amany, S. (2016). **Evaluation of nutritional value and antioxidant activity of tomato peel extracts**. *Arabian Journal of Chemistry*. 9: S1010–S1018.
- Erdman, J.W., Ford, N. A., Lindshield, B. L. (2009). **Are the health attributes of lycopene related to its antioxidant function?**. *Archives Biochemistry Biophysics*. 483(2): 229-235.
- FAO (2005&2017). **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. www.fao.org/publications.
- FAO. (2011). **Tomato pomace, tomato skins and tomato seeds**. <http://www.feedipedia.org/node/689>
- FAOSTAT. (2019). FAOSTAT **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Available online. <http://www.fao.org/home/en>
- FAOSTAT. (2020). FAOSTAT **Agriculture production database**. Available online: <http://www.fao.org/in-action/inpho/crop-compendium/cereals-grains/es/>
- Farahnaky, A., Arahnaky, A., Abbasi, J., Jamalians J., and Mesbahi, G. (2008). **The use of tomato pulp powder as a thickening agent in the formulation of tomato ketchup**. *Journal of Texture Studies*. 39(2): 169–182.
- Fărcaș, A., Socaci, S., Michiu, D., and Biris-Dorhoi, S. E. (2019). **Tomato Waste as a Source of Biologically Active Compounds**. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca Food Science and Technology*. 76 (1): 85-88.
- Farooq, S., Rather, S. A., Gull, A., Ganai, S. A., Masoodi, F.A., Wani, S. M. and Ganaie, T. A. (2020). **Physicochemical and nutraceutical properties of tomato**

powder as affected by pretreatments, drying methods, and storage period.

International Journal of Food Properties. 23(1): 797-808.

- Fuentes, E., R. Carle, L. Astudillo, L. Guzman, M. Gutierrez, G. Carrasco and Palomo, I. (2013). **Antioxidant and antiplatelet activities in extracts from green and fully ripe tomato fruits (*Solanum lycopersium*) and pomace from industrial tomato processing.** *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*. 2013 Article ID 867578: 1-9.
- Gaafar, A. A., Asker, M. S., Salama, Z. A., Bagato, O. and Ali, M. A. (2015). **In-vitro, antiviral, antimicrobial and antioxidant potential activity of Tomato pomace.** *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*. 32(2): 262-272.
- García Herrera, P., Sánchez-Mata, M. C., Cámara, M. (2010). **Nutritional characterization of tomato fiber as a useful ingredient for food industry.** *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 11: 707-711.
- Garcia, M. L., Calvo M. M., and Selgas, M. D. (2009). **Beef hamburgers enriched in lycopene using dry tomato peel as an ingredient.** *Meat Science*. 83(1): 45–49.
- Gavrilović, M. (2011). **Tehnologija konditorskih proizvoda.** Tehnološki fakultet. Novi Sad. 547-683.
- Gazzani, G., Papetti, A., Massolini, G. and Daglia, M. (1998). **Anti- and prooxidant activity of water-soluble components of some common diet vegetables and the effect of thermal treatment.** *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 46(10): 4118-4122.
- George, B., Kaur, C., Khurdiya D. S., and Kapoor, H. C. (2004). **Antioxidants in tomato (*Lycopersium esculentum*) as a function of genotype.** *Food Chemistry*. 84:45-51.
- Georgé, S., Tourniaire, F., Gautier, H., Goupy, P., Rock, E. and Caris-Veyrat, C. (2011). **Changes in the contents of carotenoids, phenolic compounds and vitamin C during technical processing and lyophilisation of red and yellow tomatoes.** *Food Chemistry*. 124 (4): 1603-1611.

