مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
المجلد 40 العدد 3 (2024): 279-294

Damascus University Journal of Agricultural Sciences
Vo 40 No.3 (2024): 279-294

تأثير المعالجة بأشعة غاما في الخصائص النوعية للزيت المستخلص من زعتر المائدة

أريج البشير[1]، آلاء النحاس[1]، عهد ابو يونس[2]، محفوظ البشير[3]

[1] مهندسة، قسم علوم الاغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق

[2] استاذ دكتور قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق

ahed.abouyounes@damascusuniversity.edu.sy

[3] باحث رئيسي، قسم تكنولوجيا الإشعاع، هيئة الطاقة الذرية malbachir@aec.org.sy

الملخص:

أنجز هذا البحث بهدف تحديد المعايير الفيزيائية والكيميائية للزيت المستخلص من زعتر المائدة غير المعالجة بالأشعة والمعالجة بجرعة قدرها 15 كيلو غري من أشعة غاما. بينت نتائج الاختبارات المنفذة في تجارب هذه الدراسة عدم وجود تأثير للمعالجة بأشعة غاما في الخصائص الكيميائية للزيت المستخلص من زعتر المائدة، والمتمثلة في قيم الحموضة Acid Value (AV)، ورقم البيروكسيد Peroxide value (PV) ورقم TBA Thiobarbituric acid، وقيم الرقم اليودي Iodine value (IV) وقيم رقم التصبن Saponification value (SV) وقيم معامل (قرينة) الانكسار Refractive index (RI). وبقيت قيم المؤشرات المدروسة لهذه الخصائص ضمن الحدود المقبولة والمنصوص عليها في المواصفات المحلية والدولية.

الدهنية غير المشبعة و15.71 % من الأحماض الدهنية المشبعة. لذلك فان النسبة بين الاحماض الدهنية غير المشبعة والمشبعة (U/S) هي من مرتبة 5.45. نتج عن المعالجة الإشعاعية نقص طفيف ولكن بدلالة معنوية ($p<0.05$) في الأحماض الدهنية غير المشبعة Unsaturated وزيادة معنوية في الأحماض الدهنية المشبعة Saturated في زيت زعتر المائدة. وأظهرت هذه التحاليل إمكانية أن تكون المعالجة بأشعة غاما أسلوب مفيد في التطبيق ويمكن التعويل عليه في المحافظة على الجودة وإطالة فترة العرض وتأكيد سلامة زعتر المائدة.

الكلمات المفتاحية: زيت زعتر المائدة، المعالجة بأشعة غاما، الخصائص الكيميائية، الأحماض الدهنية.

تاريخ الإيداع: 2023/8/29
تاريخ القبول:2023/10/3

حقوق النشر: جامعة دمشق – سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص
CC BY-NC-SA 04

Effect of gamma irradiation on quality characteristics of extracted oil From thyme meal

Areej al-Bachir[1], Alaa al-Nahhas[1], Ahed Abou Younes[2], Mahfouz Al-Bachir[3]

[1] Department of Food science, Agriculture faculit, Damascus university.
[2] Professeur , Department of Food science, Agriculture faculit, Damascus university, ahed.abouyounes@damascusuniversity.edu.sy
[3] Director of researchs Department of Radiation Technology, Atomic Energy Commission of Syria, malbachir@aec.org.sy

Received:29/8/2023
Accepted:3 /10/2024

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

Abstract:

This recherche was performed to determine the physic-chemical properties of oil extracted from non-irradiated thyme meal and irradiated samples irradiated with 15 kGy of gamma irradiation. The results indicated that the irradiation did not cause any significant change in acid value (AV), peroxide value (PV), Thiobarbituric acid (TBA), iodine value (IV), saponification value (SV), and refractive index (RI). The result obtained shows that the investigated indicators are within the stipulated limits recommended by local and international standards. The results showed that the thyme meal oil had high concentration of unsaturated fatty acids (84.38%), and low concentration of saturated fatty acids (15.71%). The unsaturated and saturated fatty acids ratio of thyme meal oil is (USFA/SFA=5.45). The saturated fatty acids of thyme meal oil increased significantly ($P<0.05$) in irradiation samples. While, the irradiation decreased the unsaturated fatty acids in thyme meal oil. The results of demonstrated the beneficial use of irradiated processing in improving the safety and extending the shelf life of thyme meal.

Key Words: Thyme Meal Oil, Gamma Irradiation, Chemical Properties, Fatty Acids.

1. المقدمة:

أصبح المستهلك أكثر وعياً وإدراكاً بفوائد الأغذية الطازجة لاحتوائها على مركبات فعاله بيولوجيا. وتعدّ الأغذية ذات المصدر النباتي بما في ذلك البذور والحبوب والخضار وثمار الفاكهة والنباتات الحولية Sesonal plants والأعشاب العطرية Aromatic herbs من الأغذية التي تستهلك في أغلب الأحيان طازجة، والتي تتمتع بفوائد صحية تعود للطيف الواسع من الخصائص والميزات البيولوجية التي تتمتع بها هذه المركبات (Catunescu *et al.*,2017).

تستعمل النباتات الطبية لغايات عدة وبطرائق مختلفة منذ الأزل، ومن بين هذه الأستعمالات إضافة البعض من هذه الأعشاب والنباتات الطبية إلى الغذاء لتعزيز النكهة وتحسين خصائصه التذوقيه (Yashin *et al.*, 2017). وبالمثل فقد ازداد بشكل مضطرد اهتمام المستهلك بأسلوب الحياة السعيدة ونمط الغذاء الصحي، والذي شجع وحفز منتجي الغذاء للبحث عن الأنواع النباتية غير المألوفة تتمتع أجزاؤها القابلة للاستهلاك بميزات معززة للحالة الصحية للمستهلك (Kazimierski *et al.*, 2019). ومن بين هذه الأنواع النباتية نبات الزعتر (*Thymus vulgaris* L) الذي يشار في الادبيات العلميةإلى أن منشأه الأصلي منطقة حوض البحر المتوسط Mediterranean region، والذي يعد كمحصول ذو قيمه مادية مرتفعة، وذو أهمية خاصة لكل من صناعة الغذاء والدواء لاستعمالة كمضاف غذائي، يمكن اضافتة إلى الأطباق والى المنتجات الغذائية بهدف تعزيز وتحسين جودة نكهة الغذاء او كمتتم قي تغذية الإنسان كمعزز للصحة، ويستعمل ايضا كمادة حافظة بسبب احتوائه على مضادات الأكسدة وعلى مضادات البكتريا وبالدور الذي يلعبه كغذاء وظيفي Functional food. (Janiak *et al.*, 2017; Kazimierski *et al.*, 2019; (Al-Bachir, 2019/a). كنتيجة لاحتواءه على احماض دهنية غير مشبعة Un-saturated fatty acids (UFA)، وبشكل خاص الاحماض الدهنية عديدة عدم الاشباع Polyun-saturated fatty acids (PUFA). ويجدر الإشارة الى ان الأحماض الدهنية عديدة عدم الإشباع لا يمكن تصنيعها في الجسم البشري، وتسمى بالأحماض الدهنية الأساسية، وتلعب دوراً هاماً في الاستقلاب. تعدّ الزيوت والدهون تقليدياً من المركبات المحددة جدا بمكوناتها الكيميائية التي تدخل في تكوينها غليسيريدات ثلاثية تتضمن أحماض الستيريك (C18:0) والاولايبك (C18:1) واللينولايبك (C18:3) (Al-Bachir, 2019/a; 2019/b)؛ (Al-Bachir and Ahmad, 2021).

