الأسترة الكيميائية لخلائط من زيت دوار الشمس وزيت جوز الهند

رولا حموي*(1) ومحمود دهان(1) وفاتن حامد(2)
(1) قسم علوم الأغذية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حلب، حلب، سورية.
(2) قسم علوم الأغذية، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.
(*للمراسلة: م. رولا حموي البريد الإلكتروني : roula31@hotmail.com)

تاريخ الاستلام: 2020/05/16 تاريخ القبول: 2020/06/11

الملخص

نُفِذ هذا البحث في مخبر تكنولوجيا الزيوت في قسم علوم الأغذية في كلية الهندسة الزراعية بجامعة حلب عام 2019، حيث استُعمل خلائط مختلفة بنسب متعددة من زيت دوار الشمس وزيت جوز الهند لمعرفة تأثير عملية تبادل الأسترة الكيميائية باستخدام الوسيط الكيميائي ميتوكسيد الصوديوم (CH_3ONa) في خواصها، والتي شملت رقم التصبن والرقم اليودي وتركيب الأحماض الدهنية ودرجة الإنصهار وكمية الغليسريدات الثلاثية الصلبة في درجات حرارة مختلفة (SFI%) Solid Fat Index%. أظهرت النتائج حدوث انخفاض واضح في درجة حرارة الانصهار وSFI% للخلائط الدهنية المدروسة تبعاً لنوع ونسب الزيوت النباتية الداخلة في تركيبها وذلك بعد تطبيق عملية تبادل الأسترة عليها، حيث أدت إلى إنتاج مواد دهنية ذات صفات فيزيائية جديدة يمكن إدخالها في تصنيع أنواع متعددة من المارغرين الغذائي، في حين لم تُحدِث عملية تبادل الأسترة تغير معنوي في بعض الصفات الكيميائية للخلائط المدروسة كرقم التصبن والرقم اليودي قبل وبعد تطبيق عملية تبادل الأسترة، ويمكن الاستنتاج أن خلط وأسترة زيوت نباتية ذات صفات فيزيائية وكيميائية متباينة يؤدي إلى الحصول على مواد دهنية ذات صفات فيزيائية جديدة ومناسبة لإدخالها في مجالات التصنيع الغذائي المتعددة.

الكلمات المفتاحية: تبادل الأسترة الكيميائية، زيوت نباتية، درجة الانصهار، SFI%، مارغرين.

المقدمة:

تتكون المواد الدسمة بصورة رئيسة من استيرات الأحماض الدهنية مع الغليسيرول، ويعتبر الغليسيرول كحول ثلاثي الوظيفة بإمكانه أن يتحد مع ثلاث جزيئات أو جزيئين أو جزيء واحد من الأحماض الدهنية ليعطي غليسريدات ثلاثية أو ثنائية أو أحادية على الترتيب (Chairman *et al*., 2006)، ويلعب طول سلسلة الحمض الدهني ودرجة عدم التشبع دوراً كبيراً في تغير الخواص الفيزيائية لهذه المواد، فمثلاً تتناسب لزوجة المواد الدسمة عكساً مع درجة عدم إشباع الأحماض الدهنية، وطرداً مع ارتفاع الوزن الجزيئي للحمض الدهني (Gunstone, 1996)، كما يُلاحَظ عدم امتلاك جميع أنواع