- Giordano, L. B., Silva, J. B. C. and Barbosa, V. (2000). Escolha de cultivars e plantio. In: Silva JBC and Guarding LB (eds). **Tomate para processamento industrial**. Brasilia: Emrapa, CNPH. 36-59.
- Giovanelli, G. and Paradiso, A. (2002). **Stability of Dried and Intermediate Moisture Tomato Pulp during Storage**. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*. 50: 7277-7281.
- Giovanelli, G. Zanoni, B. Lavelli, V. and Nani, R. (2002). **Water sorption, drying and antioxidant properties of dried tomato products**. *Journal of Food Engineering*. 52(2): 135–141.
- Gonzalez, I. N., Valverde, V. G., Alonso, J. G., and Periago, M. G., (2011). **Chemical profile, functional and antioxidant properties of tomato peel fiber**. *Food Research International*. 44: 1528–1535.
- Gündoğdu Sertakan, S. (2006). **Posibilities of using Triticale flour at producing biscuit and cracker (in Turkish)**. PhD Thesis. Trakya University. Institute of Science. Edirne. Turkey.
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., van Otterdijk, R.; Meybeck, A. (2011). **Global Food Losses and Food Waste—Extent, Causes and Prevention**. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): Rome, Italy, 37.
- Han, J., Janz, J.A. and Gerlat, M. (2010). **Development of gluten-free cracker snacks using pulse flours and fractions**. *Food Research International*. 43(2):627-633.
- Hassan, E. G., Mustafa, A. M. I., and Elfaki, A. A. (2017). **Effect of different sources of starch on Sudanese wheat flour bread quality**. *Journal of Agri-Food and Applied Sciences*. 5(2): 25-34
- Haung, D., Ou, B. and Prior, R. L. (2005). **The chemistry behind antioxidant capacity assays**. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 53: 1841– 1856.
- Hemi, K. E., Taigliaferro, A. R. and Bobilya, D. J. (2002). **Flavonoids antioxidant chemistry, metabolism and structure activity relationship**. *The Journal of Nutrition Biochemistry*. 13: 572–584.

- Heredia, A. Barrera C. and Andres, A. (2007). **Drying of cherry tomato by a combination of different dehydration techniques. Comparison of kinetics and other related properties.** *Journal of Food Engineering*. 80(1):111-118.
- Hsu, Y. M., Lai, C. H., Chang, C. Y., Fan, C. T., Chen, C. T., and Wu, C. H., (2008). **Characterizing the lipid-lowering effects and antioxidant mechanisms of tomato paste.** *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*. 72(3):677-685.
- Ibrahim, A. A., EL-Iraqi, M. E., Osman T. and Hendawey Y. (2017). **Bio-Engineering Studies for Tomato Pomace Powder Production as a Nutritional Valuable Material.** *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering, Mansoura University*. 8 (12): 673 – 682.
- Isik, F., and Topkaya, C. (2016). **Effects of tomato pomace supplementation on chemical and nutritional properties of Crackers.** *Italian Journal of Food Science*. 28:525-535.
- Isik, F. and Yapar, A. (2017). **Effect of tomato seed supplementation on chemical and nutritional properties of tarhana.** *Journal of Food Measurement and Characterization*. 11(2):667-674.
- Jadav, P. (2014). **Use of Supercritical Co₂ Extracted Carotenoids from Tomato Pomace in Selected Food Products.** College Of Food Processing Technology & Bioenergy Anand Agricultural University. Anand.110-388.
- Jafari, M., Pirmohammadi, R. R. and Bampidis, V. (2006). **The use of dried tomato pulp in diets of laying hens.** *International Journal of Poultry Science*. 5(7): 618-622.
- Kalogeropoulos, N., Chiou, A., Pyriochou, V., Peristeraki, A. and Karathanos, V. T. (2012). **Bioactive phytochemical in industrial tomatoes and their processing by-products.** *LWT-Food Science Technology*. 49(2): 213-216
- Kang, S. K., Choi O. J., and Kim Y. D. (1999). **Proximate, free sugar, amino acid, dietary fiber and saponin composition of Aggelica keiskei Koidz.** *Korean Journal of Plant Resources*. 12:31–37.