يعدّ زعتر المائدة من الأغذية الهامة في سورية وفي دول الجوار، باعتباره من الأغذية ذات المصدر النباتي التي تحتوي على طيف واسع من المركبات الفعالة بيولوجياً. يحتوي زعتر المائدة على مجموعة من المقومات الجافة، تتضمن اضافة الى أوراق الزعتر، كل من السمسم والسماق والكزبرة والينسون والكمون والفستق والزيت النباتي وملح الطعام والكراويا (Al-Bachir and Koudsi , 2019).

يشهد القرن الحالي على حدوث ابتكارات وتقانات جديدة دخلت في مجال حفظ الأغذية المخصصة للاستهلاك البشري. وفي يومنا هذا، تلعب تقانة التشعيع دوراً هاماً في حفظ الأغذية بما تقدمه من فوائد ملموسة في تعزيز سلامة الغذاء والمحافظة على خصائصه النوعية والحسية من خلال خفض التلف وإطالة فترة العرض في الأسواق. بعد أن أصبحت المعالجات الإشعاعية تقانة معتمدة ومعترف فيها لما تقدمه من مزايا في إطالة فترة تخزين العديد من المنتجات الغذائية (Al-Bachir and Othman, 2018). ويمكن ان تتضرر الأغذية عند معالجتها بجرعات مرتفعة من الأشعة ويتجلى هذا الضرر في خفض القيمة الغذائية وتدهور الخصائص الحسية للمادة المعالجة. وعليه فان إعادة تقييم المواد الغذائية المعالجة ضرورة ملحة. يدخل في تركيب زعتر المائدة كمية من البذور الغنية بالزيت الذي يضمن التأثير النافع. وتعتبر الخصائص النوعية للزيوت النباتية أحد أهم العوامل المؤثرة في تحديد درجة القبول والقيمة التسويقية، والمعالجة الممكنة باعتباره مؤشرا جيدا في تحديد المعالجة الممكنة. وباعتبار أن زيادة كمية الأحماض الدهنية غير المشبعة

عاملاً مساعداً على الأكسدة ويؤثر في استقرار الزيت. تستخدم الخصائص الفيزيائية والكيميائية للزيوت النباتية في تحديد جودة الزيت واستقراره، وتعتبر ضرورية لغايات محددة في تقييم جودة ووظيفة الزيت (Al-Bachir, 2019/a; 2019/b). وبالتالي فقد أتت فكرة هذا البحث لاختبار تأثير المعالجة بالجرعة المقترحة لازالة التلوث الميكروبي (15 كيلو غري) في الخصائص النوعية لزعتر المائدة مختبرين في هذه الدراسة اختبار مؤشرات الزيت بإعتباره أكثر المكونات الغذائية تاثراً بالأشعة.

2. مواد البحث وطرائقه:

2. 1. تجهيز زعتر المائدة:

تعدّ زعتر المائدة وجبة غذائية محلية سورية جائزة للاستهلاك المباشر، وهي واحدة من الوجبات الغذائية الجاهزة الكاملة وذات قيمة اقتصادية كبيرة في سورية. وزعتر المائدة من الوجبات السائدة في صناعة الغذاء السورية. المتوفرة في كل الأسواق المحلية لتمتعها بقيمة تجارية عالية ولرخص ثمنها وانتشارها في اسواق كل من الريف والمدينة على حد سواء. يدخل في تركيب زعتر المائدة مجموعة من المكونات الاساسية كاوراق الزعتر وبذور السمسم والسماك والكزبرة والينسون والكمون والفستق والزيت النباتي وملح الطعام والكراويا. أنجزت هذه الدراسة في مخابر تشعيع الأغذية على وجبات زعتر مائدة منتجه في عام 2023. حيث قدمت مادة البحث من سيدي هشام (شركة العقاد لتجارة وصناعة الغذاء، دمشق، سورية). تم وزن مادة زعتر المائدة وتوزيعها على عينات وتعبئتها بأكياس من البولي اثيلين بهدف التشعيع. حيث احتوى كل كيس على 500 غ من زعتر المائدة وأعتبر كل كيس بمثابة مكرر. وأنجزت الاختبارات على ثلاثة مكررات من كل معاملة.

2. 2. المعالجة الإشعاعية

عرضت عينات زعتر المائدة، بدرجة حرارة الغرفه، لجرعة اشعاعية قدرها 15 كيلو غري من أشعة غاما الصادرة عن النظير المشع كوبالت 60. في محطة تشعيع روسية الصنع (ROBO, Techsnabexport, Moscow, Russa)، وبمعدل جرعة قدرها 7.775 كيلو غري في الساعة في زمن تنفيذ التجربة. وتم تقدير الجرعة الإشعاعية الممتصة باستعمال مقياس كلور البنزن الكحولي (Al-Bachir, 2014). وتم إنجاز مجمل التحاليل التحاليل الكيميائية في العينات المعالجة والعينات غير المعالجة بالأشعة بعد التشعيع مباشرة.

2. 3. استخلاص الزيت

تم استخلاص الزيت من عينات زعتر المائدة الشاهد والمعالجة بالأشعة بعد طحن العينة والاستخلاص باستخدام تجهيزات سوكسليت اليدوية مدة 16 ساعة (Scientific Apparatus Manufacturing Company, Glas-Col Combo Mantle, USA)، حيث تم الاستخلاص باستخدام الهكسان المقطر بمستوى مخبري كمحل عضوي (AOAC, 2010). وأنجزت التحاليل الكيميائية للزيت المستخلص من زعتر المائدة بعد التشعيع مباشرة.

2. 4. التحاليل الكيميائية

تم مجانسة كل عينة من عينات زعتر المائدة وتحليلها بثلاثة مكررات. وجرى تقدير قيم الحموضة كنسبة مئوية لحمض الزيت Oleic acid، ورقم البيروكسيد كميلي مكافئ أوكسجين لكل كيلو غرام زيت (m Eq O_2 kg^{-1} Oil)، وقيم الرقم اليودي بعدد غرامات اليود المستهلكة من قبل 100 غرام زيت (g I_2 100 g^{-1} oil)، وقيم رقم التصبن بالـ (ملغ) ماءات الصوديوم لكل غرام زيت (mg KOH g^{-1} oil)، وتم تقدير قرينة الانكسار Refractive index بدرجة حرارة قدرها 25 مْ باستخدام طرائق عياريه (AOAC, 2010). وتم التعبير عن رقم الـ Thiobarbituric acid (TBA) للزيت كحمض الثيوباربيتيك ملغرام مالون دي الدهيد/كيلوغرام زيت باستخدام طريقة مباشرة في القياس (Al-Bachir, 2014).

2. 5. تحديد الأحماض الدهنية

تم تحديد تركيب الأحماض الدهنية في عينات زيت زعتر المائدة باستخدام طريقة الميثيل أستر للأحماض الدهنية. حيث تم أسترة الأحماض الدهنية الحرة حسب طريقة عيارية (Al-Bachir, 2019/a) وقدرت كمية الأحماض الدهنية في العينات المدروسة باستخدام جهاز الكروماتوغرافيا الغازية الـ GC نموذج (Shimadzu Corp., Koyoto, Japan) GC-17A المجهز بكاشف تأين الهب وعمود شعري (CBP20-S25- 050, Shimadzu, Australia). وتم تحديد الأحماض الدهنية بالمقارنة بزمن الاحتباس لعينات عياريه معلومة. وتم عرض النتائج كغرام في كل 100غ زيت (%) بعد معالجة النتائج بواسطة البرنامج الملحق بالجهاز والمقدم من قبل الشركة الصانعة والموجود على الحاسب (Shimadzu Scientific Instruments, Inc., Columbia, MD) (Class-VP 4.3) .

