The Effect of storage and type of Containers used for Transporting Olive Fruits on the Characteristics of the Resulting Olive Oil

Rahel shaheda[*]
Dr. Ali sultaneh[**]

(Received 6 / 7 / 2025. Accepted 19 / 8 /2025)

□ ABSTRACT □

This study investigated the impact of olive fruit storage on the quality of the resulting olive oil. Initially, the fruits were harvested and immediately processed using a hydraulic press without any prior storage; this treatment was considered the control (A). Subsequently, the fruits were stored for five days in plastic crates before processing, forming treatment (B). In treatment (C), the fruits were also stored for five days, but in jute sacks prior to oil extraction

The results revealed that storing olive fruits before pressing—whether in terms of duration or storage method—had a clear and direct influence on the chemical and physical properties of the resulting oil, particularly regarding oxidative indicators and antioxidant compounds. Ultraviolet absorbance at 232 nm and 270 nm, along with peroxide value, increased in treatments B and C compared to the control (A), though the values remained within acceptable health limits.

A notable decrease in polyphenol, carotenoid, and chlorophyll contents was observed in treatments B and C, with the greatest decline recorded in treatment C. Carotenoids exhibited the highest sensitivity to increased temperature, with a reduction rate of 20.1%, followed by chlorophyll (14.55%), and total phenols (7.5%).

Key words: Virgin olive oil, olive fruit storage, antioxidants, oxidation indicators.

Copyright :Latakia University journal(formerly Tishreen), -Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

[*] **Master student ,Faculty of Agricultural Engineering, Lattakia University(formerly Tishreen), Lattakia, Syria. rahelm7md812@gmail.com**
****Associate Professor, Faculty of Agricultural Engineering, Lattakia University(formerly Tishreen), Lattakia, Syriaalidresden2000@gmail.com**

تأثير التخزين ونوع عبوات نقل ثمار الزيتون على مواصفات زيت الزيتون الناتج

راحيل شحيده *

د .علي سلطانة **

(تاريخ الإيداع 6 / 7 / 2025. قبل للنشر في 19 / 8 / 2025)

□ ملخّص □

تم في هذا البحث دراسة تأثير تخزين ثمار الزيتون على جودة الزيت الناتج. في البداية، جرى قطاف الثمار واستخلاص الزيت مباشرة باستخدام طريقة الكبس الهيدروليكي، دون تخزين مسبق، وقد اعتُمدت هذه المعاملة كشاهد(A). لاحقًا، تم تخزين الثمار لمدة خمسة أيام في صناديق بلاستيكية قبل عصرها، وشكلت هذه الحالة المعاملة(B). أما في المعاملة(C)، فقد تم تخزين الثمار لمدة خمسة أيام أيضًا، ولكن في أكياس من الخيش، قبل نقلها إلى مرحلة العصر.وكنتيجة نهائية أظهرت النتائج أن تخزين ثمار الزيتون قبل العصر، سواء من حيث **المدة** أو **طريقة التخزين**، له تأثير واضح ومباشر على الخواص الكيميائية والفيزيائية لزيت الزيتون الناتج، خصوصاً فيما يتعلق بمؤشرات الأكسدة ومحتوى المركبات المضادة للأكسدة .تبيّن أن الامتصاصية الضوئية عند 232 نانومتر و270 نانومتر، بالإضافة إلى رقم البيروكسيد، قد تأثرت بالتخزين، حيث سجلت المعاملتان B و Cقيمًا أعلى مقارنة بالشاهد(A) ، دون أن تتجاوز الحدود المقبولة صحياً. وقد سُجل انخفاض ملحوظ في محتوى البولي فينولات، الكاروتينات والكلوروفيل في المعاملتين B وC، وكان الانخفاض أشدّ في المعاملة . ((Cوقد أظهرت الكاروتينات أعلى حساسية تجاه ارتفاع الحرارة بنسبة انخفاض وصلت إلى 20.1 %، تليها الكلوروفيل (14.55%)، ثم الفينولات الكلية (7.5%.)

الكلمات المفتاحية :زيت زيتون بكر، تخزين ثمار الزيتون، مضادات الأكسدة، مؤشرات الأكسدة.

حقوق النشر : مجلة جامعة اللاذقية(تشرين سابقاً)- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص
CC BY-NC-SA 04

*طالبة ماجستير -كلية الهندسة الزراعية - جامعة اللاذقية(تشرين سابقاً)- اللاذقية: سوريا rahelm7md812@gmail.com

**استاذ مساعد -كلية الهندسة الزراعية- جامعة اللاذقية(تشرين سابقاً) - اللاذقية: سوريا ali.sultaneh@tishreen.edu.sy

مقدمة :

ترتبط جودة زيت الزيتون البكر(VOO))ارتباطاً وثيقاً بخصائص وتكوين ثمرة الزيتون في لحظة عصرها .بعد القطاف، يكون وقت التخزين قبل العصر أمراً بالغ الأهمية لضمان الجودة النهائية لزيت الزيتون الناتج [1]. ومع ذلك، عندما تصل الثمار إلى معصرة الزيت ،يمكن أن تتأخر عملية العصر أحيانا عندما تتجاوز كمية الزيتون المحصود سعة المعصرة[2,3] وبالتالي، قد يلزم أحياناً تخزين ثمار الزيتون، ويتم ذلك غالبا في أكوام خارج المعصرة لعدة أيام دون أي عناية خاصة. خلال هذه الفترة، يتسبب وزن الزيتون المخزن في إتلاف أنسجة الثمرة، مما يؤدي إلى إفراز السوائل من الثمار مما يعزز نمو الكائنات الحية الدقيقة غير المرغوب فيها[4]. يمكن أن تؤدي درجة الحرارة المرتفعة أيضاً إلى زيادة النشاط التنفسي للثمرة[5] ، مما يؤدي إلى عمليات أيضية غير مرغوب فيها تعمل على تسريع تدهور الفاكهة وتؤدي إلى خفض جودة ثمار الزيتون .تتعرض الثمار لتغيرات ميكانيكية وفيزيائية وكيميائية وفيسيولوجية تؤدي في النهاية الى انهيار بنيتها الخلوية، أثناء تخزين الزيتون لفترات طويلة ، قد تحدث عمليات لاهوائية في الجزء السفلي من الزيتون المحفوظ داخل الحاويات ، كما تؤدي الحرارة الناتجة عن النشاط التنفسي والتسخين الذاتي الى تسريع تدهور الثمار. [6]

يتميز زيت الزيتون المستخرج من الزيتون التالف بحموضة عالية وزيادة في رقم البيروكسيد وقيم الامتصاصية عند 272و 230نانومتر، كما يمكن أن تتزايد فيها نسبة الأحماض المتطايرة (الأسيتيك) التي تسبب رائحة عفن غير مرغوبة .[7] ستؤدي هذه العمليات إلى تدهور الجودة الكيميائية والحسية لزيت الزيتون البكر الممتاز الناتج، ومن أجل ادارة فترة ما بعد الحصاد بشكل أفضل، تم اقتراح العديد من الحلول التكنولوجية مثل التخزين في جو بارد[7]، والتخزين في جو معتدل. [8]

