تأثير تكرار القلي العميق في مواصفات الجودة لزيوت (دوار الشّمس والنخيل والذرة)والخواص الحسية للبطاطا المقلية

إعداد المهندسة: كليمة رزق الله الحرجان
إجازة في الهندسة الزراعية قسم علوم الأغذية
طالبة ماجستير في قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة الفرات
اشراف: د. نها العلي
عضو هيئة تدريسية في قسم علوم الأغذية– كلية الزراعة – جامعة الفرات

الملخص

هدف البحث إلى دراسة تأثير عدد مرات القلي في الصفات الفيزيائية والكيميائية لزيوت (دوار الشمس والنخيل والذرة) والخواص الحسية للبطاطا المقلية. تم استخدام 3 كغ بطاطا قسمت كالتالي: 1كغ بطاطا تم قليه في (3لتر) زيت دوار الشمس، و 1كغ تم قليه في (3 لتر) زيت الذرة و1كغ تم قليه في (3 لتر) زيت النخيل. كررت عملية القلي عند درجة حرارة 180 ± 5 مْ بمعدل 4 مرات بفاصل 10 أيام. لوحظ فروق معنوية عند مستوى ثقة 0.05≥ P بين انواع الزيوت وعدد مرات القلي إذ ارتفعت قيم كل من البيروكسيد والحموضة واللون معنوياً مع زيادة عدد مرات القلي، وتراوحت قيم البيروكسيد بين (2,67 . 25,01)،(8,8 . 21,15)، (1,19 . 2,79) مللي مكافئ اوكسجين/ كغ لكل من زيت (دوار الشمس ، الذرة ، النخيل) على التوالي، بينما تراوحت قيم الحموضة بين (0,12 . 0,78)، (0,56 . 1,35)، (0,28 . 1,97) ملجم/كغ لكل من زيت (دوار الشمس، الذرة، النخيل) على التوالي، وتراوحت قيم اللون بين (0,12 . 3,50)، (2,11 . 9,26)، (4,11 . 10,17) لكل من زيت (دوار الشمس ، الذرة، النخيل) على التوالي. ولوحظ انخفاض معنوي في الرقم اليودي عند مستوى ثقة 0,05≥ P مع زيادة عدد مرات القلي حيث بلغت القيم (124,78– 81,27)، (106,80– 70,41)، (54,28. 35,67) غ يود/100غ لكل من زيت (دوار الشمس، الذرة، النخيل)على التوالي. في حين طرأت تغيرات طفيفة ذات دلالة غير إحصائية على النسبة المئوية للرطوبة في كافة أنواع الزيوت مع تكرار عملية القلي .اظهر زيت النخيل كفاءة أعلى في الحد من التغيرات غير المرغوبة في قيم البيروكسيد والرقم اليودي مقارنة مع زيت دوار الشمس و الذرة عند تكرار عملية القلي. وبينت نتائج التقييم الحسي عدم

وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة ($P > 0.05$) بين عينات البطاطا المقلية في الزيوت المدروسة مع ملاحظة انخفاض قبول كل من الطعم واللون والرائحة مع تكرار عدد مرات القلي،حيث كانت قيم القبول للطعم في القلية الأولى (4.8 ، 4.4، 4.2) لتصل إلى (3، 3، 4) في عينات البطاطا المقلية بزيت دوار الشمس والذرة والنخيل على التوالي بعد القلية الرابعة .

الكلمات المفتاحية: تكرار القلي ، زيت دوار الشّمس ، زيت النخيل، زيت الذرة ، الخواص الحسية للبطاطا.

Effect of Deep Frying Repetition on Quality Parameters of (Sunflower, palm and Corn) Oils and Sensory properties of Fried potatoes

Summary

The research aimed to study the effect of the number of frying times in physical and chemical qualities for oils (sunflowerl, palm and Corn)And sensory properties of fried potatoes.3 kg potatoes were used, divided as follows :1 kg of potatoes were fried in (3 liters) sunflower oil, 1 kg was fried in (3 liters) corn oil and 1 kg was fried in (3 liters) palm oil.The frying process was repeated at a temperature of 180 ± 5° C at a rate of 4 times with an interval of 10 days between frying and the other. Significant differences were observed at the confidence level of $P \leq 0,05$ between the types of oils and the number of frying times, as the peroxide, acidity and values of color increased significantly with the increase in the number of frying times, the peroxide values ranged between (2.67 - 25.01), (8,8 - 21,15), (1,19 - 2.79) meg O2/kg for each of the oils (sunflower, corn, palm) respectively, While the acidity values ranged between (0.12-0.7), (0.56-1.35), (0.28-1.97) mg/kg for each of the oils (sunflower, corn, palm) respectively.And the color values ranged between (0.12 - 3.50), (2.11 - 9.26), (4.11 - 10.17) for each of the oils (sunflower, corn, palm) respectively.A significant decrease in the iodine number was observed at a confidence level of $P \leq 0,05$with an increase in the number of frying times, where the values reached (124.78 - 81,27), (106,80 - 70,41), (54,28 - 35,67) g iodine / 100 g for each of the oil(Sunflower, corn, palm) respectively.While there were small, non-statistical changes in the percentage of moisture in all types of oils with the repetition of the frying process.Palm oil showed a higher efficiency in reducing undesirable changes

in the values of peroxide and iodine number compared with sunflower and corn oil when the frying process was repeated.The results of the sensory evaluation showed that there were no significant differences at the confidence level ($P>0.05$) between the fried potato samples in the studied oils note low acceptance of all the taste, color and smell decreased with the frequency of frying Where the values of taste acceptance in the first frying were ($4.8, 4.4, 4.2$) to reach ($3, 3, 4$) in samples of potatoes fried in sunflower, corn and palm oil, respectively, after the fourth frying.

Key words: Repeat frying, sunflower oil, palm oil, corn oil, sensory properties of potatoes.