2. 6. التحليل الإحصائي

تم تقدير الاختلافات المعنوية بين المعاملات المطبقة (شاهد وعينة معرضة لجرعة اشعاعية قدرها 15 كيبو غري بثلاث مكررات) بعد التشعيع مباشرتا باستعمال اختبار تحليل التباين (ANOVA) بتطبيق برنامج (SUPERANOVA) ورزمة كمبيوتر (Abacus Concepts Inc., Berkeley, CA. USA; 1998)، واعتبرت الفروق معنوية إحصائياً عند قيمة P تقل عن 0.05.

3. النتائج والمناقشة:

3. 1. الخصائص الكيميائية لزيت زعتر المائدة

تساعد معرفة الخصائص الفيزيائية والكيميائية في تحديد صلاحية الزيوت المختبره للاستخدام لغاية محددة. ويمكن استعمالها أيضاً في تحديد درجة نقاوة أو جودة الزيت بغاية معرفة خصائصه المعيارية أو التفضيلية (Ardabili *et al.*, 2011). تم تسجيل قيم الثوابت الفيزيائية والكيميائية للزيت المستخلص من عينات وجبات الزعتر المعالجة بالأشعة ومن عينة الشاهد غير المعالجة بالأشعة في الجدول 1. حيث احتوى زعتر المائدة على كمية من الزيت (39.13%). ووجد بأن قيم حموضة زيت زعتر المائدة منخفضة (1.73%)، وقيم البيروكسيد من مرتبة (7.11 ميلي مكافئ أوكسجين لكل كيلو غرام زيت)، وقيم الـ (TBA) Thiobarbituric acid من مرتبة (0.084 ميلي غرام مانول الدهيد في كل كيلو غرام زيت). بالمقابل فقد كانت قيم الرقم اليودي لزيت زعتر المائدة مرتفعة (112.82غرام يود مستهلكة من قبل 100 غرام زيت) وقيم رقم التصبن من مرتبة (176.44 مغ ماءات

بوتاسيوم / غرام زيت) وقيم قرينة الانكسار من مرتبة (1.474). وتشير هذه النتائج إلى احتواء زيت زعتر المائدة على كمية كبيرة من الأحماض الدهنية غير المشبعة وعلى كمية كبيرة من الأحماض الدهنية طويلة السلسلة. وعليه فإن هذا المنتج لا يمكن تخزينه لفترات زمنية طويلة لاحتمالية تعرضه للتزنخ. تتكون زيوت الحوليات والبذور من مزائج طبيعية معقدة والتي يمكن أن تحتوي على نحو 30 إلى 60 مركبا بتراكيز مختلفة إلى حد بعيد (Dauqan and Abdullah, 2017).

3. 2. تأثير المعالجة بأشعة في قيم حموضة زيت زعتر المائدة

يعدّ رقم الحموضة مؤشراً جيداً للتعبير عن جودة الزيت (Sharma *et al.*, 2009). ورقم الحموضة هو قياس درجة التحلل المائي لسلاسل الأحماض الدهنية من الغليسيريدات الثلاثية وتحولها إلى غليسيريدات ثنائية وغليسيريدات أحادية وإطلاق أحماض دهنية حرة (Pereira et al., 2017). ويبين الجدول 1 تأثر رقم حموضة زيت زعتر المائدة بأشعة غاما. حيث قدرت قيم رقم حموضة زيت الزعتر قبل التشعيع بمقدار 1.73 مغ ماءات بوتاسيوم مستهلكة من قبل غرام زيت لترتفع قيم الحموضة بعد التشعيع لتصل قيم الحموضة في العينات المعالجة بجرعة إشعاعية قدرها 15 كيلو غري إلى 1.93 مغ ماءات بوتاسيوم مستهلكة من قبل غرام زيت. وبقيت قيم الحموضة لكل من عينات زيت مائدة الزعتر المعالجة بالأشعة وغير المعالجة بالأشعة تحت الحد الأعلى المقترح من قبل دستور الغذائي العالمي CODEX STAN 210 الذي يعتبر هذا المعيار أساساً في تحديد الجودة والمحدد بـ 10 مغ ماءات بوتاسيوم مستهلكة من قبل غرام زيت (Reyes *et al.*, 2019). وسجل فروق معنوية ($p>0.05$) في قيم الحموضة بين عينات الزيت المستخلص من عينة الشاهد والعينة المعالجة بجرعة اشعاعية قدرها 15 كيلو غري. وتشبه هذه الزيادة في قيم الحموضة الناتجة عن المعالجة الإشعاعية المسجلة في هذه الدراسة مع تلك المدونة حول زيت بذور العنب المعالجة بالأشعة. وربما يعود ذلك إلى تحلل جزيئات الغليسيريدات الثلاثية وإنتاج أحماض دهنية استجابة للمعالجة بالأشعة والذي يقود بدوره إلى زيادة كمية الأحماض الدهنية الحرة (Al-Bachir, 2014). يصنف الزيت برقم حموضة مرتفع بأنه زيت رديء ومنخفض الجودة، ويستدل من قيم الحموضة المنخفضة للزيت المستخلص من زعتر المائدة على الجوده العالية لهذا الزيت. حيث يشار إلى وجوب عدم تجاوز كمية الأحماض الدهنية الحرة في الزيت حدود الـ 5% لاعتباره زيت قابل للاستهلاك البشري. وعليه يمكن الاستنتاج بأن الزيت المستخلص من زعتر المائدة هو زيت جيد وقابل للاستهلاك.

3. 3. تأثير المعالجة بأشعة غاما والتخزين في قيم بيروكسيد زيت زعتر المائدة

يعد رقم البيروكسيد من المؤشرات الدالة على تدهور وفساد الزيوت من خلال تتبع تشكل البيروكسيد في المراحل المبكرة من الأكسدة. حيث كانت قيم بيروكسيد الزيت المستخلص من زعتر المائدة قبل التشعيع من مرتبة 7.11 ميلي مكافئ أوكسجين لكل كيلو غرام زيت. وانخفضت هذه القيمة معنويا ($p<0.05$) لتصل إلى 6.87 ميلي مكافئ أوكسجين لكل كيلو غرام زيت بعد المعالجة بجرعة إشعاعية قدرها 15 كيلو غري. وسجل وجود تأثير معنوي ($p>0.05$) للمعالجة بالأشعة في قيم بيروكسيد زيت زعتر المائدة. لقد أشار عدة باحثين إلى تسريع أكسدة الدهون الناتجة عن المعالجة الإشعاعية عند أنواع مختلفة من الأغذية (Nam and Ahn, 2003). فمعالجة البذور الزيتيه سيؤدي بالضرورة إلى إحداث تبدلات كيميائية في ثوابت مختلفة وبشكل خاص الدهون بتحفيز

تفاعلها مع جزيئات الأوكسجين مسببة تأكسداً خارجياً أو تأكسداً مباشراً في المواقع غير المشبعة للأحماض الدهنية مع الجذور الحرة لذلك فكلا التأثيرين يمكن أن يتظافران (Afify *et al.*, 2013). ويبدو أن وجود أعلى للأحماض الدهنية غير المشبعة يعني بالضرورة احتمالية أعلى للتأكسد. خاصة وان معدلات أكسدة الأحماض الدهنية هي تقريبا من مرتبة 1 و 10 و 100 و 200 لحمض الزيت وحمض زيت الكتان وحمض اللينوليك على الترتيب (O'Keefe *et al.*, 1993).