ترتبط أهمية عصر الزيتون بعد وقت قصير من الحصاد بأن معظم الثمار يتم حصادها ميكانيكياً وبالتالي يمكن أن تتلف أكثر من الثمار التي تحصد يدوياً ومع ذلك، فإن التخزين في ظروف مناسبة يمّكن من تخزين الثمار لعدة أيام مع الحفاظ على الجودة الكيميائية والحسية لزيت الزيتون الناتج، حيث درس يوسفي وآخرون[9] ، جودة زيت الزيتون البكر الممتاز الناتج من ثمار زيتون أربيكينا المحصود ميكانيكياً ،في ظل ظروف تخزين مختلفة، ووجدوا أنّ التخزين عند 3 درجات مئوية لمدة تصل إلى عشرة أيام يسمح بالحفاظ على أعلى مستوى تجاري لجودة الزيت.

أهمية البحث وأهدافه:

نظراً لأهمية الزيتون وزيته في الغذاء منذ القدم، وتعدد مجالات استخدامه بشكل واسع في تصنيع الأغذية وفي المجالات الطبية والعلاجية، ولأن محصول الزيتون في القطر العربي السوري يعتبر من محاصيل الأمن الغذائي، بالإضافة إلى أنه يعتبر مونة هامة في حياة السكان، وهو مصدر أساسي لآلاف الأسر السورية ، ونظرا لتدني نوعية الزيت نتيجة سوء إنتاجه وتخزينه، أدى ذلك إلى انخفاض الصادرات السورية من الزيت، لذلك كان لابد من هذه الدراسة لمعرفة بعض خصائص الزيت المستخرج من المعاصر، وتسليط الضوء على أهم العوامل المؤثرة على جودة الزيت الناتج، ومن أهمها طرق التعبئة .

أهداف البحث :

1-دراسة تأثير عبوات نقل ثمار الزيتون (صناديق بلاستيكية ، أكياس خيش) على جودة الزيت المستخلص.

2-دراسة تأثير مدة تخزين ثمار الزيتون بالأيام قبل العصر على نوعية الزيت الناتج.
3-دراسة بعض التغيرات التي تحصل في الثمار أثناء التخزين والتعبئة.
4-مقارنة مدى مطابقة الزيت الناتج المحلي للمواصفة القياسية السورية.

طرائق البحث ومواده:

1-جمع وتحضير العينات :تم جمع ثمار الزيتون في تاريخ 2024 /10 /22 من بستان في منطقة اللاذقية بسنادا من النوع الخضيري وتم نقلها مباشرة إلى معصرة العفش في اللاذقية التي تعمل على نظام الكبس وقسمت إلى ثلاث مجموعات.

1-1المجموعة الأولى:

تم عصر ثمار زيتون المجموعة الأولى مباشرة بعد نقلها الى المعصرة واستخراج الزيت منها، وتم حفظ الزيت المستخرج (الشاهد (A في زجاجات معتمة داخل البراد في المخبر على درجة حرارة تقارب ال 4 درجة مئوية، وتم إجراء الاختبارات الكيميائية خلال مدة لا تتجاوز ال 48 ساعة.

1-2المجموعة الثانية :المجموعة الثانية خزنت ثمارها في صناديق بلاستيكية لمدة خمسة أيام (B) حيث تم اختيار صناديق بلاستيكية قياسية بأبعاد خارجية 60*40*31 سم (طول *عرض * ارتفاع)، مع فتحات تهوية جانبية وقاعية لتقليل الضغط عليها وتعزيز دوران الهواء داخلها،(هذا التصميم أدى إلى تهوية أفضل داخل الصناديق وساهم في تقليل التسخين الذاتي مقارنة بالأكياس(، وفي تاريخ 26 2024 /10 /تم عصر ثمار المجموعة الثانية واستخراج الزيت منها وحفظه في زجاجات معتمة داخل البراد في المخبر على درجة حرارة تقارب ال 4 درجة مئوية، وتم إجراء الاختبارات الكيميائية خلال مدة لا تتجاوز ال 48 ساعة وذلك لمعرفة تأثير الصناديق المستخدمة لنقل ثمار الزيتون ومدة تخزين

الثمار في المعصرة على جودة الزيت الناتج.

1-3 المجموعة الثالثة:

خزنت ثمارها في أكياس من الخيش لمدة خمسة أيام (C) وفي تاريخ 26/ 10/ 2024 تم عصر ثمارها واستخراج الزيت منها وحفظه في زجاجات معتمة داخل البراد في المخبر على درجة حرارة تقارب ال 4 درجة مئوية، وتم إجراء الاختبارات الكيميائية خلال مدة لا تتجاوز ال 48 ساعة وذلك لمعرفة تأثير الأكياس المستخدمة لنقل ثمار الزيتون ومدة تخزين الثمار في المعصرة على جودة الزيت الناتج.

1-4 ظروف التخزين :

تم تنفيذ التجربة في منطقة القنجرة (اللاذقية – سوريا) خلال الفترة من 2024/10/22 إلى 2024/10/26.

درجات الحرارة التقريبية: تراوحت في هذا الوقت بين 26 درجة مئوية كحد أقصى و21 درجة مئوية كحد أدنى يومياً.

الرطوبة النسبية المتوسطة : تتراوح بين 56 % و63. %

في نهاية فترة التخزين (اليوم الخامس)، بلغت درجة الحرارة داخل الصناديق البلاستيكية35 م ْ، بينما ارتفعت في أكياس الخيش إلى 65 م ْنتيجة ضعف التهوية والتسخين الذاتي للثمار.

إن هذه الظروف البيئية، بالإضافة إلى نوع العبوات المستخدمة، كان لها دور حاسم في تحديد جودة الزيت المستخرج من كل معاملة.

أُنجز هذا البحث في مخبر البحث العلمي لقسم علوم الأغذية في كلية الهندسة الزراعية جامعة اللاذقية في نهاية شهر تشرين الأول عام 2024.

الشكل (1) إلى اليمين شجرة الزيتون نوع الخضيري، الشكل (2) إلى اليسار طريقة تعبئة ثمار الزيتون في المعصرة.