المقدمة :

تختلف الخواص الوظيفية للزيوت النباتية باختلاف مصدرها، و الغرض الذي تستعمل من أجله، إذ تستخدم كوسط لنقل الحرارة و تحسين النكهة كما في حالة القلي والتحمير[1]. ومن بين المنتجات المقلية الأكثر شيوعا واستهلاكا في المنزل وفي المطاعم هي تلك المستمدة من البطاطا مثل رقائق البطاطا وأصابع البطاطا المقلية [2]. تعد عملية القلي العميق شائعة في جميع أنحاء العالم، ليس فقط في تصنيع الأغذية الصناعية، ولكن أيضاً في المطاعم و الأغذية المحلية [3] .تتعرض الزيوت والدهون أثناء عملية القلي إلى تغيرات مختلفة بسبب حرارة القلي، التي تؤدي إلى أكسدة الزيت بواسطة الهواء، وتحلله بفعل رطوبة المادة المقلية نتيجة لذلك ،تحدث تغيرات حرارية بين الزيت المقلي والمادة الغذائية مؤدية إلى تدهور وتفكك الزيت، ويعتمد التدهور على التركيب الكيميائي للزيت ومحتواه من الأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة وعلى درجة حرارة القلي ومدته ونوع عملية القلي مستمر أو متقطع وعميق أو سطحي، فضلاً عن نوعية المادة الغذائية المقلية [4]. يعد تكرار استخدام زيت القلي في إعداد الطعام، وخاصة أثناء القلي العميق، ممارسة شائعة لتوفير التكاليف، حيث يتعرض زيت القلي إلى درجة حرارة عالية جداً أثناء عملية القلي بوجود الهواء [5] . يؤثر الاستعمال المتكرر للزيت المقلي في جودة عملية حفظ الأغذية المقلية بسبب زيادة تزنخ الزيت وينتج عن هذا الاستعمال المتكرر والمستمر عدة تفاعلات (التحلل المائي ،الأكسدة ، البلمرة ، التناظر ، التفكك الحراري)، مسبباً تغيرات في الخواص الفيزيائية والكيميائية والحسية للأغذية المقلية مثل ثباتيه النكهة والطعم والقوام خلال الخزن [6] .نتيجة لذلك، تحدث سلسلة معقدة من التفاعلات الكيميائية، تؤدي إلى فقدان كل من الجودة والقيمة الغذائية لزيت القلي وذلك يعود إلى أكسدة الدهون التي ينتج عنها مجموعة واسعة من المكونات المتطايرة أو غير المتطايرة، بما في ذلك الأحماض الدهنية الحرة والكحول، والألدهيدات، والكيتونات، والهيدروكربونات، والإيزوميرات المتحولة، والمركبات الحلقية

والإيبوكسية، كما أن زيادة درجة حرارة التسخين ومدتها قد تغير من نشاط مضدات الأكسدة فـي الزيوت النباتيـة[5] . إن الكثير من نواتج تفكك الزيوت القابلة للأكل يتم امتصاصها من قبل الغذاء المقلي وهي مضرة للصحة تسبب تحطم الفيتامينات وتثبط عمل الأنزيمات ويمكن أن تسبب تهيج الجهاز الهضمي، حيث تنخفض الأحماض الدهنية غير المشبعة في الدهون وتزداد الرغوة، ودكانة اللون، واللزوجة، والكثافة، والحرارة النوعية ،والمواد القطبية والمركبات المتبلمرة، علاوة على حدوث تغيرات كيميائية في قيمة الأحماض الدهنية الحرة، و رقم البيروكسيد، والرقم اليودي للزيت المستعمل، كما ينتج عن عملية القلي كميات مختلفة من الأحماض الدهنية المتحولة من نوع Trans اعتمادا على درجة حرارة القلي ونوعية الزيت المستعمل، علما أن الاهتمام بالأحماض الدهنية من نوع Trans قد ازداد في السنوات القليلة الأخيرة بسبب علاقة هذه الأحماض بتوليد الأمراض السرطانية، وبالتالي فإن نوعية الزيت لا تؤثر على نوعية الغذاء فحسب وإنما على صحة الانسان أيضاً [7]. قد تمنع مضادات الأكسدة الداخلة في تركيب الزيوت النباتية مبدئياً أكسدة الدهون ، إلا أن التسخين المتكرر يؤدي إلى تقليل محتوى مضادات الأكسدة في الزيت وبالتالي فإن مضادات الأكسدة المتبقية في الزيت لن تكون قادرة على ممارسة أي تأثير وقائي ضد الجذور الحرة والضرر التأكسدي [5] . ونظراً لذلك فقد **هدف البحث** إلى :

1- دراسة تأثير تكرار عملية القلي العميق على بعض مواصفات الجودة لزيت دوار الشمس وزيت الذرة وزيت النخيل.
2- دراسة تأثير تكرار عملية القلي العميق على الخواص الحسية للبطاطا المقلية.
3- تحديد المعاملات الأكثر ملاءمة للحصول على بطاطا مقلية تتمتع بخواص حسية ذات قبول عال لدى المستهلك مع الحفاظ على مواصفات الجودة لزيت القلي ضمن الحدود المسموح بها.

مواد البحث وطرائقه

1- تحضير وقلي أصابع البطاطا وفقا ل [8]:

تم شراء 40 كغ بطاطا مالحة و (3) لتر من زيت الذرة و (3) لتر من زيت دوار الشمس و (3) لتر من زيت النخيل من الأسواق المحلية، وتم تحضير 40 عينة: كل عينة مكونة من 1كغ من البطاطا حفظت في اكياس ورقية وخزنت في البراد على درجة حرارة +4 مْ حتى اجراء عملية القلي، في كل عملية قلي تم أخذ 3 كغ من البطاطا، خضعت البطاطا لعدة معاملات تحضيرية قبل عملية القلي وتم تقشيرها وتقطيعها إلى أصابع بعرض 1سم ومن ثم غسلها ونقعها بمحلول ملحي ذو تركيز 2% لمدة 5 دقائق بعد ذلك جففت ثم تم تسخن الزيت لمدة (15) دقيقة وهو الوقت التقريبي لوصول الزيت إلى درجة الحرارة 180 ± 5 مْ على نار هادئة. تم قلي3 كغ بطاطا قسمت كالتالي : 1كغ بطاطا في 3 لتر زيت دوار الشمس ،و 1كغ تم قليه باستخدام 3 لتر بزيت الذرة و1كغ تم قليه في 3 لتر زيت النخيل. كررت عملية القلي بمعدل 4 مرات بفاصل 10 أيام بين القلية و الأخرى. وذلك باستخدام مقلاة مصنوعة من معدن غير قابل للصدأ، بعد الانتهاء من عملية القلي في كل مرة تم تقسم البطاطا المقلية إلى قسمين قسم لإجراء الاختبارات الحسية والقسم الأخر لإجراء التحاليل الكيميائية أما بالنسبة للزيت بعد نهاية كل قلية تم تبريده وأخذ عينة من انواع الزيوت الثلاثة لإجراء الاختبارات الكيميائية عليها وحفظ الباقي في عبوات مغلقة لمنع وصول الضوء وتخزينها على درجة حرارة الغرفة حيث تم تطبيق الخطوات السابقة في كل مرة تمت فيها عملية القلي علما أن التحاليل الكيميائية تم تطبيقها على انواع الزيت قبل وبعد القلي في كل معاملة كما تم إجراء التقييم الحسي للبطاطا المقلية بعد كل معاملة.