وتحدث الأكسدة بمهاجمة الروابط المزدوجة للأحماض الدهنية غير المشبعة وتشكل البيروكسيد. وتختلف الاستجابة الحيوية للمعالجة الإشعاعية من تأثير مباشر إلى تأثير غير مباشر في الخلايا. وربما تعود هذه الزيادة المترافقة مع المعالجة الإشعاعية إلى تأثير الأيونات المحرضة المتشكلة في المعالجة بالأشعة (Im *et al.*, 2017b).

يمكن أن يساهم كل من ارتفاع درجة الحرارة والضوء المرئي والأكسجين خلال المعالجة في زيادة قيم بيروكسيد الزيت. وتتسبب الزيوت المتمتعة بقيم مرتفعة من رقم البيروكسيد بما يزيد على 9 ميلي مكافئ أوكسجين لكل كيلو غرام زيت سببا في إحداث مشاكل صحية مع زيادة أنواع الأكسجين الفعال ومنتجات ثانوية من أكسدة الدهون (Lobo *et al.*, 2010). وبشكل عام تعدّ الزيوت المتمتعة بقيم بيروكسيد مرتفع بما يزيد على 10 ميلي مكافئ أوكسجين لكل كيلو غرام زيت نماذج اقل ثباتاً وقابلة للتخزين لفترات زمنية قصيرة نسبيا. وتشير نتائج هذه الدراسة إلى انخفاض قيم بيروكسيد الزيت المستخلص من نماذج عينات وجبة زعتر غير معالجة بالأشعة ومن عينات معالجة بالأشعة، ويستدل من ذلك على إمكانية تخزين هذا الزيت لفترات زمنية طويلة نسبياً مع إمكانية تحوله إلى زيت غير قابل للاستهلاك البشري عند المقارنة بالزيوت النباتية.

3. 4. تأثير المعالجة بأشعة غاما ومدة التخزين في قيم الـ TBA في زيت زعتر المائدة

يعد المالون دي الدهيد (MDA) malondialdehyde منتجا نهائيا لأكسدة الدهون ويستخدم كمؤشر للاستدلال على استقرار بيروكسيد الدهون الناتجة عن اجهادات أكسدة الدهون (Imo *et al.*, 2017b). يستخدم المالون دي الدهيد كمنتج نهائي لتأكسد الدهون عادة للاستدلال على مستوى أكسدة الدهون (Celik *et al.*, 2014). وأكسدة الدهون هي ظاهرة تتسبب في حدوث التخريب التأكسدي للخلايا (Kim *et al.*, 2015). وسجل في هذا البحث زيادة ولكن غير معنوية في كمية المالون دي الدهيد في زيت زعتر المائدة المعالجة بجرعة اشعاعية قدرها 15 كيلو غري (0.087) عند المقارنة بالعينة الشاهد (0.084) (الجدول 1). وبشكل أو بأخر فهذه النتائج بتوافق مع نتائج البشير (Al-Bachir, 2014) التي أشارت إلى وجود اختلافات طفيفة وغير معنوية في قيم TBA بين عينات اللوز المعالجة بالأشعة والعينة الشاهد. ويعرف عن المعالجة الإشعاعية تسببها في إحداث تغيرات تاكسدية في مكونات الدهن. ومن المعلوم جيدا عن المعالجة الإشعاعية تسببها في إنتاج أنواع الأكسجين التفاعلية التي تساهم في إطلاق عملية الأكسدة (Kim *et al.*, 2015). وينطبق ذلك بشكل خاص على المنتجات الغنية بالأحماض الدهنية غير المشبعة والتي تكون ميالة عند معالجتها بالأشعة للأكسدة المسببة لانتاج نكهات غير مرغوبة فيها في المنتج المعالج. وتتفاعل الأشعة المؤينة مع الذرات والجزيئات وينتج عن هذا التفاعل جذور حرة كنتيجة لتحلل الماء (Kim *et al.*, 2015).

الجدول (1): تأثير المعالجة بأشعة غاما في الخصائص الكيميائية لزيت زعتر المائدة (قيم الحموضة ورقم البيروكسيد وقيم الـ TBA والرقم اليودي ورقم التصبن وقيم الانعكاس الضوئي

	Gamma irradiation Treatments		
Parameters	**Control**	**15 KGY**	**P-level**
Acid value (mg KOH/g Oil)	1.73 ± 0.04^{a}	1.93 ± 0.09^{b}	**
Peroxide value ($mEqO_2$/kg Oil)	7.11 ± 0.39^{b}	6.87 ± 0.31^{a}	**
TBA value (mg MDA/kg oil)	0.084 ± 0.00^{a}	0.087 ± 0.002^{a}	**NS**
Iodine number (g I_2/100g Oil)	112.82 ± 0.59^{b}	111.11 ± 0.90^{a}	**
Saponification value (mg KOH/g Oil)	176.44 ± 0.68^{b}	174.14 ± 0.32^{a}	**
Refractive Index (nD 25 0C)	1.474 ± 0.00^{a}	1.474 ± 0.00^{a}	**

^{abc} Means values in the same row not sharing a superscript are significantly different..
NS: not significant.
* Significant at $p<0.05$.
** Significant at $p<0.01$.

3. 5. تأثير المعالجة بأشعة غاما في الرقم اليودي في زيت زعتر المائدة

يعبر الرقم اليودي عن درجة تشبع الزيت. وتتمتع الزيوت المشبعة برقم يودي منخفض وتتمتع الزيوت غير المشبعة برقم يودي مرتفع. ويرتبط الرقم اليودي بعدد الروابط غير المشبعة الموجودة في الزيت. وينتج الرقم اليودي في الأساس من تفاعل الروابط المضاعفة مع الهالوجينات (Sanli *et al.*, 2014). والرقم اليودي هو معيار هام يمكن استخدامه كمؤشر لثبات واستقرار الزيت. فارتفاع الرقم اليودي دليل على طول عمر الزيت للوصول إلى التحلل التأكسدي. ويحدد الرقم اليودي طبيعة الخصائص النوعية للزيت، وهو دليل على درجة عدم تشبع الأحماض الدهنية للغليسيريدات الثلاثية. فالرقم اليودي العالي دليل على ارتفاع درجة عدم تشبع الزيوت والدهون والرقم اليودي المنخفض يعني زيادة في درجة تشبع عدد محدود من الروابط المضاعفة (Dawodu, 2009) لقد كان الرقم اليودي للزيت المستخلص من وجبة زعتر معالجة بالجرعات 0 و 15 كيلو غري من مرتبة 112.82 و111.11 غرام يود مستهلكة من قبل 100 غرام زيت على التتالي. ويشير الرقم اليودي المرتفع المسجل في العينات المختبرة في هذه الدراسة إلى سيادة الأحماض الدهنية غير المشبعة في عينات الزيت المستخلصة من عينات زعتر المائدة الشاهد ومن العينات المعالجة بالأشعة. وحسب نتائج البشير وعثمان (Al-Bachir and Othman, 2017) اللذان أشارا إلى امكانية استعمال الرقم اليودي في التحقق من درجة تشبع الزيت وتحديد خصائص الزيوت النباتية. ويدل الرقم اليودي المرتفع على زيادة درجة عدم تشبع الزيت. ومن المثبت بان انخفاض قيم الرقم اليودي هو دليل ومؤشر على رداءة الزيت (Afify *et al.*, 2013).