2- طرائق التحليل الكيميائي:

أجريت مجموعة من التحاليل المخبرية على عينات زيت الزيتون الناتجة من المعاملات الثلاث(A,B,C)، بهدف تحديد أهم المؤشرات الفيزيائية والكيميائية المرتبطة بجودة الزيت. تضمنت هذه التحاليل قياس نسبة الرطوبة، والحموضة الحرة، ورقم البيروكسيد، والامتصاصية النوعية عند الأطوال الموجية(K270, K232) ، إضافة إلى تقدير محتوى الزيت من المركبات المضادة للأكسدة مثل الفينولات الكلية، والكلوروفيل، والكاروتينات. وقد تمت جميع الاختبارات وفق الطرق القياسية المعتمدة في المواصفات القياسية العالمية لزيت الزيتون البكر.

2-1تقدير الرطوبة:

تم تقدير نسبة الرطوبة بوزن 3 غ من كل عينة في جفنات بورسلان، ووضعت الجفنات في فرن تجفيف على درجة حرارة° 2±103 م حتى ثبات الوزن. [10]

2-2الفينولات الكلية (معبرا عنها ب مغ حمض الغاليك/كغ:(

تم تحديد الفينولات الكلية بأخذ 10غرام زيت من الطبقة الوسطى للعبوة، وأذيبت في كأس في 25 مل هكسان، وحركت حركة رحوية، وأفرغت في قمع الفصل .يضاف إليها 10 مل من مزيج الميتانول والماء المقطر(60:40) ، تم الرج لمدة دقيقتين، ثم وضعت على الحامل لمدة نصف ساعة حتى يتم الفصل الى طبقتين. أخذت الطبقة السفلى، والتي تضم الفينولات والمذيب، ووضعت في قمع فصل جانبي، وأعيدت عملية الغسل ثلاث مرات، رشح المستخلص على دورق معياري 50 مل، أكمل بالعلامة بالماء المقطر فحصلنا على المحلول الأم. وفي الوقت ذاته تم تحضير الشاهد. بعد ذلك، أخذ دورق معياري 25 مل، نضع فيه 9 مل ماء مقطر، و 2,5مل من المحلول الأم مع 1,25 مل كاشف الفولين ونرج مدة دقيقة وتوضع في الظلام لمدة ثلاث دقائق، أما الشاهد يوضع 2.5 مل من مزيج الميثانول والماء بدلا من المحلول الأم.

تخرج الدوارق من الظلام، ويضاف لها 2.5 مل من كربونات الصوديوم المشبعة، ويكمل الدورق للعلامة بالماء المقطر، ويوضع في الظلام مدة ساعة. بعد ذلك، يخرج ويرشح في دورق مخروطي سعة 100 مل، ويغلف حتى قياس الامتصاصية على طول موجة 725 نانومتر. ولحساب تركيز الفينولات الكلية، تم تحضير سلسلة عيارية باستخدام حمض الغاليك، وتم رسم منحنى الامتصاصية مقابل تركيز حمض الغاليك. وباستخدام معادلة الخط المستقيم من المنحنى تم حساب تركيز الفينولات في المحلول (بالملغ/لتر). بعد ذلك، تم تحويل تركيز الفينولات في المحلول إلى تركيز الفينولات في الزيت (ملغ حمض غاليك /كغ زيت) باستخدام المعادلة التالية:

الفينولات الكلية (مغ غاليك/كغ((m \ C.V =)

حيث :C : تركيز الفينولات في المحلول (مغ /لتر)

:Vحجم المحلول الأم النهائي (مل (

:m وزن العينة بالغرام.[11]

3-2 نسبة الحموضة الحرة) Free Acidity معبرا عنها بالنسبة المئوية لحمض الأوليبك:(حددت نسبة الحموضة الحرة عن طريق معايرة الزيت المذاب في مزيج من الإيثانول والإيتر بمحلول هيدروكسيد الصوديوم 0.1 عياري [12].

4-2 رقم البيروكسيد) Peroxides nuber معبرا عنه ب ميلي مكافئ أكسجين فعال /كغ زيت:(تم تحديد رقم البيروكسيد عن طريق معايرة اليود المتحرر من تفاعل الزيت المذاب من مزيج الكلوروفورم وحمض الخل الثلجي في الظلام مع يوديد البوتاسيوم المشبع باستخدام محلول ثيوكبريتات الصوديوم 0.01 عياري.[13]

5-2 تقدير الكلوروفيل :

تم أخذ 7.5 غ من الزيت بمعدل ثلاث مكررات لكل عينة، ووضعت في دورق معياري سعة 250 مل ثم أكمل الحجم بالهكسان النظامي ثم الرج، وقياس الامتصاصية على طول الموجة 670 نانومتر. ثم تم التقدير (ملغ/كغ زيت) باستخدام القانون التالي

الكلوروفيل (مغ/كغA_{670} . V.1000 \ € . d. m = حيث

:A_{670} : الامتصاصية عند 670 نانو متر

:Vحجم المحلول بالمل

:€ ثابت الامتصاص للكلوروفيل عند 670 نانومتر وهو 613

: d سمك خلية جهاز الطيف الضوئي وهي 1 سم

: m وزن العينة بالغرام. [14]

6-2 تقدير β كاروتين:

تم أخذ 7.5 غ من الزيت بمعدل ثلاث مكررات لكل عينة، ووضعت في دورق معياري سعة 250 مل، ثم أكمل الحجم بالهكسان النظامي ثم الرج، وقياس الامتصاصية على طول الموجة 472 نانومتر. ثم تم التقدير (ملغ/كغ زيت) باستخدام القانون التالي

الكاروتين) مغ/كغA_{472} . V.1000 \ € . d. m = (حيث

:A_{472} : الامتصاصية عند 472 نانو متر

:V حجم المحلول بالمل

:€ ثابت الامتصاص للكاروتينات عند 472 نانومتر وهو 2592

: d سمك خلية جهاز الطيف الضوئي وهو 1 سم

: m وزن العينة بالغرام.[15]

7-2 تقدير امتصاصية الزيت في مجال الطيف فوق البنفسجي:UV

تم التقدير باستخدام محلول 1% من الزيت في الهكسان الحلقي، عند طول موجة 270 و 232 نانومتر. [16]

-التحليل الإحصائيStatistical analysis :

حُلِّلت البيانات إحصائيًّا باستخدام برنامج Excel، واستُخدم المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري للتعبير عن مستويات المكوّنات، وذلك عند مستوى معنويّة.$\alpha = 0.05$

تم إجراء اختبار التوزيع الطبيعي باستخدام الدالة KSTEST للتأكد من طبيعة البيانات، ثم التحقق من تجانس التباين عن طريق رسم البواقي.Residuals Plots

بعد ذلك، أُجري تحليل التباين الأحادي (ANOVA: Sigle Factor) لبيان دلالة الفروق بين المعاملات المدروسة. وقد تم حساب متوسطات التكرارات الثلاث لكل عيّنة، وإعداد جدول تحليل التباين .أُجريت المقارنات البعدية باستخدام اختبار .Bonferroni

النتائج والمناقشة :

تم في هذا البحث دراسة تأثير تخزين ثمار الزيتون على جودة الزيت الناتج. في البداية، جرى قطاف الثمار واستخلاص الزيت مباشرة باستخدام طريقة الكبس الهيدروليكي، دون تخزين مسبق، وقد اعتُمدت هذه المعاملة كشاهد (A). لاحقًا، تم تخزين الثمار لمدة خمسة أيام في صناديق بلاستيكية قبل عصرها، وشكلت هذه الحالة المعاملة (B).أما في المعاملة(C) ، فقد تم تخزين الثمار لمدة خمسة أيام أيضًا، ولكن في أكياس من الخيش، مع الحرص على تساوي الكميات في جميع المعاملات، قبل نقلها إلى مرحلة العصر.