- Kaur, C., Binoy, G., Deepa, N., Singh, B. and Kapoor, H. C. (2004). **Antioxidant Status of Fresh and Processed Tomato- A Review**. *Journal of Food Science and Technology*. 41(5): 479-486.
- Kerkhofs, N., Lister, C., Savage, G. (2005). **Change in colour and antioxidant content of tomato cultivars following forced-air drying**. *Plant Foods for Human Nutrition*. 60:117-121.
- Khalaf, H. H., Sharoba, A. M., El Sadani, R. A., El Nashaby, F. M. and Elshiemy, S. M. (2014). **Antioxidant properties of some extracts from gamma irradiated tomato (lycopersicon esculentum l.) pomace**. *Journal of Food and Dairy Sciences*. 5(4): 247-263.
- Khazaei, J., Chegini, G. and Bakhshiani, M. (2008). **A novel alternative method for modelling the effect of air-dry temperature and slice thickness on quality and drying kinetics of tomato slices: Superposition technique**. *Drying Technology*. 26:759-775.
- King, A.J. and Zeidler, G. (2004). **Tomato Pomace May be a Good Source of Vitamin E in Broiler Diets**. *California Agriculture*. 58(1):59-62.
- Kitinoja, L. and AlHassan, H. (2012). **Identification of Appropriate Postharvest Technologies for Improving Market Access and Incomes for Small Horticultural Farmers in Sub-Saharan Africa and South Asia**. *Acta Horticulturae*. 934:31-40.
- Knoblich, M., Anderson, B. and Latshaw, D. (2005). **Analyses of tomato peel and seed byproducts and their use as a source of carotenoids**. *Journal of the Science of food and Agriculture*. 85(7):1166-1170.
- Kumar, P. K., Manohar, S. R., Indiramma, A. R., and Krishna, G. A. (2014). **Stability of oryzanol fortified biscuits on storage**. *Journal of Food Science and Technology*. 51(10): 2552–2559.
- Kumar, V., Singh, B. R., Samsher, Chandra, S. and Singh, S. (2015). **A Review on Tomato Drying by Different Methods with Pretreatments**. *International Journal of Food and Fermentation Technology*. 5(1): 15-24.

- Kwok, B. H. L., Hu, C., Durance, T. and Kitts, D. D. (2004). **Dehydration Techniques Affect Phytochemical Contents and Free Radical Scavenging Activities of Saskatoon berries (*Amelanchier alnifolia* Nutt)**. *Journal of Food Science*. 69(3): 122-126.
- Larmond, E. (1997). **Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food**. Publication 1637. Research Branch. Canada Department of Agriculture. Ottawa.
- Latapi, G. and Barrett, D. M. (2006). **Influence of pre-drying treatments on quality and safety of sun-dried tomatoes. Part II: Effect of storage on nutritional and sensory quality of sun-dried tomatoes pretreated with sulfur, sodium metabisulfite, or Salt**. *Journal of Food Science*. 71(1): S24-S31.
- Lavelli, V., and Torresani, M. C. (2011). **Modelling the stability of lycopene-rich by-products of tomato products**. *Food Chemistry*. 125(2): 529-535.
- Lavelli, V., Hippeli, S., Peri, C. and Elstner, E. F. (1999). **Evaluation of Radical Scavenging Activity of Fresh and Air Dried Tomatoes by Three Model Reactions**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 47: 3826-3831.
- Lee, J. and Campbell, C. M. (1969). **Atomic Absorption Spectrophotometric and Ethylenediaminetetraacetate-Titration Methods for Calcium and Magnesium Determinations^{1, 2}**. *Journal of Dairy Science*. 52(1):121-124.
- Lee, S. H. and Min, D. B. (1990). **Effects of quenching mechanism and kinetics of carotenoids in chlorophyll-sensitized photooxidation of soybean oil**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 38(8): 1630–1634
- Lee, M. T. and Chen, B. H. (2002). **Stability of lycopene during heating and illumination in a model system**. *Food Chemistry*. 78(4): 425–432.
- 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.
- Lopez, A., Pique, M. T., Boatella, J., Romero, A., Ferran, A., and Garcia, J. (1997). **Influence of drying conditions on the hazelnut quality: III. Browning**. *Drying Technology*. 15(3-4):989-1002.