المواد الدسمة درجة انصهار واحدة، فهي تنصهر ضمن مجال واسع من درجات الحرارة كونها عبارة عن خليط من الغليسريدات الثلاثية المختلفة، إذ تتراوح درجة انصهار زيت الزيتون بين (0–9) مْ، زيت بذور القطن بين (–4 حتى –2) مْ، زيت دوار الشمس (–18 حتى –10) مْ وزيت جوز الهند بين (23–28) مْ، حيث تزداد درجة الانصهار بزيادة طول سلسلة الأحماض الدهنية المكونة للغليسريدات الثلاثية، كما يلاحظ أن للحمض الدهني المشبع درجة انصهار أعلى من الحمض الدهني غير المشبع وذلك عند ثبات طول سلسلة الحمض الدهني (كاخيا، 2006; Akoh and Min, 2002)، إلا أن هذا الاختلاف والتنوع في صفات الزيوت والدهون لا يلبِ كافة متطلبات التصنيع الغذائي المختلفة، حيث تتطلب صناعة الزبدة النباتية (المارغرين) مثلاً مواد دسمة ذات صفات فيزيائية محددة تختلف عن الصفات الفيزيائية للمواد الدسمة الداخلة في صناعة السمن والمعجنات والبسكويت والكاتو والخبز والشوكولا والحلويات وغيرها من الصناعات الغذائية المختلفة، الأمر الذي زاد الطلب في الآونة الأخيرة على المواد الدسمة ذات الصفات الخاصة لتصنيع منتجات غذائية محددة، وهذا مادفع العلماء إلى السعي لاكتشاف طرائق جديدة هدفها تحسين الخواص الطبيعية للمواد الدسمة بما يتناسب مع قابلية استخدامها في مختلف الصناعات الغذائية والإستعمالات المنزلية والمطاعم وغيرها (Shahidi, 2005)، ويستخدم اليوم طرائق عديدة للحصول على مواد ذات صفات فيزيائية وقوامية محددة أهمها عمليات المزج (Blending)، والفصل التجزيئي (Fractionation)، والهدرجة (Hydrogenation)، وتبادل الأسترة (Interesterification) حيث يمكن تطبيق طريقة واحدة من هذه الطرائق أو أكثر من طريقة أو أن يحدث تداخل بين الطرائق الثلاث سالفة الذكر (Hamm, 2000).

تتم عملية تبادل الأسترة بطريقتين الأولى بمساعدة وسائط كيميائية فتسمى أسترة كيميائية (Chemical interesterification) والثانية بمساعدة وسائط إنزيمية فتدعى أسترة إنزيمية (Enzymatic interesterification) (Asif, 2011)، حيث تعتمد على إعادة ترتيب مواقع الأحماض الدهنية داخل الغليسريدات الثلاثية (Amir et al., 2012)، على عكس عملية الهدرجة التي تؤدي إلى تغير في الخواص الفيزيائية والكيميائية للمواد الدسمة وإنتاج أحماض دهنية من الشكل المفروق (Trans) بكمية كبيرة ذات الأثر السيء على صحة الإنسان (عبد النبي، 2001)، كونها ترفع مستوى الكوليستيرول الكلي في الدم ومستوى الكوليستيرول الضار منخفض الكثافة (LDL)، وتخفض مستوى الكوليستيرول الجيد عالي الكثافة (HDL)، مما يؤدي إلى زيادة خطر الإصابة بأمراض القلب وتصلب الشرايين التاجي (Ganguly and Pierce, 2012; Remig *et al*., 2010; Ascherio *et al*., 1999)، وقد أُنجزت العديد من الدراسات والأبحاث العلمية في استخدام عملية تبادل الأسترة كإحدى أهم عمليات تحسين الخواص الطبيعية للمواد الدسمة (Gunstone, 2003)، حيث ينتج عنها نواتج دهنية جديدة ذات خواص تصنيعية محددة مختلفة ويمكن توجيهها بحسب متطلبات التصنيع الغذائي المختلفة على أنواع عديدة من الزيوت والدهون ومجالات استخدامها في صناعات غذائية عديدة (Chibor et al., 2018; Kostecka and Kowalski, 2011; De Martini et al., 2009)، فقد أشار Issa and Halil (2002) من خلال دراسة قاما بها باستبدال دهن العجل الداخل في تصنيع النقانق المدخنة بأسترته مع ثلاثة أنواع من الزيوت النباتية هي زيت النخيل وزيت القطن وزيت الزيتون، ولم يؤدِ هذا الاستبدال إلى تغيرات ملحوظة في المظهر واللون والقوام والخواص الحسية للنقانق المدخنة، لكنه رفع من القيمة الغذائية للنقانق المدخنة نتيجة خفض كمية