تشير البيانات المدونة في الجدول 1 إلى أن الرقم اليودي للزيت المستخلص من عينات زعتر المائدة غير معالجة بالأشعة هي من مرتبة 112.82غ يود لكل 100 غرام زيت وتؤكد هذه القيمة بان الزيت المختبر مشبع. لذلك من المنطقي الجزم بان زيت زعتر المائدة برقم يودي مرتفع يحتوي يقينا على كميات اكبر من الروابط غير المشبعة ويمكن تصنيفه كزيت جاف وهذه ميزة حسب Dosunmu و Ochu (1995).

ربما يعود انخفاض الرقم اليودي بسبب التشعيع إلى بعض الفقد في الأحماض الدهنية غير المشبعة في زيت زعتر المائدة بالتشعيع وتشكل مركبات البيروكسيد. وهذه النتائج بتوافق مع نتائج متحصل عليها من قبل عدة باحثين. حيث أشار Afify وزملاؤه

(2013). إلى انخفاض ملحوظ في الرقم اليودي الملاحظ عند بذور الصويا المعالجة. وربما يدل ميول الرقم اليودي المسجل في هذه الدراسة والناتج عن المعالجة الإشعاعية إلى تشبع الزيت كنتيجة لتحطم الروابط المضاعفة الناتج عن التحلل التاكدسدي للأحماض الدهنية (Al-Bachir, 2015; Al-Bachir 2018a). ومن المحتمل أن يعود انخفاض الرقم اليودي في زيت زعتر المائدة خلال التشعيع إلى تحول الأجزاء غير المشبعة من الأحماض الدهنية إلى مركبات طيارة، وهناك توجه مماثل تمت الإشارة اليه من قبل باحثين آخرين (Al-Bachir 2018b). يتسم الزيت المستخلص من عينات زعتر المائدة الشاهد برقم يودي مرتفع نسبيا ويتراوح بين 95.77 و109.12 غرام يود مستهلكة من قبل 100 غرام زيت. وتشير هذه النتائج إلى أن هذا الزيت غير جاف ومرتفع عدم الإشباع ويمكن أن يحتوي على كمية مرتفعة من حمض الزيت Oleic acid (Al-Bachir and Haddad, 2016).

3. 6. تأثير المعالجة بأشعة غاما ومدة التخزين في رقم تصبن زيت زعتر المائدة

تم مقارنة تأثير الجرعات المستخدمة من أشعة غاما في رقم التصبن للزيت المستخلص من بذور عباد الشمس والتي عبر عنها بعدد ميلي غرامات ماءات البوتاسيوم KOH المستهلكة من قبل غرام زيت، ودونت نتائج هذه المقارنة في الجدول 1، حيث بينت نتائج التحاليل المخبرية أن رقم التصبن للزيت المستخلص من عينات زعتر المائدة من مرتبة 176.44 مغ ماءات البوتاسيوم /غ زيت، وتشير البيانات المدونة في هذه الدراسة الى احتواء زيت زعتر المائدة على أحماض دهنية ذات سلاسل طويلة. فارتفاع رقم التصبن هو دليل على وجود كمية معتبرة من الاحماض الدهنية طويلة السلسلة. وتشير نتائج هذا البحث بوضوح الى احتواء زيت زعتر المائدة على احماض دهنية تحتوي على 18 ذرة كربون فما فوق (Bisswas *et al.*, 2001). يعبر رقم التصبن عن متوسط الوزن الجزيئي للغليسيريدات الثلاثية في الزيت، وتشير قيم التصبن التي تزيد على 200 مغ ماءات البوتاسيوم /غ زيت الى احتواء الزيت على أحماض دهنية منخفضة الوزن الجزيئي، وتشير أرقام التصبن التي تقل عن 190 مغ ماءات البوتاسيوم /غ زيت الى احتواء الزيت على أحماض دهنية مرتفعة الوزن الجزيئي (Aremu and Akinwumi, 2014). وتشير البيانات المدونة في هذا العمل الى عدم وجود تاثير معنوي($p>0.05$) للمعالجة الاشعاعية في قيم رقم التصبن لزيت زعتر المائدة.

وفيما يتعلق بتأثير المعالجة بأشعة غاما في قيم رقم تصبن زيت زعتر المائدة فقد كانت هذه النتائج بانسجام مع نتائج أعمال منشورة سابقاً والتي أشارت إلى وجود اختلافات صغيرة في قيم رقم التصبن كنتيجة للمعالجة الإشعاعية (Al-Bachir, 2018). من جهة أخرى فقد كانت نتائج هذا البحث بتناقض مع نتائج دراسات سابقة والتي أشارت إلى زيادة في قيم رقم تصبن الزيت المستخلص من فستق معامل بالأشعة (Al-Bachir, 2015). لتشير دراسة أخرى إلى انخفاض قيم رقم التصبن في اللوز المعالج بأشعة غاما (Al-Bachir, 2014)

3. 7. تأثير المعالجة بأشعة غاما في قيم قرينة انكسار زيت زعتر المائدة

قدرت قيم قرينة انكسار الزيت المستخلص من عينات زعتر المائدة المعالجة بالجرعات 0 و15 كيلو غري بـ 1.474 و1.474 على التتالي. ولم يسجل فروقا معنوية في قيم قرينة الانكسار بين عينات زعتر المائدة الشاهد وبين العينات المعالجة بالأشعة، ويشير ذلك إلى عدم وجود تأثير معنوي سلبي للمعالجة بجرعة إشعاعية قدرها 15 كيلو غري من اشعة غاما في هذا المعيار المختبر في زعتر المائدة. وتنسجم نتائج هذا البحث مع نتائج منشورة سابقا لكل من البشير وقدسي (Al-Bachir and Koudsi, 2017) والتي أشارت إلى عدم وجود تغيرات معنوية في قيم قرينة الانكسار بين عينة زيت الزيتون الشاهد وبين العينات المعالجة بالأشعة. وحددت قيم قرينة الانكسار لنماذج مختلفة من الزيوت حيث تراوحت بين 1.467 – 1.469 (Tanilgan *et al.*, 2007). وتراوحت

قيم قرينة الانكسار في عينات زيت الزعتر المختبرة في هذه الدراسة بين 1.4656 و1.4686 بدرجة حرارة قدرها 25 درجة مئوية. وعليه يتوقع بشكل مؤكد الثبات الفيزيائي ليبقى ضمن المجال طالما لم يسجل أي تغير في نقاوة العينة. ويستدل من قيم قرينة انكسار زيت زعتر المائدة المسجلة في هذه الدراسة أن زيت زعتر المائدة ليس بلزوجة اغلب الزيوت الجافة والتي تتراوح قيم قرينة انكسارها بين 1.475 و1.485 (Ogungbenle and Afolayan, 2015). وتشير هذه النتائج إلى احتواء جميع عينات الزيت المستخلصة من عينات زعتر مائدة شاهدة ومن عينات معالجة بالأشعة على كمية كبيرة من الأحماض الدهنية غير المشبعة، وعليه فان هذا المنتج غير قابل للتخزين لفترات زمنية طويلة لاحتمال تزنخه.