2- طرائق التحليل :

الاختبـارات الخاصـة بالـزيـت:

1-الرطوبة بالتجفيف على حرارة 101 مْ لمدة 30 دقيقة وفق [9] تتوقف طريقة التقديرعلى فصل الماء من الزيت بالتجفيف ثم حساب نسبة الرطوبة من الفرق في وزن المادة قبل وبعد التجفيف.

2-اللون تم تقدير لون الزيوت باستعمال جهاز سبكتروفوتوميتر [10] وفق المعادلة المدونة في الطريقة الآتية :

(PCl)=1.29(Ab460) +69.7(Ab550) +41.2(Ab620) −56.4(Ab67

3-رقم الحموضة وفق [11] تعتمد على تعديل الحموضة في العينة عند درجة حرارة الغرفة باستخدام محلول غولي0,1 ن ، ماءات البوتاسيوم، ايزوبروبانول، تولين كمذيب للمادة الدسمة وفينول فتالين كمشعر ويصبح انتهاء المعايرة عندما يدوم اللون القرنفلي لمدة 30 ثانية وفق المعادلة التالية: رقم الحموضة $= \frac{5.61 \left(\text{ن} - \text{ل} \right)}{\text{و}}$

4-رقم البيروكسيد وفق [12] يعتبر تعيين رقم البيروكسيد من أكثر الطرق استخداما لتحديد درجة الأكسدة التي تعرضت لها المادة الدسمة (درجة تزنخ الزيوت) . حيث توزن 5 غ من الزيت يضاف لها 30 مل من حمض الخل الكلوروفورمي ويضاف لها 0,5 مل من محلول يود البوتاسيوم ويغطى الدورق لمدة دقيقة كاملة، ثم يضاف لها الماء المقطر يعاير المحلول ضمن الدورق بمحلول هيبوسلفيت الصوديوم0,01 ن، بوجود النشاء كمشعر نستمر بالمعايرة حتى اختفاء اللون الأزرق وفق المعادلة التالية: رقم البيروكسيد $= \frac{\left(\text{ن} \times \left(\text{ح ن} - \text{ح ل} \right) \times 1000 \right)}{\text{و}}$ ميلي مكافىء بيروكسيد

5-رقم اليود وفق [11] إذ يشير إلى درجة عدم الاشباع وتعين مدى قابلية المادة الدسمة للأكسدة. يعرف رقم اليود بأنه عدد غرامات اليود التي يتم تثبيتها على مئة غرام من المادة الدسمة ضمن شروط التجربة المحددة يتم حسابه وفق المعادلة التالية:

$$\text{رقم اليود} = \frac{1.269\left(\text{ل} - \text{ن}\right)}{\text{و}}$$

6-الخواص الحسية للبطاطا المقلية وفق [13]، تم اجراء اختبارات الخواص الحسية للبطاطا المقلية (الطعم،اللون،الرائحة) من قبل اثني عشر مختبر تحت الضوء العادي وعلى درجة حرارة الغرفة.

3- التحليل الإحصائي:

حُللت النتائج باستخدام البرنامج الإحصائي spss واجري اختبار Lsd لتحديد الفروقات المعنوية بين المتوسطات المدروسة عند مستوى ثقة 5% وفق تصميم القطع المنشقة من الدرجة الأولى وبمعدل ثلاث مكررات لكل عينة .

النتائج والمناقشة

الخصائص الفيزيائية والكيميائية للزيوت المدروسة:

1 – الرطوبة:

يبين الجدول رقم (1) قيم الرطوبة للزيوت المقلية بدرجة حرارة 180 ± 5 مْ حيث أن محتوى الرطوبة أثناء عملية القلي بالزيت يرتبط بنقل الكتلة بما في ذلك فقد الماء وامتصاص الزيت ونقل الحرارة [14]. أظهرت النتائج أنه لايوجد فروق معنوية عند مستوى ($P > 0.05$) .لاتوجد رطوبة في الزيت عند الشاهد لجميع انواع الزيوت المدروسة ولكن زادت هذه القيم بعد القلية الأولى بنسبة 0.06% لكل من زيت دوار الشمس وزيت الذرة وزيت النخيل وهذا يتفق مع [15]،حيث يعمل محتوى الماء في البطاطا والزيت على تسريع عملية التحلل المائي للزيوت المدروسة [16]، كما يبين الجدول رقم (1) فروقاً معنوية في محتوى الرطوبة بين الشاهد والقلية الأولى عند مستوى ($P \leq 0.05$) في جميع أنواع الزيوت المدروسة. قد تكون هذه الزيادة في النسبة المئوية للرطوبة في الزيت ناتجة عن تعرض الزيت لرطوبة البطاطا ورطوبة الهواء المحيط مما يسهل الإجهاد التأكسدي للزيت وهذا يتفق مع نتائج [17] بينما في القلية الثالثة والرابعة لا توجد رطوبة وذلك يعود إلى درجات الحرارة العالية وتبخر الرطوبة من الزيت في جميع انواع الزيوت المدروسة مع العلم أن الحد الأقصى المسموح به لنسبة الرطوبة في الزيت 0.06% [9].

الجدول (1) تأثير عدد مرات القلي في محتوى الزيت من الرطوبة خلال عملية القلي (%)

المعاملة	نوع الزيت			قيمة L.S.D
	دوار الشمس	الذرة	النخيل	
الشاهد	0 ± 0^{aA}	0 ± 0^{Aa}	0 ± 0^{aA}	–
القلية الأولى	0.06 ± 0.01^{abA}	0.06 ± 0.1^{Aa}	0.06 ± 0.01^{aA}	0,09
قبل القلية الثانية	0.26 ± 0.12^{bA}	0.13 ± 0.11^{Aa}	0.06 ± 0.01^{aA}	0,12
القلية الثانية	0.13 ± 0.11^{abA}	0 ± 0^{Aa}	0.06 ± 0.01^{aA}	0,15
قبل القلية الثالثة	0.13 ± 0.1^{abA}	0.06 ± 0.01^{Aa}	0.06 ± 0.01^{aA}	0,12
القلية الثالثة	0 ± 0^{aA}	0 ± 0^{Aa}	0 ± 0^{aA}	–
قبل القلية الرابعة	0.06 ± 0.01^{abA}	0.06 ± 0.01^{Aa}	0.06 ± 0.01^{aA}	0,11
القلية الرابعة	0 ± 0^{aA}	0 ± 0^{aA}	0 ± 0^{aA}	–
قيمة L.S.D	0,07	0,12	0,12	–

– تشير القيم التي تحمل أحرف صغيرة مختلفة ضمن نفس العمود إلى وجود فروقات معنوية فيما بينها على مستوى ثقة ($P \leq 0.05$).