1.1تحديد جودة زيت الزيتون الناتج عن المعاملات المدروسة:

في إطار دراسة المكونات الكيميائية لزيت الزيتون التي تحدد جودته وفقًا للمواصفة القياسية السورية وتعديلاتها رقم /182/ لعام 2000 (الجدول 4-1[17])، تم في البداية حساب نسبة الرطوبة لعينات الزيت. وتُعدّ نسبة الرطوبة من المؤشرات الحيوية الهامة التي تلعب دورًا أساسيًا في تحديد ثبات الزيت، إذ تؤثر بشكل مباشر في قابليته للحفظ ومعدل التحلل.

جدول (4-1) الخصائص الفيزو كيميائية للزيت الناتج عن المعاملات المدروسة.

	المكون	المعاملة	المتوسط±الانحراف المعياري		المكون	المعاملة	المتوسط±الانحراف المعياري
1	الرطوبة %	A	1.23^{a} ±0.015	٤	الامتصاصية nm٢٣٢	A	1.81^{a} ±0.04
		B	1.33^{b} ±0.021			B	1.98^{b} ±0.075
		C	2.08^{c} ±0.032			C	2.35^{c} ±0.075
2	الحموضة%	A	0.73^{a} ±0.178	٥	البيروكسيد ميلي مكافئ أكسجين /كغ زيت	A	9.38^{a} ±0.455
		B	2.35^{b} ±0.046			B	11.03^{b} ±0.511
		C	3.24^{c} ±0.071			C	17.29^{c} ±0.48
3	الامتصاصية nm٢٧٠	A	0.18^{A} ±0.015				
		B	0.21^{A} ±0.025				
		C	0.24^{A} ±0.035				

تُشير الأحرف الصغيرة المتباينة ضمن العمود الواحد لكل اختبار الى وجود فروق معنوية ($p<0.05$) بين المعاملات، والأحرف الكبيرة المتشابهة ضمن العمود الواحد تُشير الى عدم وجود فرق معنوي بين المعاملات ($p>0.05$).

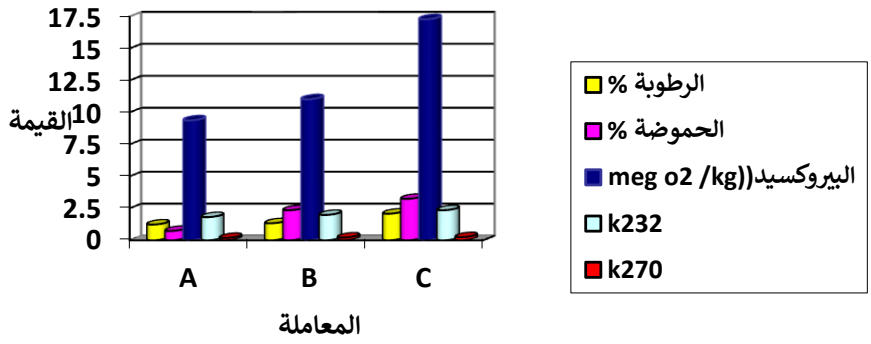
ونظرًا للأهمية البالغة للرطوبة في زيت الزيتون البكر، ولا سيما أن الزيت قد تم استخلاصه بطريقة العصر البارد دون استخدام الحرارة، فإن خطر حدوث التزنخات والتحللات في الأحماض الدهنية المكوِّنة للزيت يكون مرتفعًا، وذلك نتيجة نشاط إنزيم الفوسفوليباز المنبثق من أنسجة الثمار.

وقد تم تقدير نسبة الرطوبة باستخدام طريقة التجفيف عند درجة حرارة 103±2°م حتى الوصول إلى ثبات الوزن. وأظهرت النتائج أن نسبة الرطوبة في الزيت الناتج عن المعاملة (A) بلغت 1.23±0.015% من وزن العينة، في حين بلغت في الزيت الناتج عن المعاملة (B) حوالي .1.33±0.021% أما الزيت الناتج عن المعاملة (C) فقد سجل أعلى نسبة رطوبة بلغت 2.08±0.032%. يُلاحظ من النتائج وجود اختلافات واضحة في متوسطات الرطوبة بين المعاملات، ولا سيما بين المعاملة (C) والمعاملتين الأخريين. ولتحديد مدى معنوية هذه الفروق، أُجري تحليل للتباين، حيث بلغت قيمة التباين الكلي للمعاملات 1.277، وكانت الفروق معنوية عند مستوى .(P<0.05) وقد أظهرت النتائج تفوق المعاملة (C) معنويًا على كلٍ من المعاملة (A) والمعاملة(B) ، كما تفوقت المعاملة (B) بدورها معنويًا على المعاملة. (A) يتضح من ذلك أن تخزين ثمار الزيتون قبل العصر يؤثر بشكل مباشر في نسبة الرطوبة في الزيت الناتج، كما أن طريقة التخزين (في صناديق بلاستيكية أو أكياس خيش) تلعب دورًا مهمًا في هذا التأثير. ويُعزى ذلك إلى أن التخزين في الصناديق البلاستيكية يوفّر ظروف تهوية أفضل مقارنة بالأكياس، حيث بلغت درجة حرارة الثمار المخزنة في الصناديق في اليوم الخامس من التخزين 35°م، في حين ارتفعت درجة حرارة الثمار المخزنة في الأكياس إلى 65°م نتيجة ظاهرة التسخين الذاتي. وقد أدى ذلك إلى زيادة في معدل التفاعلات البيوكيميائية والأنزيمية في الثمار، وحدوث تفكك لبعض الأحماض الدهنية من الجلسيريدات، والتي تعمل كعوامل مستحلبة (ذات جزء محب للماء وآخر كاره له(، وبالتالي ارتفعت قدرة الزيت على الاحتفاظ بالماء، اتفقت هذه النتائج مع دراسة [18] التي أظهرت أن التخزين السيئ لثمار الزيتون يرفع من درجة الحرارة الداخلية للثمار ويزيد من معدل التحلل الإنزيمي، مما يؤدي الى زيادة نسبة الرطوبة ويقلل من ثبات الزيت .وتؤكد هذه النتائج أيضًا الزيادة الملحوظة في نسبة الحموضة الكلية المعبر عنها بحمض الأوليك في المعاملة(C) ، حيث بلغت 4.4 ضعفًا مقارنة بالحموضة في المعاملة(A) ، وحوالي 1.4 ضعفًا مقارنة بالمعاملة (B). ووفقًا لتحليل التباين لمتوسطات الحموضة ، تبين أن معظم التباين ناتج عن اختلاف المعاملات، وكانت الفروق بين متوسطات نسب الحموضة لجميع المعاملات معنوية. وعليه، يمكن الاستنتاج بأن تخزين ثمار الزيتون، وكذلك طريقة التخزين، لهما تأثير مباشر وواضح في حموضة الزيت الناتج اتفقت هذه النتائج مع ما ورد في دراسة [19] التي بينت أن زيادة مدة التخزين وارتفاع الحرارة يرفعان نسبة الحموضة الكلية للزيت بسبب زيادة النشاط الإنزيمي. **أما بالنسبة للامتصاصية الضوئية لزيت الزيتون عند الطول الموجي 270 نانومتر،** والتي تعبّر عن المراحل المتقدمة من الأكسدة وتشكل مركبات الأكسدة الثانوية (مثل الألدهيدات والكيتونات)، فيُلاحظ من الجدول (4–1) أن امتصاصية الزيت في المعاملة (A) بلغت .0.18±0.015 كما لوحظ وجود زيادة في قيمة الامتصاصية في الزيت الناتج عن المعاملتين (B) و (C)على التوالي .ومن خلال تحليل التباين، يتضح أن مصدر التباين توزّع بين المكررات والمعاملات بنسب متقاربة، ولم تكن الفروق بين متوسطات قيم الامتصاصية معنوية (P>0.05). وبناءً عليه، يمكن الاستنتاج بعدم وجود تأثير يُذكر لتخزين الثمار لمدة خمسة أيام على الامتصاصية الضوئية عند الطول الموجي 270 نانومتر .اتفقت هذه النتائج مع ما وجدته دراسة [20] حيث أظهرت أنّ K270 لا يتأثر بشكل كبير الّا في مراحل الأكسدة المتقدمة؛ وقد خالفت ما ورد في دراسة [21] التي بيّنت أنّ K270 قد ترتفع