الكوليستيرول المتناولة وإغنائها بالأحماض الدهنية الضرورية للجسم، كما أظهر Waheed et al. (2010) أن استبدال الدهون المهدرجة الداخلة في صناعة الكوكيز (البسكويت) بمزيج مؤستر من زيت النخيل وزيت القطن بنسبة 50% لكل منهما حافظ على الصفات الفيزيائية المطلوبة في الصناعة ولم يؤثر على الخصائص الحسية للبسكويت المصنع، وأكد باحثون آخرون عام 2014 أن إضافة خلائط مؤسترة كيميائياً من زيت القطن وزيت البندق وزيت الزيتون بنسب معينة في صناعة الكوكيز أدى إلى رفع القيمة التغذوية له نتيجة عدم ادخال الدهون المهدرجة جزئياً في الكوكيز المصنع والذي يحتوي على أحماض دهنية من الشكل المفروق ذات الأثر السيء على الصحة، إضافة إلى رفع النسبة بين الأحماض الدهنية الضرورية متعددة الروابط الزوجية وبين الأحماض الدهنية المشبعة (P/S ratio) لأكبر من الواحد والذي يعتبر ضروري للوقاية من العديد من الأمراض العصرية مثل أمراض القلب وتصلب الشرايين (Dink et al., 2014)، كما أشار علماء آخرون إلى دور عملية تبادل الأسترة الكيميائية في تحسين تركيب الغليسريدات الثلاثية وتغير لزوجة ودرجة إنصهار ومحتوى الغليسريدات الثلاثية الصلبة لخلائط من زيت بذور الصويا وزيت بذور الصويا المهدرج هدرجة كاملة أو زيت بذور القرع وStearin زبدة الشيا بنسب مختلفة، حيث أظهرت الدهون الناتجة مجال واسع من اللدانة تناسب صناعات غذائية متعددة وهي Liquid Shortening الزبدة النباتية (مارغرين المائدة)، ودهون المعجنات Samuel et al., 2018; Ribeiro et al., 2009).

نظراً لزيادة الطلب على إنتاج مواد دهنية ذات مواصفات فيزيائية محددة تسمح لها بالاستخدام المطلوب في تصنيع أنواع مختلفة من المنتجات الغذائية (كالمعجنات والحلويات والخبز والشوكولا والبسكويت وأغذية الأطفال وغيرها)، بالإضافة إلى خلوها من الأحماض الدهنية بالشكل المفروق التي تتشكل نتيجة عملية الهدرجة الجزئية، والتي تؤثر بشكل سلبي على صحة وسلامة الإنسان، خاصة اذا ماتم تناولها بكميات كبيرة، بالإضافة إلى ندرة الدراسات والأبحاث العلمية المحلية في هذا المجال جاءت أهمية هذا البحث والذي يهدف إلى تطبيق عملية تبادل الأسترة الكيميائية على خلائط مختلفة من زيت دوار الشمس وزيت جوز الهند ودراسة تأثيرها في بعض خواص هذه الخلائط.

المواد وطرائق العمل:

مواد العمل:

تم الحصول على المواد الدسمة قيد الدراسة (زيت دوار الشمس وزيت جوز الهند) من الأسواق المحلية في مدينة حلب، حيث تم مزج خلائط منها بنسب مختلفة وفق الجدول رقم (1):

الجدول (1): نسب خلائط المواد الدسمة المدروسة (%)

رمز العينة	زيت دوار الشمس	زيت جوز الهند
A	100	0
B	75	25
C	60	40
D	50	50
E	40	60
F	25	75
J	0	100

طرائق العمل:

استُخدِم لإتمام عملية تبادل الأسترة الكيميائية مفاعل خاص مكون من جدران مزدوجة لضبط درجة حرارة التفاعل من خلال ترموستات حراري، بالإضافة إلى وجود عدة فتحات في المفاعل، وهي فتحتين لإدخال وإخراج المواد الدسمة وفتحة لإضافة الوسيط وفتحة لدخول غاز الآزوت الخامل، بالإضافة إلى فتحة للخلاط الذي يعمل بسرعات مختلفة، حيث تم إضافة 0.5% من الوسيط الكيميائي ميتوكسيد الصوديوم (CH_3ONa) الذي تم الحصول عليه من شركة (Merck) على شكل معلق، وضُبِطت حرارة التفاعل على 90±2 مْ خلال فترة زمنية مقدارها 60 دقيقة وبسرعة تحريك 400 دورة/ دقيقة، وعند انتهاء عملية الأسترة ولإيقاف التفاعل تم إضافة محلول من حمض الخل المخفف (5%) والغسيل بالماء المقطر عدة مرات حتى تمام التعادل.

أجريت بعض الاختبارات الفيزيائية والكيميائية التالية على المواد الدسمة المستخدمة في الخلائط المدروسة قبل وبعد إجراء عملية تبادل الأسترة الكيميائية عليها:

- رقم البيروكسيد (ميلي مكافئ أوكسجين فعال/كغ زيت) (ISO, 1996a).
- نسبة الحموضة (مغ KOH/ غ) (ISO, 1996b).
- الرقم اليودي (غرام يود /100 غرام زيت) بطريقة هانس (AOCS, 1995a).
- رقم التصبن (ملغرام KOH /غرام زيت) (AOCS, 1995b).
- درجة الانصهار (Slip melting point SMP) (AOCS, 1990).
- كمية الغليسريدات الثلاثية الصلبة في درجات حرارة مختلفة (5 و10 و15 و20 و25 و30) مْ (SFI%- Solid fat index) باستخدام جهاز التمدد الحراري (AOCS, 2009).
- كمية ونوع الأحماض الدهنية (باستخدام الكروماتوغرافيا الغازية GC) (Anonymous, 1998).

تم تحديد كمية ونوع الأحماض الدهنية في المواد الدسمة قيد الدراسة بعد استرتها وتحويلها إلى استرات ميتيل الأحماض الدهنية، بواسطة جهاز الكروماتوغرافيا الغازية من شركة Shimazu (G.C.2010 Chromatograph Gas Shimazu) واستخدام استرات الأحماض الدهنية القياسية من شركة سيغما، وعمود فصل أبعاد (100m x 0.25mm x 0.2µm) والغاز الحامل الآزوت والهواء وكاشف اللهب (FID) بدرجة حرارة 240 سْ وحرارة الحاقن 230 سْ وبتدفق 1مل/د وبنظام split 1:50 وكمية العينة 1ميكروليتر.

نُفِذت التجارب باستخدام تصميم كامل العشوائية RCD حيث تم تحليل النتائج باستخدام برنامج Genstat 12 وقورنت المتوسطات باستخدام اختبار دانكان عند مستوى معنوية 1%، كما تم حساب متوسطات ثلاث مكررات من التحاليل المذكورة في البحث وحساب الانحراف المعياري لها.

النتائج والمناقشة

أولاً: الاختبارات الفيزيائية والكيميائية للزيوت النباتية الداخلة في تركيب الخلطات الدهنية المدروسة.

يُلاحَظ من الجدول رقم (2) أن جودة الزيوت النباتية الداخلة في تركيب الخلطات الدهنية المدروسة كانت عالية بدلالة انخفاض مؤشري الجودة (رقم البيروكسيد ونسبة الحموضة)، حيث كان رقم البيروكسيد لزيت دوار الشمس وزيت جوز الهند