– تشير القيم التي تحمل أحرف كبيرة مختلفة ضمن نفس السطر إلى وجود فروقات معنوية فيما بينها على مستوى ثقة ($P \leq 0.05$).

2 – اللون:

يبين الجدول رقم (2) قيم اللون للزيوت المقلية بدرجة حرارة 180 ± 5 مْ إذ يلاحظ زيادة في درجات القيم المعطاة للون مع زيادة عدد مرات القلي في الزيوت المدروسة. اظهرت النتائج زيادة معنوية ($P \leq 0.05$) في مقدار اللون مع عدد مرات القلي اذ ازدادت هذه القيم من (0.12 ,2.11 ,4.11) في معاملة الشاهد لكل من زيت دوار الشمس والذرة والنخيل على التوالي لتصل إلى (3.50،9.26،10.17) في القلية الرابعة لكل من زيت دوار الشمس والذرة والنخيل على التوالي، وهذا يتفق مع [18] الذي وجد أن دكانة لون الزيت تزداد بازدياد عدد مرات القلي، ويرجع ذلك إلى تكوين البوليمير لمركبات الكربونيل غير المشبعة والمركبات غير القطبية الناتجة عن المواد الغذائية المذابة في الزيت [19]. كما قد تعزى الزيادة المعنوية في دكانة اللون واسمراره إلى ترشيح الأصباغ من المادة الغذائية إلى الزيت وإلى تفاعل ميلارد الذي ادى إلى تكوين صبغة بنية تسمى Melanoidin [15].علاوة على ذلك يعتبر مزيج نواتج الأكسدة الحرارية والبلمرة للأحماض الدهنية غير المشبعة في الزيت عند تعريضه لدرجات الحرارة المرتفعة أثناء القلي مصدراً رئيسياً لتغيرات لون الزيت [20] ،[18].

الجدول (2) تأثير عدد مرات القلي في لون الزيت خلال عملية القلي

المعاملة	نوع الزيت			قيمة L.S.D
	زيت دوار الشمس	زيت الذرة	زيت النخيل	
الشاهد	0.12 ± 0.00^{Aa}	2.11 ± 0.97^{aB}	4.11 ± 0.67^{aC}	1.7
القلية الأولى	0.50 ± 0.03^{bA}	2.31 ± 0.15^{abB}	5.16 ± 0.07^{abC}	0.25
قبل القلية الثانية	1.24 ± 0.14^{cA}	3.80 ± 0.78^{bcB}	5.64 ± 0.51^{bC}	1.36
القلية الثانية	1.84 ± 0.09^{dA}	4.90 ± 0.13^{cB}	5.89 ± 0.11^{bC}	0.28
قبل القلية الثالثة	2.67 ± 0.03^{eA}	6.89 ± 0.23^{dB}	7.26 ± 0.7^{cB}	1.07
القلية الثالثة	2.71 ± 0.07^{eA}	7.22 ± 0.54^{dB}	7.98 ± 0.14^{cdB}	0.82
قبل القلية الرابعة	2.82 ± 0.15^{eA}	8.08 ± 0.53^{deB}	9.12 ± 0.14^{deC}	0.82
القلية الرابعة	3.50 ± 0.05^{fA}	9.26 ± 0.25^{eB}	10.17 ± 0.27^{eC}	0.54
قيمة L.S.D	0.24	1.51	1.15	-

- تشير القيم التي تحمل أحرف صغيرة مختلفة ضمن نفس العمود إلى وجود فروقات معنوية فيما بينها على مستوى ثقة ($P \leq 0.05$).

- تشير القيم التي تحمل أحرف كبيرة مختلفة ضمن نفس السطر إلى وجود فروقات معنوية فيما بينها على مستوى ثقة ($P \leq 0.05$).

3-رقم الحموضة:

يبين الجدول رقم (3) رقم الحموضة للزيوت المقلية على درجة حرارة 180 ± 5 مْ حيث يُلاحظ ازدياد معنوي في رقم الحموضة مع زيادة عدد مرات القلي في جميع الزيوت المدروسة عند مستوى ($P\leq0.05$) إذ ازدادت هذه القيم خلال عملية القلي لتصل إلى (1.97,1.35, 0.78) ملجم/كغ زيت عند القلية الرابعة لكل من زيت دوار الشمس والذرة والنخيل على التوالي وهذا يتفق مع [21] الذي وجد زيادة في قيم الحموضة من 0,3إلى 0.32,0.7,1.73 ملجم/كغ زيت على التوالي عند تكرار عملية القلي بعد خمسة أيام وذلك باستخدامهم زيت بذور الشلغم في قلي شرائح البطاطا وشرائح سمك القد بطريقة القلي العميق. تعود الزيادة في رقم الحموضة مع زيادة عدد مرات القلي إلى تشكل الأحماض الدهنية الحرة وارتفاع نسبتها نتيجة تفاعلات الأكسدة الحرارية للزيت خلال عملية القلي [22] كما تلعب نسبة الرطوبة في المادة الغذائية التي يتم قليها دوراً مهماً في تسريع عملية التحلل المائي للزيت[23] ، [24].التحلل المائي يؤدي بدوره إلى تحرير الأحماض الدهنية الموجودة في جزيئات الغليسيريدات الثلاثية نتيجة تفكك الرابطة الأسترية ،الأمر الذي يزيد من حموضة الزيت و يتشكل بنفس الوقت غليسيريدات ثنائية و غليسيرول[25]،[26]. وقد تعزى الزيادة في رقم الحموضة إلى نواتج عمليات الأكسدة الذاتية للزيوت خلال التخزين بفعل درجة الحرارة و الضوء وآثار المعادن في أوعية القلي و غيرها[27].