- Majzoobi, M., Ghavi, F. S., Farahnaky, A., Jamalian, J. and Mesbahi G, h. (2010). **Effect of tomato pomace powder on the physicochemical properties of flat bread (Barbari bread)**. *Journal of Food Processing and Preservation*. 35 (2): 247-256.
- MAPA, (2004). **Producción de tomate para derivados, in Boletín Mensual de Estadística Agraria**. MAPA, Madrid.
- Marinova, G. and Batchvarov, V. (2011). **Evaluation of the methods for determination of the free radical scavenging activity by DPPH**. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 17(1): 11-24.
- Martínez-Huélamo, M., Tulipani, S., Estruch, R., Escribano, E., Illán, M., Corella, D., Lamuela-Raventós, R. M. (2015). **The tomato sauce making process affects the bioaccessibility and bioavailability of tomato phenolics: A pharmacokinetic study**. *Food Chemistry*. 173: 864–872
- Martinez-Valverde, I., Periago, M. J., Provan, G. and Chesson, A. (2002). **Phenolic compounds, lycopene and antioxidant activity in commercial varieties of tomato**. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 82: 323-330.
- Mehta, D., Prasad P., Sangwan, R. S., and Yadav, S. K. (2018). **Tomato processing byproduct valorization in bread and muffin: improvement in physicochemical properties and shelf life stability**. *Journal of Food Science and Technology*. 55(7): 2560–2568.
- Mibulo, T. Banadda, N. and Kiggundu, N. (2020). **A Review of Packaging Options for Tomato Smallholder Farmers in Sub-Saharan Africa**. *Open Journal of Organic Polymer Materials*. 10(4):35-48
- Monica, C., Luminița, C., Enuța, I., Adrian, C., Nastasia, B. and Anda-Grațîela, L. (2017). **Achievement of some functional ingredients from tomato waste and winemaking by-products**. *Scientific Papers. Series B, Horticulture*. Vol. LXI: 423-432.
- Movagharnejad, K. and Nikzad, M. (2007). **Modeling of tomato drying using artificial neural network**. *Computers and Electronics in Agriculture*. 59(1-2): 78–85.

- Namir, H., Siliha M.F. and Ramadan. (2015)^a. **Fiber pectin from tomato pomace: characteristics, functional properties and application in low-fat beef burger.** *Journal of Food Measurement and Characterization*. 9(3):305–312
- Namir, M., Suleiman, A., Hassanien, M. F. R. (2015)^b. **Characterization and functionality of alcohol insoluble solids from tomato pomace as fat substitute in low fat cake.** *Journal of Food Measurement and Characterization*. 9(4):557-563
- Navarro-González, I., García-Valverde, V., García-Alonso, H. and Periago, M. J. (2011). **Chemical profile, functional and antioxidant properties of tomato peel fiber.** *Food Research International*. 44: 1528-1535.
- Nour, V., Ionica, M. E., and Trandafir, I. (2015). **Bread enriched in lycopene and other bioactive compounds by addition of dry tomato waste.** *Journal of Food Science and Technology*. 52(12): 8260-8267.
- Nour, V., Panaite T. D., Ropota, M., Turcu, R., Trandafir, I. and Corbu, A. R. (2018). **Nutritional and bioactive compounds in dried tomato processing waste.** *Journal of Food*. 16(1): 222-229.
- Obadina, A., Ibrahim, J. and Adekoya, I. (2018). **Influence of drying temperature and storage period on the quality of cherry and plum tomato powder.** *Food Science & Nutrition*. 6(4): 1-8.
- Obied, H. K., Bedgood, D. R. Jr, Prenzler, P. D., and Robards, K. (2008). **Effect of processing conditions, prestorage treatment, and storage conditions on the phenol content and antioxidant activity of olive mill waste.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56(11): 3925-3932.
- Owureku-Asare, M., Agyei-Amponsah, J., Saalia, F., Alfaro, L., Espinoza-Rodezno, L.A., and Sathivel, S. (2014). **Effect of pretreatment on physicochemical quality characteristics of a dried tomato (Lycopersicon esculentum).** *African Journal of Food Science*. 8(5):253-259.
- Owureku-Asare, M., Oduro, I., Saalia, F. K., Tortoe, C., and Ambrose, R. P. K. (2018). **Physicochemical and Nutritional Characteristics of Solar and Sun-dried Tomato Powder.** *Journal of Food Research*. 7(6): 1-15.