حتى في فترات التخزين القصيرة في حال وجود ضوء أو حرارة عالية ، وهذا يشير الى أنّ عدم وجود فروق معنوية في هذه الدراسة يعود الى غياب التعرض للضوء.

أما الامتصاصية الضوئية عند الطول الموجي 232 نانومتر، والتي تعبّر عن المرحلة الأولية من الأكسدة وتشكل الهيدروبيروكسيدات وتكوّن الروابط الثنائية المزدوجة، فقد بلغت في المعاملة (A) حوالي) 0.04±1.81 الجدول 4-1). ولوحظ ارتفاع في قيمة الامتصاصية في الزيت الناتج عن المعاملتين (B) و (C)تباعًا. وبالرجوع إلى تحليل التباين، يتبين أن مصدر التباين الرئيسي كان ناتجًا عن اختلاف المعاملات، وكانت الفروق بين متوسطات الامتصاصية معنوية .($P<0.05$) وقد تفوقت المعاملة (C) معنويًا على المعاملة(B) ، التي بدورها تفوقت معنويًا على المعاملة .) (A) وبذلك يتضح أن لكل من التخزين وطريقة التخزين تأثيرًا مباشرًا في تشكّل الهيدروبيروكسيدات، ويُعزى ذلك إلى ارتفاع درجة حرارة الثمار أثناء التخزين نتيجة ظاهرة التسخين الذاتي .وقد اتفقت هذه النتائج مع [22] الذي توصل الى أن زيادة الامتصاصية عند 232 نانومتر ناتج عن بدء الأكسدة الأولية. وفيما يتعلق **برقم البيروكسيد**، فقد كانت قيمته في زيت جميع المعاملات أقل من 20 مللي مكافئ أكسجين/كغ زيت، وهي قيمة تقع ضمن الحدود المسموح بها. ويُظهر تحليل التباين وجود فروق معنوية واضحة بين المعاملات الثلاث، حيث تفوقت المعاملة (C) معنويًا على كل من المعاملتين(A) و (B) ، كما تفوقت المعاملة (B) معنويًا على المعاملة (A). ومن ذلك نستنتج أن لكل من التخزين وطريقة التخزين أثرًا مباشرًا في تشكّل الهيدروبيروكسيدات في زيت الزيتون وقد اتفقت هذه النتائج مع [23]الذي توصل إلى أن ظروف التخزين غير الجيدة) حرارة ، أكسجين ، قلة تهوية) ترفع قيمة البيروكسيد ، ووفقاً للمواصفة السورية رقم /182/ لعام 2000 [17] القيمة القصوى المسموح بها لرقم البيروكسيد في زيت الزيتون البكر لا تتجاوز 20 ميلي مكافئ أكسجين/كغ زيت ؛ وفي هذه الدراسة جميع المعاملات (A,B,C) سجلت قيماً أقل من الحد الرسمي ، إذ تراوحت بين (A:9.38) و (B:11.03) و (C:17.29) مما يعني مطابقته للمواصفة عند لحظة القياس ، ولكن الأرقام المنخفضة لا تعني بالضرورة ثبات الجودة لأن اختلاف القيم بين المعاملات يشير إلى تأثير الحرارة وقلة التهوية في زيادة الهيدروبيروكسيدات إلى حد واضح ، رغم بقائها ضمن الحد المسموح به لحظة التحليل ، وعليه من الضروري تقييم قابلية الزيت على الثبات خلال مراحل التخزين والتداول المستقبلية ، لأن أي ظروف تخزين غير مناسبة خاصة في العينات B و C قد تؤدي الى تجاوز رقم البيروكسيد للحد المسموح ، وبالتالي التأثير على جودة الزيت عند المستهلك. يوضح الشكل (1) المؤشرات الفيزيائية والكيميائية لزيت الزيتون الناتج عن المعاملات المختلفة.(A,B,C)

الشكل (١) المؤشرات الفيزيائية والكيميائية لزيت الزيتون الناتج



يظهر الشكل (1) أن تخزين ثمار الزيتون قبل العصر أدى الى تغيرات واضحة في المؤشرات الفيزيوكيميائية للزيت الناتج. حيث ارتفعت نسبة الرطوبة تدريجياً من المعاملة (A) إلى المعاملة (C) وكان أعلى مستوى في المعاملة (C) نتيجة التسخين الذاتي داخل الأكياس. كما ازدادت الحموضة ورقم البيروكسيد بشكل ملحوظ مع طول مدة التخزين وقلة التهوية، مما يشير إلى بدء عمليات التحلل والأكسدة .أما قيم الامتصاصية عند 232 نانومتر فقد ارتفعت بوضوح، مما يشير إلى زيادة الأكسدة الأولية، في حين بقيت الامتصاصية عند 270 نانومتر ضمن تغيرات طفيفة، مما يشير إلى أن الأكسدة الثانوية لم تصل بعد إلى مستويات متقدمة.