ضمن الحد المسموح به في المواصفة القياسية السورية للزيوت المكررة (10 ميلي مكافىء اوكسجين/كغ)، وكانت نسبة الحموضة المحسوبة على أساس حمض الأولييك أيضاً ضمن الحد المسموح به للزيوت المكررة (الحد المسموح به 0.3%) (Shahidi, 2005)، وهذا مهم جداً لضمان فعالية الوسيط الكيميائي لإتمام عملية تبادل الأسترة الكيميائي، ويتوافق ذلك مع العديد من الأبحاث العلمية التي تشير إلى ضرورة استخدام مواد دسمة جافة تماماً ومكررة حديثاً كون الرطوبة والأحماض الدهنية الحرة والبيروكسيدات والشوائب تؤدي إلى خفض فعالية الوسيط (Amri and Xu, 2008; Rajendran *et al*., 2009)كما يتبين من الجدول رقم (2) أن رقم التصبن لكل زيت نباتي مدروس وقع ضمن المجال المحدد له، حيث يتراوح رقم التصبن لكل من زيت دوار الشمس وزيت جوز الهند 188–194 و248–265 (مغ KOH/غرام) على التوالي (دهان،2012)، والذي يعتمد على طول سلسلة الحمض الدهني في جزيء الغليسريد الثلاثي، فكلما احتوى الزيت أو الدهن على سلاسل قصيرة من الأحماض الدهنية كلما كان رقم التصبن فيه عالياً، والعكس صحيح، ويلاحظ أيضاً تفاوت قيم الرقم اليودي بشكل كبير بين الزيوت النباتية المدروسة الداخلة في تركيب الخلطات الدهنية المدروسة، كونه يعتمد على درجة عدم تشبع المادة الدسمة، حيث يزداد الرقم اليودي بزيادة عدد الروابط الزوجية والعكس صحيح (Gaman and Sherrington, 1996)، لذلك نجد أن الرقم اليودي في زيت دوار الشمس وصل حتى 125 غرام يود/ 100غرام، في حين لم يتجاوز 12 غرام يود/ 100غرام في زيت جوز الهند، وعند تقدير درجة الحرارة التي تتحول فيها المادة الدسمة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة (درجة الانصهار) باستخدام طريقة الأنابيب الشعرية المفتوحة، كما يُستدَل من الجدول ذاته ارتفاع درجة حرارة انصهار زيت جوز الهند حتى 25 مْ، ويعود سبب ذلك إلى طول سلاسل الأحماض الدهنية الموجودة فيه وارتفاع كمية الأحماض الدهنية المشبعة، حيث تزداد درجة الانصهار في الأحماض الدهنية المشبعة بزيادة عدد ذرات الكربون في سلاسل الأحماض الدهنية وبالتالي كلما طالت السلسلة الكربونية، وتنخفض بزيادة عدد الروابط الزوجية للأحماض الدهنية (Gunstone, 1996)، في حين تشير الدراسات العلمية أن درجة انصهار زيت دوار الشمس منخفضة وتصل حتى 17–مْ نتيجة احتوائه على نسبة مرتفعة من الأحماض الدهنية غير المشبعة وبشكل خاص حمض اللينولييك متعدد الروابط الزوجية، إذ تنخفض درجة الانصهار بزيادة عدد الروابط الزوجية للأحماض الدهنية (Gunstone, 2002).

الجدول (2): الصفات الفيزيائية والكيميائية للزيوت النباتية المدروسة

نوع المادة الدسمة / نوع التحليل	زيت دوار الشمس	زيت جوز الهند
رقم البيروكسيد(ميلي مكافئ أوكسجين/كغ)	0.01±1.2	0.04±1.02
نسبة الحموضة (محسوبة على أساس حمض الأولييك)	0.001±0.06	0±0.04
رقم التصبن (مغ/KOH غرام)	1.7±193.4	1.5±251.2
الرقم اليودي (غرام يود/ 100غرام)	1.0±126.2	0.04±12
درجة الانصهار (مْ)	-	0.1±25