- Palomo, I., Gutierrez, M., Astudillo L., and Rivera, C. (2009). **"Efecto antioxidante de frutas y hortalizas de la zona central de Chile"**. *Revista Chilena De Nutricion*. 36:152-158.
- Perea-Domínguez, X. P., Hernández-Gastelum, L. Z., Olivas-Olguin, H. R., Espinosa-Alonso, L. G., Valdez-Morales, M., and Medina-Godoy, S. (2018). **Phenolic composition of tomato varieties and an industrial tomato by-product: free, conjugated and bound phenolics and antioxidant activity**. *Journal of Food Science and Technology*. 55(9): 3453-3461.
- Persia, M. E., Parsons, C. M., Schang, M., and Azcona, J. (2003). **Nutritional evaluation of dried tomato seeds**. *Poultry Science*. 82: 141–146.
- Polshettiwar, S. A., Ganjiwale, R. O., Wadher, S. J. and Yeole, P. G. (2007). **Spectrophotometric estimation of total tannins in some ayurvedic eye drops**. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 69(4): 574-576
- Portta, S., and Sandei, L. (1990). **Effect of chemical composition on non-enzymic browning in tomato products**. *Industrie Alimentari*. 29(1):13- 116.
- Preedy, V. R. (2012). **Vitamin A and carotenoids: Chemistry, analysis, function and effects**. United Kingdom, Royal society of chemistry. 583 p. ISBN 978-1-849-73368-7.
- Radzki, W., Sławińska, A., Jabłońska-Ryś, E., and Gustaw, W. (2014). **Antioxidant capacity and polyphenolic content of dried wild edible mushrooms from Poland**. *International Journal of Medicinal Mushroom*. 16: 65–75.
- Raiola, A., Del Giudice, R., Monti, D. M., Tenore, G., C., Barone, A. and Rigano, M., M. (2016). **Bioactive Compound Content and Cytotoxic Effect on Human Cancer Cells of Fresh and Processed Yellow Tomatoes**. *Molecules*. 21(1): 33-47.
- Ranawana, V., Raikos, V., Campbell, F., Bestwick, C., Nicol, P., Milne, L. and Duthie, G. (2016). **Breads fortified with freeze-dried vegetables: quality and nutritional attributes. part 1: breads containing oil as an ingredient**. *Foods*. 5(19): 1–13.
- Rao, A. V., and Rao, L. G. (2007). **Carotenoids and human health**. *Pharmacological Research*. 55(3):207–216.

- Ray, R. C., El Sheikha, A. F., Panda, S. H. and Montet, D. (2011). **Anti-oxidant properties and other functional attributes of tomato: an overview**. *International Journal of Food and Fermentation Technology*. 1(2):139-148.
- Ray, S., Saha, R., Raychaudhuri, U. and Chakraborty, R. (2017). **Characterization and analysis of dhokla with incorporated tomato powder**. *Nutrafoods*. 16:223-229.
- Reddy, K. M. (2012). **Study on the Effect of Irradiation on Storage Quality of Preserved Tomato Crush**. *International Journal of Science and Research*. 3: 1526-1530.
- Renna, M., D'Imperio, M., Gonnella, M., Durante, M., Parente, A., Mita, G., Santamaria, P. and Serio, F. (2019). **Morphological and Chemical Profile of Three Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Landraces of A Semi-Arid Mediterranean Environment**. *Plants (Basel)*. 8(8): 273.
- Rizk, E. M., Bedier, S. H. and EL_Gendy, M. A. (2013). **Utilization of carotenoid pigments extracted from tomato peel as natural antioxidants and colorants in sunflower oil and spaghetti**. *Egypt Journal Agriculture Research*. 92 (1): 309-3019.
- Rizk, E. M., El-Kady, A. T. and El-Bialy, A. R. (2014). **Characterization of carotenoids (lyco-red) extracted from tomato peels and its uses as natural colorants and antioxidants of ice cream**. *Annals of Agricultural Science*. 59(1): 53–61. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aosas.2014.06.008>
- Šaponjac, V.T., Cetkovic, G., Canadanovic-Brunet, J., Pajin, B., Djilas, S. Petrovic, J., Loncarevic, I., Stajcic, S. and Vulic, J. (2016). **Sour cherry pomace extract encapsulated in whey and soy proteins: incorporation in cookies**. *Food Chemistry*. 207: 27-33
- Sato, H. and Sakamura, S. (1973). **A bitter principle of tomato seeds**. *Agricultural and Biological Chemistry*. 37(2):225-231.
- Savadkoobi, S., and Farahnaky, A. (2012). **Dynamic rheological and thermal study of the heat-induced gelation of tomato-seed proteins**. *Journal of Food Engineering*. 113(3): 479–485.