الجدول (3) تأثير عدد مرات القلي على رقم الحموضة للزيت خلال عملية القلي

المعاملة	نوع الزيت			قيمة L.S.D
	دوارالشمس	الذرة	النخيل	
الشاهد	0.12 ± 0.032^{aA}	0.56 ± 0.06^{aC}	0.28 ± 0.034^{aB}	0.11
القلية الأولى	0.26 ± 0.05^{abA}	0.66 ± 0.05^{abB}	0.44 ± 0.05^{abAB}	0.38
قبل القلية الثانية	0.33 ± 0.05^{bcA}	0.78 ± 0.06^{bcB}	0.83 ± 0.17^{bcB}	0.27
القلية الثانية	0.38 ± 0.06^{bcA}	0.91 ± 0.06^{cdB}	1.01 ± 0.17^{cB}	0.27
قبل القلية الثالثة	0.44 ± 0.06^{cdA}	1 ± 0.06^{deB}	1.04 ± 0.09^{cB}	0.18
القلية الثالثة	0.56 ± 0.06^{deA}	1.12 ± 0.05^{efB}	1.29 ± 0.17^{cdB}	0.27
قبل القلية الرابعة	0.67 ± 0.05^{efA}	1.24 ± 0.05^{fgB}	1.63 ± 0.17^{deC}	0.27
القلية الرابعة	0.78 ± 0.05^{fA}	1.35 ± 0.06^{gB}	1.97 ± 0.17^{Ec}	0.26
قيمة L.S.D	0.15	0.17	0.44	-

- تشير القيم التي تحمل أحرف صغيرة مختلفة ضمن نفس العمود إلى وجود فروقات معنوية فيما بينها على مستوى ثقة ($P \leq 0.05$).

- تشير القيم التي تحمل أحرف كبيرة مختلفة ضمن نفس السطر إلى وجود فروقات معنوية فيما بينها على مستوى ثقة ($P \leq 0.05$).

4-رقم البيروكسيد:

يبين الجدول رقم (4) رقم البيروكسيد للزيوت المقلية عند درجة حرارة 180 ± 5 مْ في جميع الزيوت المدروسة حيث ازدادت قيم رقم البيروكسيد معنويا عند مستوى ($P \leq 0.05$) مع زيادة عدد مرات القلي حتى وصلت إلى أعلى قيمة عند القلية الثالثة ثم انخفضت قيم هذه مع استمرار عملية القلي معنويا عند مستوى ($P \leq 0.05$). أظهر الجدول رقم (4) ازدياد قيم البيروكسد مع زيادة عدد مرات القلي إذ بلغت في معاملة الشاهد (8.80, 2.67 ,1.19) مللي مكافئ اوكسجين/ كغ لكل من زيت دوارالشمس والذرة والنخيل على التوالي لتصل إلى (29.07 ,24.55 ,3.79) مللي مكافئ اوكسجين/ كغ لكل من زيت دوار الشمس والذرة والنخيل على التوالي بعد القلية الثالثة، ثم بدأت بالانخفاض. جاءت هذه النتائج متفقة مع ما وجده كل من [28]،[7] عند تقدير رقم البيروكسيد للزيت المعرض للقلي العميق عند درجات حرارة عالية ولمدة زمنية طويلة. يعزى ارتفاع رقم البيروكسيد إلى زيادة تفكك الأحماض الدهنية غير المشبعة وأكسدتها في زيت القلي بفعل درجات الحرارة العالية والهواء والمحتوى المائي لأصابع البطاطا[29]. ويفسر انخفاض قيم البيروكسيد بعد الارتفاع إلى تكوين البيروكسيدات كنواتج اولية لعملية الأكسدة إذ أن هذه المركبات غير مستقرة على درجات الحرارة العالية و بالتالي فإنها تتفكك لتعطي نواتج ثانوية كالمركبات الكربونيلية والألديهيدية أثناء القلي العميق للزيوت بوجود الهواء والضوء [30]،[31]. نلاحظ من الجدول رقم (4) أن قيمة البيروكسيد في زيت دوار الشمس كانت اعلى من قيمة البيروكسيد لزيت الذرة والنخيل بعد القلية الرابعة. تعزى هذه الزيادة في قيمة البيروكسيد إلى احتواء زيت دوار الشمس على نسبة عالية من الأحماض الدهنية ثنائية الرابطة غير المشبعة [32] والتي تكون أكثرعرضة للتأكسد بفعل حرارة القلي مقارنة مع الزيوت التي تحتوي الأحماض الدهنية احادية الرابطة غير المشبعة [33].

الجدول (4) تأثير عدد مرات القلي في رقم البيروكسيد للزيت خلال عملية القلي

المعاملة	نوع الزيت			قيمة L.S.D
	دوار الشمس	الذرة	النخيل	
الشاهد	2.67 ± 0.58^{aA}	8.80 ± 0.35^{aB}	1.19 ± 0.22^{aC}	0,96
القلية الأولى	12.07 ± 0.58^{bA}	14.26 ± 0.29^{bB}	2.18 ± 0.21^{bC}	0,97
قبل القلية الثانية	13.70 ± 0.51^{bA}	14.81 ± 0.09^{bB}	2.79 ± 0.19^{cC}	0,95
القلية الثانية	21.04 ± 0.53^{cA}	18.16 ± 0.35^{cB}	2.99 ± 0.18^{cdC}	2,4
قبل القلية الثالثة	24.35 ± 1.21^{cdA}	19.56 ± 0.34^{dB}	3.40 ± 0.14^{deC}	1,43
القلية الثالثة	29.07 ± 0.26^{eA}	24.55 ± 0.32^{gB}	3.79 ± 0.11^{eC}	0,67
قبل القلية الرابعة	28.54 ± 2.07^{eA}	23.15 ± 0.33^{fB}	3.19 ± 0.25^{cdC}	2,93
القلية الرابعة	25.01 ± 1.52^{dA}	21.15 ± 0.39^{eB}	2.79 ± 0.21^{cC}	2,34
قيمة L.S.D	3,17	0,9	0,56	-

- تشير القيم التي تحمل أحرف صغيرة مختلفة ضمن نفس العمود إلى وجود فروقات معنوية فيما بينها على مستوى ثقة ($P \leq 0.05$).

- تشير القيم التي تحمل أحرف كبيرة مختلفة ضمن نفس السطر إلى وجود فروقات معنوية فيما بينها على مستوى ثقة ($P \leq 0.05$).