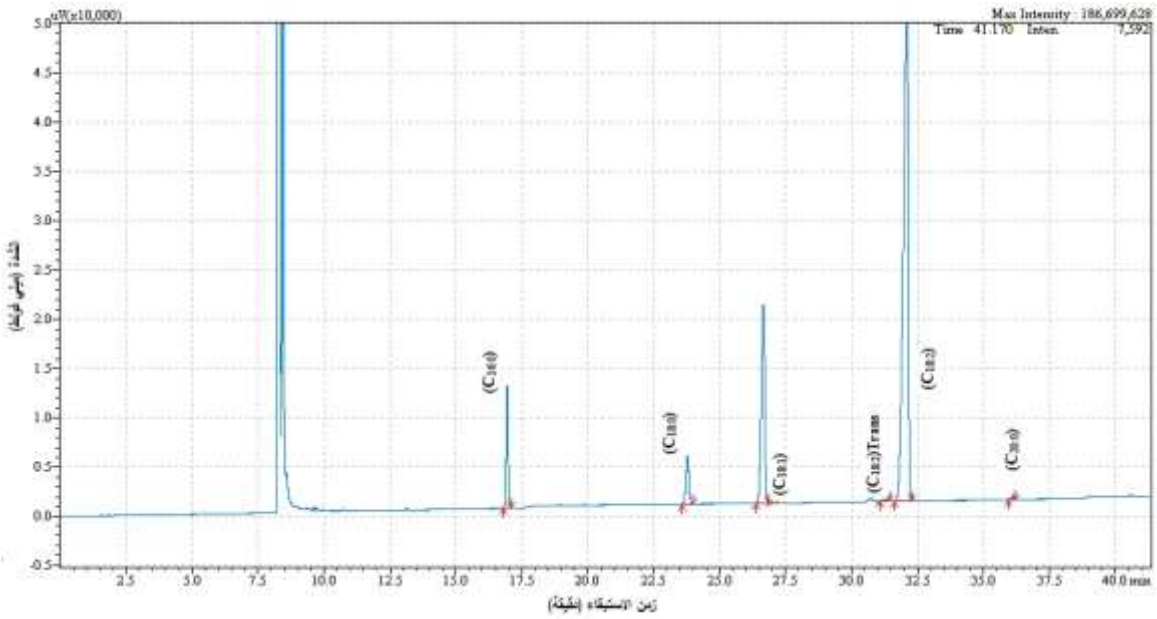
يتبين من الجدول رقم (3) وجود اختلاف واضح في تركيب الأحماض الدهنية بين نوعي الزيت المستخدمين في تركيب الخلائط الدهنية المدروسة والذي بدوره ينعكس على الخصائص الفيزيائية والتغذوية لكل من هذه الزيوت المدرسة، إذ يلاحَظ ارتفاع نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة حتى 88% من إجمالي الأحماض الدهنية في زيت دوار الشمس،

في حين لم تتجاوز نسبتها 7% في زيت جوز الهند، وقد شكَّل حمض اللينولييك متعدد الروابط الزوجية النسبة الكبرى من هذه الأحماض الدهنية غير المشبعة، وهو من الأحماض الدهنية الضرورية التي لا يستطيع جسم الإنسان تصنيعها بمفرده والتي تلعب أدواراً حيوية هامة في جسم الإنسان (Gunstone, 2003)، في حين لم تتجاوز نسبة هذا الحمض حوالي 1% في زيت جوز الهند.