- Savatović, S. M., Četković, G. S., Čanadanović-Brunet, J. M., and Đjilas, S. M. (2010). **Utilization of tomato waste as a source of polyphenolic antioxidants.** *Acta Periodica Technologica*. 41: 187–194.
- Schieber, A., Stintzing F. C. and Carle R. (2001). **By-products of plant food processing as a source of functional compounds- recent developments.** *Trends in Food Science & Technology*. 12(11):401-413.
- Sedej, I., Sakac, M., Mandic, A., Misan, A., Pestoric, M., Simurina, O. and Canadanovic-Brunet, J. (2011). **Quality assesment of gluten-free crackers based on buckwheat flour.** *Food Science and Technology*. 44(3):694-699.
- Sharma, S.K. and Le Maguer, M. (1996). **Kinetics of lycopene degradation in tomato pulp solids underdifferent processing conditions.** *Food Research International*. 29(3-4):309-315.
- Shi, J., Maguer, M., Kakuda, Y., Liptay, A. and Niekamp, F. (1999). **Lycopene degradation and isomerization in tomato dehydration.** *Food Research International*. 32:15-21.
- Shi, J. and Maguer, L. M. (2000). **Lycopene in Tomatoes: Chemical and Physical Properties Affected by Food Processing.** *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 40(1):1-42.
- Shin, S. and Bhowmik, S. R. (1995). **Thermal kinetics of color changes in pea puree.** *Journal of Food Engineering*. 24(1):77-86.
- Silva, E. M., Souza, J. N. S., Rogez, H., Rees, J. F. and Larondella, Y. (2006). **Antioxidant activities and polyphenolic contents of fifteen selected plant species from the Amazonian region.** *Food Chemistry*. 101 (3): 1012–1018.
- Silva, Y. P. A., Borba, B. C., Reis, M. G., Caliari, M. and Ferreira, T. A. P. C. (2016). **Tomato industrial waste as potential source of nutrients.** *International Technical Symposium Food: The Tree That Sustains Life*. 51: 2108-311.
- Silva, Y. P. A., Borba, B. C., Pereira, V. A., Reis, M. G., Caliari, M., Brooks, M. S. and Ferreira, T. A. P. C. (2018): **Characterization of tomato processing by-product for use as a potential functional food ingredient: nutritional**