وبناءً على ما سبق، يمكن الاستنتاج أن الزيت الناتج عن المعاملة (A) يُصنَّف كزيت زيتون بكر ممتاز، وذلك لتوافق خصائصه مع متطلبات تصنيف الزيت البكر الممتاز وفقًا للمواصفة القياسية السورية رقم /182/ لعام 2000 [17] الخاصة بزيت الزيتون.

في المقابل، فإن الزيت الناتج عن المعاملتين (B) و (C) يُصنَّف كزيت من الدرجة الثانية وفقاً لنسبة الحموضة فقط نظرًا لوقوع نسبة الحموضة فيه ضمن النطاق (2 > %حموضة > 3.3) ، ورغم بقاء هذه القيم ضمن النطاق المسموح به ، الا أن اقترابها من الحد الأعلى يشير الى تدهور واضح في الجودة ، خصوصاً في المعاملة (C) ، وهو ما ينذر بإمكانية تجاوز هذا الحد خلال مراحل التخزين أو التداول لاحقاً.

2.1 تقدير مضادات الأكسدة الطبيعية لزيت الزيتون الناتج عن المعاملات المدروسة:

تمّ دراسة المحتوى الكلي من كلٍ من البوليفينولات، والكاروتينات، والكلوروفيل في زيت الزيتون الناتج عن المعاملات المختلفة. ويُبيّن الجدول (4–4) متوسطات تركيز البوليفينولات في الزيت، حيث سجّلت المعاملة (A) أعلى مستوى بلغ 398.61±4.037، في حين سجلت المعاملة (C) أدنى مستوى بلغ 331.84±2.616

جدول (4–4) مضادات الأكسدة في الزيت الناتج عن المعاملات المدروسة.

المكون		المعاملة	الانحراف المعياري±المتوسط	المكون		المعاملة	الانحراف المعياري±المتوسط
البولي فينولات مغ/كغ زيت	1	A	398.61^{a} ±4.037	الكلوروفيل مغ/كغ	3	A	20^{a} ±0.811
		B	368.81^{b} ±3.477			B	17.09^{b} ±0.415
		C	331.84^{c} ±2.616			C	14.31^{c} ±0.571
الكاروتينات مغ/كغ	2	A	10.56^{a} ±0.51				
		B	8.44^{b} ±0.465				
		C	5.88^{c} ±0.286				

تشير الأحرف الصغيرة المتباينة ضمن العمود الواحد لكل اختبار الى وجود فروق معنوية ($p<0.05$) بين المعاملات.

وتُظهر نتائج تحليل التباين أن التباينات الشديدة في محتوى البوليفينولات تُعزى إلى اختلاف المعاملات، وكانت هذه التباينات معنوية عند مستوى الدلالة المعتمد. وقد تفوقت المعاملة (A) معنويًا على كل من المعاملتين (B) و(C)، كما تفوقت المعاملة (B) معنويًا على المعاملة (C). ومن ذلك يُستنتج أن لتخزين ثمار الزيتون قبل العصر تأثيرًا واضحًا في محتوى البوليفينولات الكلية، كما أن لطريقة التخزين دورًا إضافيًا في هذا التأثير. ويُعزى ذلك إلى ارتفاع درجات الحرارة أثناء التخزين نتيجة ظاهرة التسخين الذاتي، مما يؤدي إلى تحلل أو فقدان جزئي لمركبات البوليفينول الحساسة للحرارة .توافقت هذه النتائج مع ما ذكره [24] الذين أكدّوا أن تخزين الثمار في ظروف سيئة التهوية يسبب خسارة كبيرة في البوليفينولات نتيجة النشاط الإنزيمي والحرارة. وخالفت النتائج ماورد في [25] الذين لاحظوا بقاء مستويات البوليفينولات مرتفعاً نسبياً قي بعض الأصناف حتى بعد تخزين 5–3 أيام، ويعزى هذا إلى اختلاف الأصناف ومحتواها الأنزيمي

أما بالنسبة لمركّبات الكاروتينات، فقد كان محتوى الزيت الناتج عن المعاملة (A) غنيًا بها، إذ بلغ 10.56±0.51، ثم انخفض تدريجيًا إلى 8.44±0.465 في زيت المعاملة(B) ، ووصل إلى أدنى مستوى له في المعاملة (C) بقيمة 5.88±0.286.ووفقًا لتحليل التباين، فقد تبين أن هذا الانخفاض يُعزى بشكل رئيسي إلى اختلاف المعاملات، وكان معنويًا عند مستوى الدلالة المدروس.

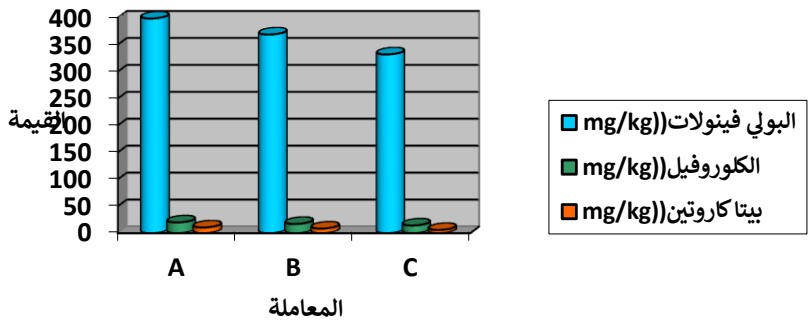
وقد تفوقت المعاملة (A) معنويًا على كلٍ من المعاملتين (B) و(C)، في حين تفوقت المعاملة (B) معنويًا على المعاملة .(C) وبناءً على ذلك، نستنتج أن لتخزين ثمار الزيتون، وطريقة هذا التخزين قبل العصر، تأثيرًا ملحوظًا في محتوى الكاروتينات في الزيت الناتج، ويُعزى ذلك أيضًا إلى الارتفاع الكبير في درجات الحرارة الناتج عن التسخين الذاتي، مما يُسرّع من تحلل هذه المركّبات الحساسة .وافقت هذه النتيجة مع ما وجده [26] الذين أشاروا إلى أن الكاروتينات تتدهور بسرعة عند تعرض الزيت أو الثمار للحرارة والضوء؛ بينما تختلف هذه النتائج مع [27] الدراسة التي أشير فيها الى أنّ انخفاض الكاروتينات يتطلب فترات تخزين أطول بكثير من 5 أيام، مما يشير إلى أن طبيعة التخزين ونوع مادة التخزين كانا عاملا حاسما في تسريع تدهور الكاروتينات في هذه الدراسة.