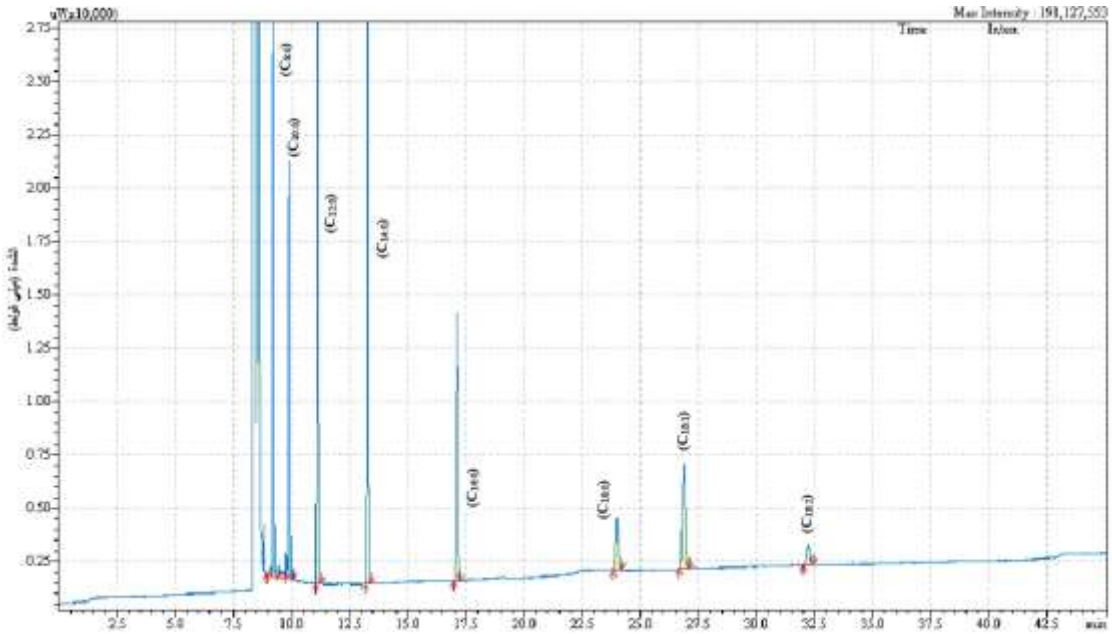
الجدول (3): تركيب أهم الأحماض الدهنية في الزيوت النباتية المستخدمة في الخلائط المدروسة

نوع الحمض الدهني	نسبة الأحماض الدهنية (%)	
	زيت دوار الشمس	زيت جوز الهند
حمض الكابريليك ($C_{8:0}$)	-	0.01±8.95
حمض الكابريك ($C_{10:0}$)	-	0.01±7.06
حمض اللاوريك ($C_{12:0}$)	-	0.08±50.22
حمض الميريستيك ($C_{14:0}$)	-	0.06±16.61
حمض البالميتيك ($C_{16:0}$)	0.05±6.87	0.03±8.00
حمض الستياريك ($C_{18:0}$)	0.09±4	0.01±2.32
حمض الأولييك ($C_{18:1}$)	0.08±19.31	0.07±5.41
حمض اللينولييك Trans ($C_{18:2}$)	0.01±0.12	-
حمض اللينولييك ($C_{18:2}$)	0.12±68.67	0.04±1.23
حمض الاراكيديك ($C_{20:0}$)	0.04±0.18	-
أحماض دهنية أخرى	0.85	0.2
% للأحماض الدهنية المشبعة	11.05	93.16
% للأحماض الدهنية غير المشبعة	88.3	**6.64**

كما يلاحَظ أيضاً من الجدول ذاته ومن الشكلين رقم (1) و(2) اللذان يوضحان قمم الأحماض الدهنية في زيت دوار الشمس وزيت جوز الهند على التوالي احتواء زيت جوز الهند على مجموعة متنوعة من الأحماض الدهنية المشبعة (قصيرة ومتوسطة وطويلة السلسلة الكربونية) يغلب عليها حمض اللاوريك متوسط السلسلة الكربونية والذي يعتبر الحمض المميز لزيت حمض الهند، في حين لا يحتوي زيت دوار الشمس على أحماض دهنية مشبعة قصيرة ومتوسطة السلسلة الكربونية، وإنما فقط طويلة السلسلة الكربونية متمثلة بحمض البالميتيك والستياريك والأراكيديك.



الشكل (1): قمم الأحماض الدهنية في زيت دوار الشمس



الشكل (2): قمم الأحماض الدهنية في زيت جوز الهند

ثانياً: الاختبارات الفيزيائية والكيميائية للخلطات الدهنية المدروسة قبل وبعد تطبيق عملية تبادل الأسترة الكيميائية

أوضحت نتائج التحليل الإحصائي لقيم رقم التصبن والرقم اليودي في الخلائط الدهنية المدروسة الواردة في الجدول رقم (4) أن الفروقات كانت غير معنوية بين القيم بدلالة قيمة T عند مستوى معنوية 1%، وذلك قبل وبعد إجراء عملية تبادل الأسترة الكيميائية وهذا يؤكد أن عملية تبادل الأسترة الكيميائية لا تؤثر في الصفات الكيميائية للخلائط الدهنية كونها تغير فقط توضع الأحماض الدهنية على جزيئات الغليسريدات الثلاثية، وهذا يتوافق مع أبحاث علمية عديدة (Dian *et al*., 2007; Hazirah *et al*., 2012).