- composition, antioxidant activity and bioactive compounds.** *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 70(2):1-11
- Simon, M., Wagner, J. R., Silveira, V.G. and Hendel, C.E. (1955). **Calcium chloride as Non-Enzymatic Browning Retardant for Dehydrated White potatoes.** *Food Technology*. 9:271-275.
 - So, S., Cherdthong, A. and Uriyapongson, S. (2019). **Potential use of tomato pomace as ruminants diet: A review.** *Bioscience Research*. 16(2): 1538-1548.
 - Sogi, D., Arora, M. S. Garg, S. K. and Bawa, A. S. (2002). **Fractionation and electrophoresis of tomato waste seed protein.** *Food Chemistry*. 76(4):449-454.
 - Sogi, D.S. and Bawa, A.S. (1998). **Dehydration of tomato processing waste.** *Indian Food Packer*. 52:26-29.
 - Solhjoo, S., Gharaghani, A. and Fallahi, E. (2017). **Calcium and Potassium Foliar Sprays Affect Fruit Skin Color, Quality Attributes, and Mineral Nutrient Concentrations of ‘Red Delicious’ Apples.** *International Journal of Fruit Science*. 17(4): 358-373.
 - Splittstoesser, W. E. (1990). **Vegetable Growing Handbook: Organic and Traditional.** Methods. 3rd Edition, Vannostrand Reinbold, New York. 167-171.
 - Stajcic, S., Cetkovic, G., Canadanovic-Brunet, J., Djilas, S., Mandic, A. and Cetojevic-Simin, D. (2015). **Tomato waste: carotenoids content, antioxidant and cell growth activities.** *Food Chemistry*. 172: 225-232.
 - Suarez, M. H., Rodriguez, R. E., and Romero, C. D. (2008). **Chemical composition of tomato (*Lycopersicon esculentum*) from Tenerife, the Canary Islands.** *Food Chemistry*. 106(3). 1046-1056.
 - Szabo, K., Diaconeasa, Z., Cătoi, A. -F. and Vodnar, D. C. (2019). **Screening of Ten Tomato Varieties Processing Waste for Bioactive Components and Their Related Antioxidant and Antimicrobial Activities.** *Antioxidants (Basel)*. 8(8): 292.
 - Takeoka, G.R., Dao, L., Flessa, S., Gillespie, D.M., Jewell, W.T., Huebner, B., Bertow, D. and Ebeler, E. S. (2001). **processing effects on lycopene content and antioxidant activity of tomatoes.** *Journal of agricultural food chemistry*. 49: 3713-3717.

- TIS – Tomatoland Information Service. (2014). **Tomato News – Global consumption survey 2012/2013**. Suresnes (France): Tomatoland Information Service.
- Tomić, J. M., Belović, M. M., Torbica, A. M., Pajin, B. S., Lončarević, L. S. and Petrović, P. S. (2016). **The influence of addition of dried tomato pomace on the physical and sensory properties of whole grain rye flour cookies**. *Food and Feed Research*. 43 (2): 145-152.
- Toor, R. K. and Savage, G. P. (2005). **Antioxidant activity in different fractions of tomatoes**. *Food Research International*. 38(5): 487–494.
- Toor, R. K. and Savage, G. P. (2006). **Effect of semi-drying on the antioxidant components of tomatoes**. *Food Chemistry*. 94(1): 90-97.
- Torbica, A., Belović, M., Mastilović, J., Kevrešan, Ž., Pestorić, M., Škrobot, D. and Hadnađev, T. D. (2016). **Nutritional, rheological, and sensory evaluation of tomato ketchup with increased content of natural fibres made from fresh tomato pomace**. *Food and Bioproducts Processing*. 98: 299-309.
- Tyagi, S. K., Manikantan, M. R., Oberoi, H. S. and Kaur, G. (2007). **Effect of mustard flour incorporation on nutritional, textural and organoleptic characteristics of biscuits**. *Journal of Food Engineering*, 80 (4): 1043–1050
- Valdenegro, M., Almonacid, S., Henríquez, C., Lutz, M., Fuentes, L., and Simpson, R. (2013). **The effects of drying processes on organoleptic characteristics and the health quality of food ingredients obtained from goldenberry fruits (Physalis peruviana)**. University Federico Santa Maria, Valparaíso, Chile. *Scientific Reports*. 2(2): 1-7.
- Vallverdú-Queralt, A., Medina-Remón, A., Andres-Lacueva, C. and Lamuela-Raventos, R. M. (2011). **Changes in phenolic profile and antioxidant activity during production of diced tomatoes**. *Food Chemistry*. 126(4): 1700-1707.
- Ventura, M. R., Pieltn M. C., and Castanon, J. I. R. (2009). **Evaluation of tomato crop by-products as feed for goats**. *Animal Feed Science and Technology*. 154: 271–275.