3. 8. تركيبة الأحماض الدهنية في زيت زعتر المائدة

تم تقدير كل حمض من الأحماض الدهنية في زيت زعتر المائدة باستخدام الكروماتوغرافية الغازية. وتم تدوين بيانات تركيبة الأحماض الدهنيه في زيت زعتر المائدة في الجدول 2. حيث كانت كمية حمض اللينوليك (C18:2) في الزيت هي الأعلى بنسبه مئوية من مرتبة 45.38% من مجمل الاحماض الدهنية الموجودة في الزيت، ليأتي بعدها في المرتبة الثانية من حيث الكمية حمض الزيت (الأوليك) (C18:1) بنسبه مئوية من مرتبة 38.47% من مجمل الاحماض، يليه في الترتيب حمض النخيل (حمض البالميتيك) (C16: 0) بنسبه مئوية من مرتبة 11.32%، فحمض السيتريك (C18: 0) بنسبه مئوية من مرتبة 4.39%، وحمض اللينولاييك (C18:3) بنسبه مئوية من مرتبة 0.63%. وشكلت الاحماض الدهنية عديدة عدم الاشباع الكمية الأكبر في زيت زعتر المائدة (46%) ليأتي بعدها حمض الزيت (38.47%) كحمض وحيد عدم الاشباع. وكانت كمية حمض اللينولاييك في زيت زعتر المائدة (45.28%) هي الأعلى عند المقارنة بالزيوت النباتية الأخرى كزيت الفول السوداني (36.90%) (Al-Bachir, 2017)، وزيت اللوز (Al-Bachir, 2014) ، (21.07%) وزيت الفستق الحقيقي (13.4%)(Al-Bachir, 2014b) ، وزيت الزيتون (10.31%) (Al-Bachir and Koudsi, 2019). يحتوي زيت زعتر المائدة على كمية مرتفعة من حمض الزيت (كحمض دهني غير مشبع) وعلى كمية منخفضة من حمضي البالميتيك والستيريك (كأحماض دهنية مشبعة) مما يزيد من المزايا الصحية للإنسان (Al-Bachir, 2014). ومع ذلك فان الاحماض الدهنية غير المشبعة كحمض الزيت وحمض اللينولاييك وحمض اللينولانيك هي أحماض دهنية أساسية في التغذية البشرية ولا يمكن تصنيعها في جسم الإنسان.(Al-Bachir, 2014; Mariad, 2017) وكانت كمية حمض اللينولاييك (C18:2) في زيت زعتر المائدة (45.28%) هي الأعلى كحمض دهني أساسي وحيوي وله دور مفتاحي في المحافظة على بعض الوظائف الفيزيولوجية في جسم الانسان. ويعرف عن هذه التركيبة من الاحماض الدهنية بقدرتها على تعزيز الصحة العامة والفوائد الجمة في الوقاية من أمراض القلب (Ma *et al.*, 2015). وأشير أيضا (Konushan *et al.*, 2015) الى ان حمض اللينولاييك هو حمض أساسي لجسم الانسان في المحافظة على سلامة الجلد والغشاء الخلوي والجهاز المناعي وتصنيع ايكوزانويد (Eicosanoid). إضافة الى التباين في معدل الأحماض الدهنيه غير المشبعة إلى الأحماض الدهنيه المشبعة (USFA/ SFA) والذي ربما يوثر في عمر الزيت. فان تأثير الاحماض الدهنية المشبعة في استقرار الزيت مرتبطا أساسا بدرجة عدم الاشباع، وبدرجة اقل في أماكن الوظائف غير المشبعة ضمن جزيئات الغليسيريدات الثلاثية (Al-Bachir and Koudsy, 2016). حيث بينت نتائج هذه الدراسة ان الجزء الأساسي من الاحماض الدهنية الموجودة في زيت زعتر المائدة هو احماض دهنية غير مشبعة (84.38%)، وبشكل خاص عديدة عدم الاشباع (45.91%). بالمقابل فقد كانت كمية الاحماض الدهنية المشبعة من مرتبة 15.71%، ومعدل الأحماض الدهنية غير المشبعة إلى الأحماض الدهنيه المشبعة (USFA/SFA) من مرتبة

5.45. وتتفق هذه النتائج مع نتائج اغلب الدراسات المنفذة سابقا والتي تناولت الاحماض الدهنية الموجودة في زيت زعتر المائدة. حيث اشير في احدى هذه الدراسات (Al-Bachir, 2016) الى ان للمعالجة بجرعة أشعاعية قدرها 9 كيلو غري أثرت تأثيراً طفيفا في محتوى زيت الفول السوداني من الاحماض الدهنية. واشير أيضا (Alvites-Misajel *et al.*, 2019) الى احتواء زيت زعتر المائدة على كمية منخفضة من الاحماض الدهنية المشبعة (حوالي 15%).

لقد سجل أيضا ارتفاع في معدل الأحماض الدهنيه غير المشبعة إلى الأحماض الدهنيه المشبعة (USFA/ SFA) والتي تعتبر ميزة محببة من اجل المساهمة في خفض نسب الكوليسترول في المصل وتصلب الشرايين وتجاوز الإصابة بأمراض القلب (Moha *et al.*, 2012) وكما هو مبين في الجدول 2 فإن معدل الأحماض الدهنيه غير المشبعة إلى الأحماض الدهنيه المشبعة (USFA/ SFA) في زيت زعتر المائدة هو من مرتبة 5.45. وهذه التوليفة من زيت زعتر المائدة في الغذاء ستجلب فوائد صحية كبيرة الى نظام الشرايين القلبية كنتيجة لاحتوائها على كمية كبيرة من الاحماض الدهنية غير المشبعة وبشكل خاص عديدة عدم الاشباع. ويبدو ان زيادة (ارتفاع) عدم الاشباع في الاحماض الدهنية سيزيد من فعاليات الاكسدة. وأشارت نتائج بعض الدراسات الى ان تغذية الحيوانات بنباتات تحتوي على كمية كبيرة من الاحماض الدهنية عديدة عدم الاشباع يمكن ان يزيد من مستوى الاحماض الدهنية عديدة عدم الاشباع في دهن لحوم هذه الحيوانات وسيحسن من رائحة ونكهة هذه اللحوم أيضا (Shen *et al.*, 2018).

3. 9. تأثير المعالجة بأشعة غاما والتخزين في تركيبة الأحماض الدهنيه في زيت زعتر المائدة

تم تدوين نتائج تأثير المعالجة بجرعات مختلفة من أشعة غاما ومدة التخزين في مكونات الأحماض الدهنية في زيت زعتر المائدة في الجدول 1، حيث تبين وجود تغيرات غير منتظمة في كمية كل حمض دهني على حدة كنتيجة للمعالجة بالأشعة. وبشكل عام فقد بينت النتائج ان معالجة زعتر المائدة باشعة غاما قد نتج عنه تأثير غير معنوي ($P> 0.05$) في كمية كل من حمض السيتريك (C18: 0) وحمض اللينولاييك (C18:3). بالمقابل فقد سجل فروق معنوية ($P> 0.05$) في كمية حمض النخيل (البالمتيك) (C16: 0) وحمض الزيت (الأوليك) (C18:1) وحمض اللينولاييك (C18:2) بين زيت زعتر المائدة المعالج بالجرعات 0 و15 كيلو غري. نتج عن المعالجة بأشعة غاما زيادة معنوية ($P<0.05$) في كمية الأحماض الدهنية المشبعة (SFA)، وانخفاض معنوي ($P< 0.05$) في كمية الأحماض الدهنية غير المشبعة UFA. وتدل هذه النتائج على أن المعالجة الإشعاعية قد أحدثت إعادة في تركيب مجموعة الأحماض الدهنية غير المشبعة. بعد ان تولد عن التشعيع جذور حرة تفاعلت مع الروابط الثنائية الموجودة في الأحماض الدهنية (Al-Bachir and Koudsi, 2019). ويمكن ملاحظة عدم وجود دراسات في الأدبيات العلمية حول تأثير المعالجة الإشعاعية في تركيبة الأحماض الدهنية في زيت زعتر المائدة، ومع ذلك فقد أشير في دراسات منفذه في هذا السياق (Musa Ozcan *et al.*, 2018; Al-Bachir, 2016) إلى أن المعالجة الحرارية والمعالجة بالميكروويف والمعالجة بأشعة غاما قد غير في تركيبة الأحماض الدهنية في الزيوت البذرية خلال المعالجة بكل من الميكروويف واشعة غاما. وأشير أيضا (Majid *et al.*, 2014) إلى أن كمية الأحماض الدهنية غير المشبعة قد تغير بشكل طفيف كنتيجة للمعالجة الحرارية وسجل انخفاض في كمية الاحماض الدهنية عديدة عدم الإشباع.