أما فيما يتعلق بمحتوى الكلوروفيل، فقد بلغ في الزيت الناتج عن المعاملة (A) نحو0.811±20 ، وتناقص تدريجيًا ليصل إلى 0.415±17.09 في زيت المعاملة(B) ، ثم انخفض بشكل أكبر إلى 14.31±0.571 في زيت المعاملة (C).ووفقًا لتحليل التباين، فقد كان هذا الانخفاض ناتجًا عن اختلاف المعاملات، وكان معنويًا عند مستوى الدلالة المعتمد. وقد تفوقت المعاملة (A) معنويًا على كلٍ من المعاملتين (B) و(C)، كما تفوقت المعاملة (B) معنويًا على المعاملة .(C) يُستنتج مما سبق أن لكل من التخزين وطريقة التخزين قبل العصر تأثيرًا ملحوظًا في محتوى الكلوروفيل في الزيت، ويُعزى هذا التأثير إلى الارتفاع في درجة حرارة الثمار نتيجة ظاهرة التسخين الذاتي .وافقت هذه النتائج مع ما توصلت اليه الدراسة [28] حيث أكدت أن الكلوروفيلات تتحلل بسرعة عند ارتفاع درجات الحرارة أو نقص التهوية؛ وفي المقابل أشارت الدراسة [29] إلى امكانية الحفاظ على نسبة من الكلوروفيل إذا تم التخزين في درجات حرارة معتدلة وعبوات جيدة التهوية، وهو ما يفسر تفوق المعاملة (B) على المعاملة(C)

وكنتيجة نهائية، يتضح مدى تأثر المركبات المضادة للأكسدة في الزيت بارتفاع درجة حرارة الثمار أثناء التخزين. حيث يُظهر التحليل أن رفع درجة الحرارة إلى 35 °C فقط كان كفيلاً بخفض محتوى الزيت من البوليفينولات، والكاروتينات، والكلوروفيل بنسبة7.5% ، و20.1%، و14.55% على التوالي. ومن هذا المنطلق، يُلاحظ أن الكاروتينات هي الأكثر تأثرًا بارتفاع الحرارة، تليها مركّبات الكلوروفيل، في حين أظهرت البوليفينولات تأثرًا أقل نسبيًا، مما يدل على تفاوت في الحساسية الحرارية بين هذه المركبات.

يوضح الشكل (2) بعض المركبات المضادة للأكسدة (البولي الفينولات،الكلوروفيل، الكاروتينات) في زيت الزيتون الناتج عن المعاملات المختلفة .(A,B,C)

الشكل (٢) المركبات المضادة للأكسدة في زيت الزيتون الناتج



يظهر الشكل (2)التأثير السلبي لتخزين ثمار الزيتون قبل العصر على محتوى المركبات المضادة للأكسدة في الزيت. فقد انخفضت مستويات البولي فينولات تدريجياً مع طول مدة التخزين وقلة التهوية، وكانت الخسارة الأكبر في المعاملة .(C) أما الكاروتينات فكانت الأكثر تأثراً حيث سجلت انخفاضاً بنسبة 20.1 % نتيجة حساسيتها العالية للحرارة. كما تراجع محتوى الكلوروفيل بشكل ملحوظ، حاصة في الأكياس، تشير هذه النتائج إلى أن التخزين في ظروف جيدة التهوية مثل (الصناديق البلاستيكية) يخفف من فقدان المركبات الحيوية مقارنة بالتخزين في الأكياس.

وبالتالي أظهرت النتائج أن تخزين ثمار الزيتون قبل العصر، سواء من حيث **المدة** أو **طريقة التخزين**، له تأثير واضح ومباشر على الخواص الكيميائية والفيزيائية لزيت الزيتون الناتج، خصوصاً فيما يتعلق بمؤشرات الأكسدة ومحتوى المركبات المضادة للأكسدة.

فمن حيث **مؤشرات الأكسدة**، تبيّن أن الامتصاصية الضوئية عند 232 نانومتر و270 نانومتر، بالإضافة إلى رقم البيروكسيد، قد تأثرت بالتخزين، حيث سجلت المعاملتان B و Cقيمًا أعلى مقارنة بالشاهد(A) ، ما يدل على ارتفاع مستوى الأكسدة الأولية والثانوية، دون أن تتجاوز الحدود المقبولة صحياً. ويُعزى هذا التغير إلى ارتفاع درجة الحرارة داخل الثمار أثناء التخزين نتيجة التسخين الذاتي، خاصة في حال التخزين داخل الأكياس.

أما على صعيد **المركبات الفعالة المضادة للأكسدة**، فقد سُجل انخفاض ملحوظ في محتوى البولي فينولات، الكاروتينات، والكلوروفيل في المعاملتين B وC، وكان الانخفاض أشدّ في المعاملة C وقد أظهرت الكاروتينات أعلى حساسية تجاه ارتفاع الحرارة بنسبة انخفاض وصلت إلى 20.1%، تليها الكلوروفيل (14.55%)، ثم الفينولات الكلية (7.5%)، ما يدل على أن هذه المركبات تتأثر بشكل متفاوت بدرجات الحرارة الناتجة عن طريقة التخزين.

بناءً عليه، يمكن الاستنتاج أن تخزين ثمار الزيتون لمدة 5 أيام قبل العصر يؤدي إلى تراجع تدريجي في جودة الزيت الناتج، وتزداد حدة هذا التراجع عند التخزين في ظروف سيئة التهوية (مثل الأكياس .(ورغم أن هذه التغيرات

لم تخرج بالزيت عن الحدود المقبولة للاستهلاك، إلا أنها تؤكد أهمية الإسراع بعصر الثمار بعد الجني، واختيار طرق تخزين تضمن التهوية وتقلل من التسخين الذاتي، للحفاظ على الخصائص النوعية والصحية لزيت الزيتون.

الاستنتاجات والتوصيات:

1-أظهرت النتائج أنَ تخزين ثمار الزيتون لمدة خمسة أيام قبل العصر أدى إلى زيادة الحموضة من 0.73% في المعاملة (A) إلى 2 35%.في المعاملة (B) و 3.24% في المعاملة (C) ، كما ارتفع رقم البيروكسيد من 9.38% إلى 17.29 ميلي مكافئ أكسجين /كغ ، مما يدل على تدهور واضح في الجودة نتيجة التخزين.

2-تلعب طريقة التخزين دوراً كبيراً في جودة الزيت حيث أن التخزين في صناديق بلاستيكية كان أقل ضرراً من أكياس الخيش.

3-الحرارة الناتجة عن التخزين السيئ التهوية تؤدي إلى تسارع التدهور الكيميائي ،حيث أدى ارتفاع درجة الحرارة داخل أكياس الخيش الى انخفاض بيتا كاروتين بنسبة 44.3 % مقارنة بالشاهد ، وانخفاض الكلوروفيل بنسبة 28.5%.