5- رقم اليود:

يبين الجدول رقم (5) قيم الرقم اليودي للزيوت المقلية عند درجة حرارة 180 ± 5 مْ حيث انخفضت قيم الرقم اليودي مع زيادة عدد مرات القلي في جميع الزيوت المدروسة، وكان الفرق معنوي عند مستوى ($P \leq 0.05$) بين المتوسطات. إذ انخفضت قيم الرقم اليودي من (124.78،106.80، 54.28) غ يود/100غ زيت لكل من دوار الشمس والذرة والنخيل على التوالي في معاملة الشاهد لتصل إلى (35.67,70.41, 81.27) غ يود/100غ زيت لكل من دوار الشمس والذرة والنخيل على التوالي في القلية الرابعة. يعزى الانخفاض في رقم اليود إلى التغيرات الفيزيائية والكيميائية المعقدة التي تحدث في الزيت خلال عملية القلي التي تؤدي إلى عدم ثباتية الزيت ضد عملية الأكسدة الحرارية [34] واهم هذه التغيرات سرعة تفكك الأحماض الدهنية غير المشبعة نتيجة تفاعلات الأكسدة الحرارية بوجود الهواء والمحتوى المائي لرطوبة البطاطا المقلية وزيادة عدد مرات قلي البطاطا [35] كما يؤدي تسخين الأحماض الدهنية متعددة الروابط الزوجية غير المشبعة على درجات الحرارة العالية 170_180 م^{o} أثناء القلي إلى بلمرتها بسرعة كبيرة [25]،[26]. اتفقت هذه النتائج مع نتائج [36] في دراسة تغيرات جودة زيت بذور القطن المستخدم في قلي بعض أنواع الأطعمة في مدينة دمشق.

الجدول (5) تأثير عدد مرات القلي في رقم اليود للزيت خلال عملية القلي

المعاملة	نوع الزيت			قيمة L.S.D
	دوار الشمس	الذرة	النخيل	
الشاهد	124.78 ± 2.2^{aA}	106.80 ± 2.9^{aB}	54.28 ± 1.23^{aC}	15,8
القلية الأولى	119.49 ± 3.1^{bA}	104.69 ± 3.2^{aB}	51.46 ± 1.21^{bC}	17,1
قبل القلية الثانية	114.63 ± 2.3^{cA}	100.88 ± 2.3^{bB}	48.92 ± 0.99^{cC}	12,1
القلية الثانية	107.86 ± 1.98^{dA}	93.06 ± 1.63^{cB}	46.03 ± 0.95^{dC}	16,8
قبل القلية الثالثة	101.52 ± 1.56^{eA}	88.83 ± 1.95^{dB}	43.71 ± 1.11^{eC}	13,45
القلية الثالثة	95.10 ± 2.01^{fA}	84.48 ± 2.2^{eB}	36.66 ± 0.89^{fC}	21,3
قبل القلية الرابعة	88.83 ± 1.36^{gA}	78.25 ± 1.54^{fB}	35.25 ± 0.69^{fC}	33,6
القلية الرابعة	81.27 ± 1.97^{hA}	70.41 ± 1.09^{gB}	35.67 ± 0.99^{fC}	21,5
قيمة L.S.D	3.6	3.8	1.8	–

– تشير القيم التي تحمل أحرف صغيرة مختلفة ضمن نفس العمود إلى وجود فروقات معنوية فيما بينها على مستوى ثقة ($P \leq 0.05$).

– تشير القيم التي تحمل أحرف كبيرة مختلفة ضمن نفس السطر إلى وجود فروقات معنوية فيما بينها على مستوى ثقة ($P \leq 0.05$).

6 – تقدير الخواص الحسية للبطاطا المقلية:

تم الاعتماد في هذه الدراسة على ثلاث خواص حسية وهي الطعم واللون والرائحة لتقييم البطاطا المقلية بالزيوت المدروسة على درجة حرارة 180 ± 5 مْ. نلاحظ من الجدول رقم (6) وجود علاقة عكسية ($P \leq 0.05$) بين معدلات درجات القبول للون والطعم والرائحة للبطاطا المقلية وبين التخزين وعدد مرات القلي إذ كلما زاد التخزين وعدد مرات القلي قلت معدلات درجات التقييم الحسي. وقد تم التعبير عن معدلات درجات القبول بالأرقام لإجراء التحليل الإحصائي كالتالي: إن (5)جيد جيداً،(4–4.99) جيد،(3–3.99) متوسط،(2–2.99) مقبول،(1–1.99) غير مقبول. لوحظ انخفاض معدلات القبول للون و الطعم والرائحة دون وجود فروق معنوية عند مستوى ($P> 0.05$) حيث انخفضت معدلات قبول اللون من (4.2 ، 4.2، 4.2) للبطاطا المقلية بزيت دوار الشمس والذرة والنخيل على التوالي في القلية الأولى لتصل إلى (3 ،3.2، 4) للبطاطا المقلية بزيت دوار الشمس والذرة والنخيل على التوالي في القلية الرابعة وذلك يعود إلى ارتباط درجة اللون بعد القلي بمحتوى المادة الغذائية من السكريات المرجعة [37] كما يعزى تغير اللون إلى تراكم السكريات المختزلة المسؤولة عن اللون البني الداكن في البطاطا عند تخزينها على درجة حرارة 2–4 مْ ويرجع ذلك إلى التفاعل غير الأنزيمي (تفاعل ميلارد) [38]. كما لوحظ انخفاض في معدلات القبول للطعم من (4.8 ،4.4، 4.2) للبطاطا المقلية بزيت دوار الشمس والذرة والنخيل على التوالي في القلية الأولى لتصل إلى (3، 3، 4) للبطاطا المقلية بزيت دوار الشمس والذرة والنخيل على التوالي في القلية الرابعة. كما لوحظ انخفاض تدريجي لمعدلات القبول للرائحة حيث كانت في القلية الأولى (4.6، 4.2، 4) للبطاطا المقلية بزيت دوار الشمس والذرة والنخيل على التوالي لتصل إلى (3.2، 3، 3.8) للبطاطا المقلية بزيت دوار الشمس والذرة والنخيل على التوالي في القلية الرابعة وذلك يعود إلى تشكل مركبات الديهيدية و كيتونية متطايرة وغير متطايرة تؤثر سلبا في الطعم والرائحة بفعل أكسدة الدهون [39]. تعزى العلاقة السلبية بين التغيرات الفيزيائية والكيميائية التي تحدث للزيوت وبين الخواص الحسية للأغذية المقلية فيها حيث تتراجع معدلات القبول للون و الطعم و الرائحة أثناء القلي

العميق إلى نواتج الأكسدة الحرارية والتحلل المائي للزيوت المستخدمة في القلي والتي تؤثر سلبا على نوعية المنتج النهائي [6]،[25]،[40].