وتتفق نتائج هذه الدراسة في العموم مع نتائج دراسات أخرى منفذه في هذا السياق (Al-Bachir, 2014) و(Al-Bachir, 2015a) والتي أشارت إلى وجود زيادة في كمية الأحماض الدهنية المشبعة وانخفاض في كمية الأحماض الدهنية غير المشبعة وعديدة عدم الإشباع كنتيجة للمعالجة الإشعاعية في زيت نوى اللوز وزيت الفول السوداني وزيت السمسم. وعلل في دراسات أخرى انخفاض كمية الأحماض

الدهنية المشبعة خلال التعرض الإشعاعي للزيت بحدوث تغيرات في البنية الجزيئية للأحماض الدهنية (Al-Bachir, 2015a). من جهة أخرى فان معالجة السمسم والفول السوداني وعباد الشمس بجرعات إشعاعية من مرتبة 3 و6 و9 كيلو غري لم يؤثر معنويا في النسب المئوية للأحماض الدهنية، ومع ذلك فقد سجل تغير في كمية الأحماض الدهنية المشبعة وفي كمية الأحماض الدهنية غير المشبعة وفي معدل مجمل الأحماض الدهنية غير المشبعة الى مجمل الاحماض الدهنية المشبعة.(Al-Bachir, 2017)

الجدول (2): تأثير المعالجة بأشعة غاما في كمية الأحماض الدهنيه (%) الموجودة في زيت زعتر المائدة.

	Gamma irradiation Treatments		
Parameters	**Control**	**15 KGY**	**P-level**
C16:0	11.32 ± 1.97^{b}	8.86 ± 0.12^{a}	*
C18:0	4.39 ± 0.16^{a}	4.26 ± 0.04^{a}	**NS**
C18:1	38.47 ± 0.64^{a}	40.18 ± 0.06^{b}	*
C18:2	45.28 ± 0.80^{a}	46.70 ± 0.03^{b}	*
C18:3	0.63 ± 0.08^{a}	0.64 ± 0.01^{a}	**NS**
SFA	15.71 ± 2.10^{b}	13.12 ± 0.08^{a}	*
USFA	84.38 ± 1.48^{a}	87.51 ± 0.10^{b}	*
USFA/SFA	5.45 ± 0.89^{a}	6.67 ± 0.05^{b}	*
PUSFA	45.91 ± 0.84^{a}	47.33 ± 0.04^{b}	*
PUSFA/SFA	2.97 ± 0.48^{a}	3.61 ± 0.03^{b}	*

^{abc} Means values in the same row not sharing a superscript are significantly different...
NS: not significant.
* Significant at $p<0.05$.

4. الاستنتاجات:

1 – أن حمض اللينولييك (C 18:2) وحمض الزيت (C18:1) وحمض النخيل (حمض البالميتيك) (C16: 0) وحمض السيتريك (C18: 0) وحمض اللينولانيك (C18:3) هي الأحماض الدهنية الأساسية في زيت الزعتر. ويستنتج من ذلك أن خصائص زيت زعتر المائدة مفيدة لصحة الإنسان.

2 – المعالجة بأشعة غاما لم تحدث أي تغير معنوي في عينات زيت زعتر المائدة.

3 – إن فاعلية المعالجة أشعة غاما كتقانة علاجية في المحافظة على الجودة العامة لعينات زعتر المائدة.

4 – إن تأثير المعالجة بأشعة غاما في مركبات الأحماض الدهنية لزيت زعتر المائدة هو في الحدود الدنيا، وعليه فان زيت زعتر المائدة ثابت تجاه المعالجة بأشعة غاما والتخزين.

كلمة شكر:

يتقدم معدي الورقة بالشكر الجزيل للسيد الدكتور المدير العام لهيئة الطاقة الذرية السورية ولفريق العمل في دائرة تشعيع الأغذية، والى عمادة كلية الزراعة ورئيس قسم علوم الاغذية في جامعة دمشق على الدعم المقدم لإنجاز هذا العمل.

التمويل: هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

References:

1. Afify A.M.R, Rashed, MM, Ebtesam AM, El-Beltagi HS. (2013). Effect of gamma radiation on the lipid profiles of soybean, peanut and sesame seed oils. Grasas y aceites, 64 (4): 356-368.
2. Al-Bachir M Koudsy A. (2016). Fatty acid composition of oil obtained from irradiated and non-irradiated whole fruit and fruit flesh of olives (*Olea europaea* L.). The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati - Food Technology, 40(1): 78-89.
3. Al-Bachir M, and Ahmad H. (2021). Fatty acids composition of oil extracted from gamma irradiated apricot (*Punus armeniaca* L.) kernels, Journal of Agroalimentary Processes and Technologies, 27(1): 52-56.
4. Al-Bachir M, Koudsi Y. (2019). Determination of fatty acid composition of irradiated and not irradiated Syrian olive oil. Journal of Food Chem and Nanotechnology, 5(3): 43-48.
5. Al-Bachir M, Koudsi A. (2017). Evolution of lipid oxidation process in Syrian olive oil under irradiation and storage. Journal of Advanced in Biology & Biotechnology 16(3): 1-10.
6. Al-Bachir M, Othman I. (2018). Radiation technology to enhance food quality and ensure food safety in Syria. Arab Gulf Journal of Scientific Research (AGJSR), 24(2): 124-131.
7. Al-Bachir M, Othman Y. (2017). Study of the quality of Syrian olive oil extracted from irradiated and un-irradiated fruit and fruit fleshes. The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati - Food Technology, 41(1): 81- 94.
8. AL-Bachir M. (2014). Microbiological, sensorial and chemical quality of gamma irradiated pistachio nut (*Pistachia vera* L.). The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati - Food Technology, 38(2): 57-68.
9. AL-Bachir M. (2015). Assessing the effects of gamma irradiation and storage time in quality properties of almond (*Prunus amygdalus* L.). Innovative Romanian Food Biotechnology, Vol. 16, Issu of March: 1-8.
10. Al-Bachir M. (2016). Evaluation the effect of gamma irradiation on microbial, chemical and sensorial properties of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds. Acta Sci. Pol. Technol. Aliment., 15(2): 171-180 .
11. Al-Bachir M. (2017). Control of natural micro-organisms in chamomile by gamma ray and electron beam irradiation. Acta Sci. Pol. Technol. Aliment 2017, 16(1), 17-23.
12. Al-Bachir M. (2017). Fatty acid contents of gamma irradiated sesame (*Sesamum indicum* L.) Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds. Journal of Food Chemistry and Nanotechnology, 3(1): 31-37.
13. Al-Bachir M. (2018). Effect of storage time and gamma irradiation on the chemical properties of olive (Olea europaea) oils. International Journal of Food Studies (IJFS), 7: 79-89.
14. Al-Bachir M. (2019/a). Effect of gamma irradiation on composition and chemical properties of thyme meals. Current Topics in Biotechnology, 10: 45 – 54.
15. Al-Bachir M. (2019/b). Irradiation effect on physico-chemical properties of thyme meal oil. Current Topics in Biotechnology (2019), 10: 61-67.
16. Al-Bachir M., Al-Haddad Th. (2016). Characterization of olive oil obtained from whole fruit and fruit flesh of cultivar: Kaissy grown in Syria. The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati - Food Technology, 40(2): 72-92.
17. Alvites-Misajel K.; (2019). García-Gutiérreza, M.; Miranda-Rodrígueza, C.; Ramos-Escuderob, F., Organically vs conventionally-grown dark and white chia seeds (*Salvia hispanica* L.): fatty acid composition, antioxidant activity and techno-functional properties. Grasas Aceites 2019, 70 (2), April–June 2019, e299. ISSN-L: 0017–3495 https://doi.org/10.3989/gya.0462181.