- Verma, S. N., Dikshit, H. K., Panigrahi, N., and Pandey, N. (2016). **Study of physico-chemical composition of fresh tomato and standardization of recipe for tomato juice**. *National Academy of Agricultural Science*. 34(4): 1163-1169.
- Wada, L. and Ou, B. (2002). **Antioxidant Activity and Phenolic Content of Oregon Caneberries**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50(12):3495-3500.
- Warnock, S. J. (1991). **National habitats of lycopersicon species**. *Hortscience*. 26(5): 466-471.
- Weissd, W. P., Frobose, D. L. and Koch, M. E. (1997). **Wet Tomato Pomace Ensiled with Corn Plants for Dairy Cows**. *Journal of Dairy Science*. 80(11):2896-900.
- Wójtowicz, A., Korona, M. Z., Ryś, E. J., Woźniak, K. S. and Oniszczyk, A. (2018). **Chemical Characteristics and Physical Properties of Functional Snacks Enriched with Powdered Tomato**. *Journal of Food and Nutrition*, 68 (3): 251-261.
- Yang, K., Lule, U., Xiao-Lin, D., (2006). **Lycopene: Its properties and relationship to human health**. *Food Reviews International*. 22(4): 309–333.
- Yilmaz, T., Kumcuoglu, S. and Tavman, S. (2017). **Ultrasound-Assisted Extraction of Lycopene and B-Carotene from Tomato-Processing Wastes**. *Italian Journal of Food Science*. 29(1): 186-194.
- Yitbarek, M. B. (2013). **The effect of feeding different levels of dried tomato pomace on the performance of Rhode Island Red (RIR) grower chicks**. *Global Journal of Poultry Farming and Vaccination*. 1(1): 52–58.
- Yoneya, T. and Nip, W. K. (2006). Cracker Manufacture. Ch. 23. In: **Bakery Products, Science and Technology**. Y.H. Hui (Ed.), p. 411. Blackwell Publishing, Iowa 50014, USA.
- Yuanglang, C., Vasupen, K., Wongsuthavas, S., Panyakaew, P., and Alhaidary, A. (2010). **Growth performance in beef cattle fed rations containing dried tomato pomace**. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 9: 2261– 2264.
- Yusufe, M. Mohammed, A. and Satheesh, N. (2017). **Effect of Duration and Drying Temperature on Characteristics of Dried Tomato (Lycopersicon**

esculentum L.) Cochoro Variety. *Acta Universitatis Cibiniensis Series E: Food Technology*. 21(1): 41-50.

- Zaroni, B., Pagliarini, E. and Foschino, R. (2000). **Study of the stability of dried tomato halves during shelf-life to minimize oxidation damage.** *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80: 22030-2208.
- Zaroni, B., Pei, C., Nani R. and Lavelli, V. (1998). **Oxidative damage of tomato halves as affected by drying.** *Food Research International*. 31(5):395-401.
- Zeinab, D. S., Allan K. H., and Charles S. B. (2010). **The physico-chemical characteristics of extruded snacks enriched with tomato lycopene.** *Food Chemistry*. 123: 1117–1122.
- Zhou, C. L., Liu, W., Zhao, J., Yuan, C., Song, Y., Chen, D. and Li, Q. H. (2013). **The effect of high hydrostatic on microbiological quality and physical-chemical characteristics of pumpkin (Cucurbita maxima Duch.) during refrigerated storage.** *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 21: 24-34.
- Zuorro, A., Lavecchia, R., Medici, F., and Piga, L. (2013). **Enzyme-assisted production of tomato seed oil enriched with lycopene from tomato pomace.** *Food Bioprocess Technology*. 6(12):3499-3509.

SYRIAN ARAB REPUBLIC

University of Damascus

Faculty of Agriculture

Food Science Department



**Effect of addition of tomato pomace as a functional ingredient on
chemical and sensory properties of biscuit**

A thesis prepared for obtaining a master's degree in the Food Science
Department

Presented by

Abdulwahab AboHadra

Scientific Supervisor

Dr. Rawaa Tlay

Assistant Professor in the Department of Food Sciences - Faculty of
Agricultural Engineering - Damascus University

2020-2021