جدول رقم(6) تقدير الخواص الحسية للبطاطا المقلية في عدة أنواع من الزيت

		البطاطا المقلية في زيت دوار الشمس	البطاطا المقلية في زيت الذرة	البطاطا المقلية في زيت النخيل	قيمة L.S.D
الطعم	القلية الأولى	4.8 ± 0.4^{aA}	4.4 ± 0.5^{aA}	4.2 ± 0.4^{aA}	–
	القلية الثانية	4.4 ± 0.5^{aA}	4.2 ± 0.4^{aA}	4.2 ± 0.4^{aA}	–
	القلية الثالثة	3.2 ± 0.4^{bA}	4 ± 0.0^{aA}	4 ± 0.0^{aA}	0.43
	القلية الرابعة	3 ± 0.0^{bA}	3 ± 0.0^{bA}	4 ± 0.0^{aA}	0.44
	قيمة L.S.D	0.75	0.63	–	–
اللون		زيت دوار الشمس	زيت الذرة	زيت النخيل	قيمة L.S.D
	القلية الأولى	4.2 ± 0.4^{aA}	4.2 ± 0.4^{aA}	4.2 ± 0.4^{aA}	0.75
	القلية الثانية	3.8 ± 0.4^{abA}	4 ± 0.0^{abA}	4.2 ± 0.4^{aA}	0.71
	القلية الثالثة	3.4 ± 0.5^{bcA}	3.4 ± 0.5^{bcA}	4 ± 0.0^{aA}	0.75
	القلية الرابعة	3 ± 0.0^{cA}	3.2 ± 0.4^{cA}	4 ± 0.0^{aA}	0.43
	قيمة L.S.D	0.75	0.74	–	–
الرائحة		زيت دوار الشمس	زيت الذرة	زيت النخيل	قيمة L.S.D
	القلية الأولى	4.6 ± 0.5^{a}	4.2 ± 0.4^{a}	4 ± 0.0^{a}	–
	القلية الثانية	4 ± 0.0^{ab}	4 ± 0.0^{ab}	4 ± 0.0^{a}	–

	القلية الثالثة	3.4 ± 0.5^{b}	3.4 ± 0.5^{bc}	4 ± 0.0^{a}	–
	القلية الرابعة	3.2 ± 0.4^{b}	3 ± 0.0^{c}	3.8 ± 0.4^{a}	0,4
	قيمة L.S.D	0,8	0,63	–	

– تشير القيم التي تحمل أحرف صغيرة مختلفة ضمن نفس العمود إلى وجود فروقات معنوية فيما بينها على مستوى ثقة ($P \leq 0.05$).

– تشير القيم التي تحمل أحرف كبيرة مختلفة ضمن نفس السطر إلى وجود فروقات معنوية فيما بينها على مستوى ثقة ($P \leq 0.05$).

الاستنتاجات

- اظهرت النتائج تأثيراً معنوياً عند مستوى ثقة ($P \leq 0.05$) في تدهور الخواص الفيزيائية والكيميائية لأنواع الزيوت المدروسة حيث ارتفعت قيم كل من رقم الحموضة ورقم البيروكسيد ودرجة دكانة اللون للزيت و تناقصت قيم قرينة اليود تدريجياً مع زيادة عدد مرات القلي .
- اظهر زيت النخيل كفاءة اعلى في الحد من شدة تفاعلات الأكسدة وتدهور نوعية الزيت مقارنة مع زيت دوار الشمس و الذرة عند تكرار عملية القلي.
- لوحظ انخفاض قبول كل من الطعم واللون والرائحة في عينات البطاطا المقلية بزيت دوار الشمس والذرة والنخيل مع تكرار عدد مرات القلي.
- اشارت النتائج الى أن ثبات الزيت ضد الأكسدة مع تكرار عملية القلي قد تأثر بشكل اساسي بمحتوى الزيت من الاحماض ثنائية الرابطة غير المشبعة إذ اظهر زيت دوار الشمس ادنى ثباتية، مقارنة بزيت الذرة والنخيل بسبب محتواه المرتفع من حمض اللينولييك بنسبة (70.60)%.

التوصيات

- ✓ ينصح بعدم استخدام زيت القلي لأكثر من مرتين وبشكل خاص عند استخدام الطريقة التقليدية للقلي العميق وذلك للحد من تدهور الصفات الفيزيائية والكيميائية للزيت المستخدم إذ تتفكك الأحماض الدهنية غير المشبعة مع زيادة عدد مرات القلي مما يجعل الزيت ضاراً على صحة الانسان.
- ✓ تجفيف البطاطا بشكل جيد من الماء قبل استخدامها في عملية القلي وتصفية الزيت بشكل دائم من بقايا المواد المقلية.
- ✓ اضافة مضادات الاكسدة الطبيعية بهدف زيادة ثباتية الزيت ضد الأكسدة الحرارية .
- ✓ استخدام زيوت قلي عالية المحتوى بالأحماض الدهنية احادية الرابطة غير المشبعة بهدف زيادة ثباتية الزيت ضد الأكسدة الحرارية.

المراجع

1-الفواز، محمد 2008 - صناعة الزيوت النباتية، مجلة العلوم والتقنية، العدد السابع والثمانون ص 25- 29.

2-Arafat .S. A . 2015 - Comparison between traditional deep - Fat frying and air -frying for production of healthy fried potato strips, International Food Research l22(4),1557-1563.

3-Pedreschi, F. Moyano, P .Kaack , K, Granby, K 2005 Color changes and acrylamide formation in fried potato slices, Food Res Intl 38:1-9.

4-حسون، كوثر 2012 تأثير زمن قلي الفلافل في تغيرات جودة زيوت بذور القطن المستخدمة في الاسواق المحلية .مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد (28) ، العدد2 ص 349-360.

5-Mustafa, MR et al ., 2015 -Effects of Repeated Heating of Cooking Oils on Antioxidant Content and Endothelial Function. Austin J Pharmacol Ther , 3 (2) .

6-الحلفي ، سوسن والعلي ، روضة 2016- د راسة تأثير أضافة مضادات الأكسدة الطبيعية على الصفات الفيزيوكيميائية لزيت الذرة المستعمل بالقلى العميق. مجلة ذي قار للبحوث الزراعية ، المجلد 5 العدد 1 .

7-Talpur,M.Y.,Sherazi,S.T.H.,Mahesar.,S.A.and Kandhro.,A.A. 2009 Effects of chicen frying on soybean,sunflower and canola oils.Pak.J.Anal.Chem, 10(1-2), 59-66.

8-Rasul, N 2010 - Effect Of Deep Frying Of Some Foods In Sunflower Oil Physical,Chemical And Nutritional Properties At Rejection Point.

9- كاخيا، طارق اسماعيل 2006- مدخل إلى تكنولوجيا الزيوت والدهون والصناعات القائمة عليها.

10-A.O.A.C. 2000 Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis . Color method Cc 13c -50.