18. AOAC. (2010). Official Methods of Analysis. 15th edn. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
19. Ardabili G.A., Farhoosh R, and Khodaparast M.H. (2011). Chemical composition and physicochemical properties of pumpkin seeds (Cucurbita pepo Subsp- pepo Var. Styriaka) grown in Iran. J. Agr. Sci. Tech. 13: 1053-1063.
20. Aremu MO, Akinwumi OD. (2014). Extraction, compositional and physicochemical characteristics of cashew (*Anarcadium occidentale*) nuts reject oil. Asian Journal of Applied Science and Engineering, 3(1): 33-40.
21. Bisswas TK, Sana NK, Badal R, Huque EM. (2001). Biochemical study of some oil seeds (brassica, sesame and linseed). Pakistan Journal of Biological Sciences, 4(8): 1002-1005.
22. Catunescu GM, Rotar I, Vidican R, Rotar AM. (2017). Effect of cold storage on antioxidants from minimally processed herbs. Scientific Bulletin. Series F, Biotechnologies, 21: 121-126.
23. Celik O, Atak C, Suludere Z. (2014). Response of soybean plants to gamma radiation: Biochemical analyses and expression patterns of trichome development. Plant Omics J. 7: 382-391.
24. Dauqan EMA, Abdullah A. (2017). Medicinal and functional values of thyme (Thymus vugaris L.) herb. Journal of Applied Biology & Biotechnology, 5(02): 017-022.
25. Dawodu F.A. (2009). Physico-chemical studies on oil extraction processes from some Nigerian grown plant seeds. Electronic Journal of Environmental, Agriculture and Food Chemistry, 8(2): 102-110.
26. Dosunmu MI, Ochu C. (1995). Physicochemical properties and fatty acid composition of lipids extracted from some Nigerian fruits and seeds. Global Journal of Pure and Applied Science, 1(12): 45-50.
27. Im JH, Ko JH, Kim HY, Ha BK. (2017b). Biochemical Responses of Soybean (Glycine max L. Merr.) to Proton Beam Irradiation. Plant Breed. Biotech. 5: 97-105.
28. Janiak MA, Slavova-Kazakova A, Kancheva VD, Ivanova M, Tsrunchev T, Karamac M. (2017). Effect of gamma irradiation of wild thyme (Thmus sepyllum L.) on the phenolic compounds profile of its ethanolic extract. Pol. J. Food Nut. Sci. 2, 67(4): 309-315.
29. Kazimierski M, Regula J, Molska M. (2019). Cornelian cherry (Cornu's mas L.) – characteristics, nutritional and pro-health properties. Acta Sci. Pol. Technol. Aliment., 18(1): 5–12. http://dx.doi.org/10.17306/J.AFS.2019.0628.
30. Kim DY, Hong MJ, Park CS, Seo YW. (2015). The effects of chronic radiation of gamma-ray on protein expression and oxidative stress in Brachypodium distachyon. Int. J. Radiat. Biol. 91: 407-419.
31. Lobo V, Patil A, Phatak A, Chandra N. (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. Pharmacogn. Rev. 4: 118–126.
32. Ma ZL, Zhang BJ, Wang DT, Li X, Wei JL, Zhao BT, Jin Y, Li YL, Jin YX. (2015). Tanshinones suppress AURKA through up-regulation of miR-32 expression in non-small cell lung cancer. Oncotarget, 6: 20111–20120. https://doi. org/10.18632/oncotarget.3933.
33. Majid I, Ashraf SA, Ahmad F, Khan MA, Azad ZA. (2014). Effect of Conventional Heat treatment on fatty acid profile of different edible oils using Gas Chromatography. International Journal of Biosciences, 4: 238-243.
34. Mariad, A.A., Saeed Mirgani, M.E., Hussein, I. (2017). Chapter 30- Durio zlbethinus (Durian). Unconventional oilseeds and oil sources. Academic Press. 2017. https://doing.org/10.101016/B978-12-809435-8.00030-5

35. Mohd Ali N, Yeap SK, Ho WY, Beh BK, Tan SW, Tan SG. (2012). The promising future of chia, Salvia hispanica L. J. Biomed. Biotechnol., 1–9.
36. Musa Özcan M, Al-Juhaimi FY, Mohamed Ahmed IA, Osman MA, Gassem MA. (2018). Effect of different microwave power setting on quality of Chia seed oil obtained in a cold press, Food Chemistry 2018. doi: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.048.
37. Nam KC, Ahn DU. (2003). Combination of aerobic and vacuum packaging to control lipid oxidation and off-odor volatiles of irradiated raw and cooked turkey breast. Meat Science, 63: 389-395.
38. O'Keefe F, Wiley A, Knauft A. (1993). Comparison of oxidative stability of high- and normal-oleic peanut oils. Journal of the American Oil Chemists' Society, 70: 482–489.
39. Ogungbenle H.N, Afolayan MF. (2015). Physical and chemical characteristization of roasted cashew nut (*Anacardium occidentale*) flour and oil. International Journal of Food Science and Nutrition Engineering. 5(1): 1-7.
40. Pereira E, Pimenta AI, Calhelha RC, Antonio AL, Barros L, Buelga CS, Verde SC, Ferreira ICFR. (2017). Infusions of gamma irradiated Aloysia cittrodora L. and Mentha x piperita L.: Effects on phenolic composition, cytoxicity, antibacterial and virucidal activities. Industrial Crops and Products, 97: 582-590.
41. Reyes Meraa JJ, Abreu-Naranjoa R, Alvarez-Suarezb JM, Viafaraa D. (2019). Chemical characterization, fatty acid profile and antioxidant activity of Gustavia macarenensis fruit mesocarp and its oil from the Amazonian region of Ecuador as an unconventional source of vegetable oil. Grasas Aceites 70 (2), April–June e298. ISSN-L: 0017–3495. https://doi.org/10.3989/gya.0569181.
42. Sanli H, Canakci M, Alptekin E. (2014). Predicting the higher heating values of waste frying oils as potential biodiesel feedstock. Fuel 115: 850-854.
43. Sharma D, Pathak D, Atwal AK, Sangha MK. (2009). Genetic variation for some chemical and biochemical characteristics in cotton seed oil. Journal of Cotton Research Development 23(1): 1-7
44. Shen Y. Zheng L. Jin J, Li X. Fu J, Wang M, Guan Y, Song X. (2018). Phytochemical and Biological Characteristics of Mexican Chia Seed Oil. Molecules, 23, 3219: 1-16. doi:10.3390/molecules23123219.
45. Tanilgan K, Ozcan MM, Unver A. (2007). Physical and chemical characteristics of five Turkish olive (olea europea L.) varieties and their oils. Grasas y Aceites, 58(2): 142-147.
46. Yashin A, Yashin Y, Xia X, Nemzer B. (2017). Antioxidant activity of spices and their impact on human health: A review. Antioxidants, 6(70): 1-8. Doi:10.3390/antiox6030070.