4-الإسراع في عصر الزيتون بعد الجني أو تخزينه في ظروف جيدة التهوية لتقليل التسخين الذاتي وضمان جودة الزيت.

References:

[1] A. Kritsakis, P. Markakis,* Olive oil*: a review. In: A. K. Kritsakis, editor.oliv oil. Champaign(IL): American Oil Chemists' Society, 1991.

[2] J. M. Castellano, J. M. Garcia, A. Morilla, S. Perdiguero, F. Gutierrez, "Quality of picual olive fruits stored under controlled atmospheres," *J. Agric. Food Chem*,vol. 69,pp. 1215–1218, 1993.

[3] J. M. Garcia, F. Gutierrez, M. J. Barrera, M. A. Albi, "Storage of mill olives on an industrial scale," *J. Agric. Food Chem*,vol. 44,pp. 590–593, 1996.

[4] J. M. Olias, J. M. Garcia, *Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits*, Wallingford, UK: CAB International, pp. 229–243, 1997.

[5] J. M. Garcia, J. Streif, "The effect of controlled atmosphere storage on fruit and oil quality of "Gordal" olives," * J. Hortic. Sci*,vol. 56,pp. 233–238, 1991.

[6] F. Gutierrez, S. Perdiguerro, J. M. Garcia, J. M. Castellano, "Quality of oils from olives stored under controlled atmosphere," *J. Am. Oil Chem. Soc*,vol. 69,pp. 1215–1218, 1992.

[7] J. M. Garcia, F. Gutiérrez, J. M. Castellano, S. Perdiguero, A. Morilla, M. A. Albi, "Influence of storage temperature on fruit ripening and olive oil quality," *J. Agric. Food Chem*,vol. 44,pp. 264–267, 1996.

[8] V. G. Dourtoglou, A. Mamalos, D. P. Makris, "Storage of olives (Olea europaea) under CO_2 atmosphere: Effect on anthocyanins, phenolics, sensory attributes and in vitro antioxidant properties",*J.Agric. Food Chem*,vol. 99,pp. 342–349, 2006.

[9] O. Koprivnjak, G. Procida, T. Zelinotti, "Changes in the volatile components of virgin olive oil during fruit storage in aqueous media,"*J.Agric. Food Chem*,vol. 70,pp. 377–384, 2000.

[10] AOAC, "Official Methods of Analysis," 18th Edition, Gaithersburg, (MD) : *AOAC International*, 2006.

[11] A. Vázquez Roncero, C. Janer del Valle y, M. L. Janer del Valle," Determinación de los Polifenoles Total del Aceite de Oliva,"* J. Grasas y Aceites*,vol. 24,pp. 350–356, 1973.

[12] ISO, "Animal and vegetable fats and oils — Determination of acid value and acidity," ISO 660:1996, Geneva (Switzerland) :* International Organization for Standardization*, 1996.

[13] ISO, "Animal and vegetable fats and oils — Determination of peroxide value — Iodometric (visual) endpoint determination," ISO 3960:1996, Geneva(Switzerland): *International Organization for Standardization*, 1996.
[14] IUPAC, "Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives," 7th ed., Method 2.505, *International Union of Pure and Applied Chemistry*, 1995.
[15] IUPAC, "Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives," 7th ed., Method 2.504, *International Union of Pure and Applied Chemistry*, 1995.
[16] International Olive Council (IOC), "Spectrophotometric Investigation in the Ultraviolet," COI/T.20/Doc. No 19/Rev. 4, 2015.
[17] Syrian Arab Standards Organization (SASMO)," Syrian standard No. 182: Olive oil – Standard specifications," (in Arabic), Damascus, Syria, 2000.
[18] M. K. Khan, A. Abert-Vian, A. Fabiano-Tixier, A. Dangles, F." Chemat, Impact of olive storage on physicochemical properties of extracted oil,"* Journal of Food Science and Technology*,vol. 55,no.1,pp. 112–118, 2018.
[19] D. Tura, M. Gigliotti, M. Pedò, S. Failla, A. Bassi, G. Serraiocco," Influence of olive storage conditions on oil quality,"* Food Chemistry*,vol. 100,no. 2,pp. 568–573, 2007.
[20] G. Lercker, L. Solinas, F." Caboni, Monitoring oxidation in virgin olive oil by spectrophotometric indexes,"* Grasas y Aceites*,vol. 52,no. 1,pp. 17–22, 2001.
[21] J. R. Morello, M. Motilva, M. Tovar, M. P. Romero, "Influence of storage on olive oil quality,"* Journal of Agricultural and Food Chemistry*,vol. 52,no. 17,pp. 5311–5316, 2004.
[22] S. Vichi, A. Romero, J. Tous, S. Buxaderas,"Evolution of volatile and phenolic compounds during the fruit ripening of olive (Olea europaea L.) cv. Arbequina grown in Catalonia (Spain),"* Food Science and Technology International*,vol. 15,no. 5,pp 407–416, 2009.
[23] E. Psomiadou, M. Tsimidou," Stability of virgin olive oil,"* Journal of Agricultural and Food Chemistry*,vol. 50,no. 4,pp. 716–721, 2002.
[24] M. Servili, G. Selvaggini, S. Esposto, R. Taticchi, S. Montedoro, G. Morozzi, "Health and sensory properties of virgin olive oil hydrophilic phenols: Agronomic and technological aspects of production that affect their occurrence in the oil,"* Journal of Agricultural and Food Chemistry*,vol. 52,no. 4,pp 2295–2301, 2004.
[25] A. M. Inarejos-García, M. D. Salvador, G. Fregapane, M. A. Gomez-Alonso, R. Gandul-Rojas," Influence of malaxation conditions on virgin olive oil yield, overall quality and composition,"* Journal of Agricultural and Food Chemistry*,vol. 57,no. 10,pp. 4241–4246, 2009.
[26] M. I. Minguez-Mosquera, J. Garrido-Fernandez," Changes in carotenoid composition of virgin olive oil during fruit ripening,"* Journal of Agricultural and Food Chemistry*,vol. 37,no. 12,pp. 1635–1640, 1989.
[27] A. Kiritsakis, W. W. Christie," Effect of storage conditions on olive oil quality, "*Grasas y Aceites*,vol. 51,no. 1,pp. 35–39, 2000.
[28] M. Roca, M. I. Mínguez-Mosquera," Changes in chlorophyll pigments during virgin olive oil processing and storage,"* Journal of the American Oil Chemists' Society*, vol.78, no. 2,pp. 133–138, 2001.
[29] A. Kiritsakis, *Olive Oil: From the Tree to the Table*, 2nd Edition, Food & Nutrition Press, 1998.