11-شعار، محمد علي 2006 - تقانة الزيوت (1) القسم العملي، منشورات جامعة البعث كلية الهندسة الكيميائية والبترولية، مديرية المكتب والمطبوعات الجامعية، الجمهورية العربية السورية.

12-المواصفات القياسية السورية رقم /762/ الصادر في عام (1989)- المتعلقة بالزيوت وطرق تحليل الزيوت النباتية . وزارة الصناعة، هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية .

13-Larmoond, E., 1982-Laboratory methods for sensory evaluation Canadian Dept.of agriculture publication no.1673.

14-Vitrac,O.,D.,Dufour,D.,Trystram ,G., Raoult Wack, A .L 2002 Characterization of heat and mass transfer during deep –fat frying

and its effect on cassava chip quality, J.Food Eng ,53(2),161-176.

15-Jurid, L.S .Zubairi, S.I, Kasim, Z.M,Ab Kadir, I.A 2020 The effect of repetitive frying on physicochemical properties of refind, bleached and deodorized Malaysian tenera palm olein during deep-fat frying, Arabian Journal of Chemistry ,13 .6149-6160.

16-Dana, D ., Blumenthal, M.M., Saguy, I.S., 2003 The protective role of water injection on oil quality in deep fat frying conditions, Eur Food Res.Technol, 217(2),104-109.

17-Choe , E and Min 2007 Chemistry of Deep- Fat Frying Oils, Journal of Food Science ,Vol.72,Nr.5.

18-Goburdhun,D.,Seebun,P.,Ruggoo,A.,(2000).Effect of deep-fat frying of potato chips and chicken on the quality of soybean oil, J.Consum.Stud Home Econ ,24(4),223-233.

19-Aniolowska,M.and Kita,A 2015 The Effect of type of oil and degree of degradation on glycidyl esters content during the frying of French fries.Journal of the American Oil Chemists ,Society , 92, 1621-1631.

20-Debnath, S.,Rastogi , N.K.,Kyishna, A.G.,Lokesh, B. 2012.- Effect of frying cycles on physical,chemical and heat transfer quality of rice bran oil during deep-fat frying of poori :An Indian traditional fried food, Food Bioprod.Process ,90(2),249-256.

21-Tynek, M.,Hazudek, Z;Pawlowicz,R.and Dudek, M 2001 Changes in the frying medium during deep-frying of food rich in proteins and carbohydrats.J.of Food Lipids, 8,251-261.

22-Mariana,R.R.,Susanti,E.,Hidyati,L.,and Wahab,R.A.2020 - Analysis of peroxide value, free fatty acid,and water content changes in used cooking oil from street vendors in Malang,In AIP Conference proceedings. Vol. 2231, No.1, P.040057.

23-جاسم،منير وساهي،علي واسطيفان،هاني2015 التغيرات الحاصلة لبعض الزيوت والدهون التجارية أثناء قلي الفلافل .مجلة الكوفة للعلوم الزراعية ،(2)، 7.رسالة ماجستير.

24-Fujisak , M., Mohri ,S., Endo,Y., Fujimoto ,K 2001- Deterioration of high olic safflower oil heated in low oxygen atmospheres whith water spray , J. Oleo Sci ,50(2),97-101.

25-دهان،محمود 1992 تكنولوجيا الزيوت القسم النظري،منشورات جامعة حلب، مديرية المكتب والمطبوعات الجامعية، الجمهورية العربية السورية.

26-شعار، محمد علي 2006 - تقانة الزيوت (1) القسم النظري، منشورات جامعة البعث كلية الهندسة الكيميائية والبترولية، مديرية المكتب والمطبوعات الجامعية، الجمهورية العربية السورية.

27-بن قسوم ،الخنساء ولبوز، فاطمة الزهراء 2018 . دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية لزيوت غذائية محلية و تجارية .

28-Shalmany, K.and Soihnejad, R. 2012 .Determination of Peroxide Value Soybean oil containing Propoils and without Propoils under the influence of different level of heat, Technical Journal of Engineering and Applied Sciences,2(4),97-103.

29-Diop, A., Sarr, S.O.,Ndao, S.,Cissė,M., Baldė, M., Ndiaye,B., and Diop,Y. M. 2014 Effect of deep-fat frying on chemical properties of edible vegetable oils used by Senegalese households. African Journal of Food,Agriculture, Nutrition and Development,14(6),2218-2238.

30-Rehab ,F.A., and El Anany , A.M. 2012- Physicochemical studies on sunflower oil blended with cold pressed tiger nut oil, during deep frying process .J. Food Process Technol.3:8.

31-Tsaknis, J.and Lalas,S. 2002 Stability during frying of moringa oleifera seed oil variety periyakulam, ,Journal of Food Composition and Analysis,15,79-101.

32-Mulatari, S;MarsolVall,A; Heponiemi,P.;Suomela,J.P; Yang,B 2019 Changes in the volatile profile,fatty acid composition and other markers of lipid oxidation:of six different vegetable oils during shart.term deep-frying ,Food Res.Int ,122,318-329.

33-Aladeduny F A, Przybylski .R . 2013-.Mnor components in oils and their effects on frying performistry. Lipid Technology 25:87-90.

34-Lawson, H.W 2013 -Food Oils and Fats: Technology,Vtization and Nutrition.Springer Scince and Business media.

35- Sibia ,H and Alrifaie,H. 2018 The Effect Of Frying Conditions On Sunflower Oil Attributes, Tikrit Jornal Of Engineering Sciences, 25 (2), 52-58.

36-سماك، عبد الرحمن 2013- دراسة تغيرات جودة زيت بذور القطن المستخدم في قلي بعض أنواع الأطعمة في مدينة دمشق. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد(29)، العدد (1) ص 223-236.

37-بركات، الاء بدر الدين 2018 - دراسة تأثير بعض المستخلصات النباتية في تثبيط انبات درنات البطاطا المخزن. رسالة ماجستير، جامعة دمشق .

38-Cruz, R.R.P., Pereira, A.M., Ribeiro, W.S., Freire,A.I .,Costa ,F.B.D .,Zanuncio ,J.C.,and Finger,F.L.(2021).Ideal temperature

and storage period for commercial potato cultivars selected for frying.Ciẹncia Rural,51.

39-Bordin, K., Kunitake . M.T., Aracava . K.K ., and Trindade, C. S .F 2013 -Changes in food caused by deep fat frying - Areview.Archivos Latnomericanos de Nutricion, 63,5-13.

40-Sumnu, S. G., and Sahin, S. 2009 -Advances in deep-fat frying of foods. Published by: CRC Press taylor & francis group, LLC, United States of America Edited by Servet Gulum Sumnu, Serpil Sahin.