الجدول (4): قيم رقم التصبن والرقم اليودي للخلائط المدروسة

الخلائط المدروسة	رقم التصبن (مغ/KOH غرام)		الرقم اليودي (غرام يود/ 100غرام)	
	قبل الأسترة	بعد الأسترة	قبل الأسترة	بعد الأسترة
B	1.2±204.6	1.7±204.1	1.1±95.4	0.4±94.2
C	1.9±216.6	1.7±215.2	1.8±82.7	1.3±82.1
D	2.1±223.8	1.5±222.1	0.5±70.2	0.5±69.5
E	0.9±228.9	1.4±227.2	0.5±58.2	0.6±58
F	1.8±241.4	1.9±240.3	0.2±42.3	0.6±42.9

يلاحَظ من الجدول رقم (5) حدوث انخفاض في درجات انصهار الخلائط الدهنية المدروسة بعد تطبيق عملية تبادل الأسترة الكيميائية عليها وذلك تبعاً لنوع ونسب الزيوت النباتية الداخلة في تركيبها، حيث أظهرت الدراسة الإحصائية أن الفروقات في قيم درجة حرارة الانصهار قبل وبعد إجراء عملية تبادل الأسترة الكيميائية كانت عالية المعنوية بدلالة قيمة T عند مستوى معنوية 1%، وهذا يتوافق مع نتائج العديد من الدراسات والأبحاث العلمية التي تشير إلى دور عملية تبادل الأسترة الكيميائية في إنتاج بدائل دهنية ذات خواص انصهار مرغوبة تبعاً لغرض تصنيعها (Asif, 2011; Dian et al., 2007)، وتجدر الإشارة إلى أن أكبر انخفاض في درجة الانصهار قبل وبعد تطبيق عملية الأسترة الكيميائية سُجِل في الخليط D الذي يحتوي على كمية متساوية من زيت دوار الشمس وزيت جوز الهند، في حين سُجِل أقل انخفاض في الخليط B الذي يحتوي على 75% زيت دوار الشمس و25% زيت جوز الهند.

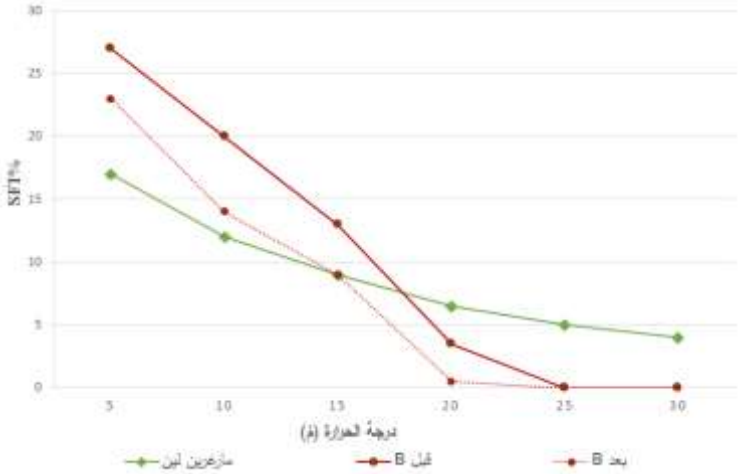
الجدول (5): درجة انصهار الخلائط الدهنية المدروسة قبل وبعد عملية تبادل الأسترة

الخلائط المدروسة	قيم درجة الانصهار (مْ)**	
	قبل عملية تبادل الأسترة	بعد عملية تبادل الأسترة
B	0.1 ± 2.9	0.2±1.7
C	0.0 ± 8.2	0.1± 5.5
D	0.2 ± 14.5	0.0±9.7
E	0.1± 17.1	0.2±12.7
F	0.2± 21.2	0.1±17.3

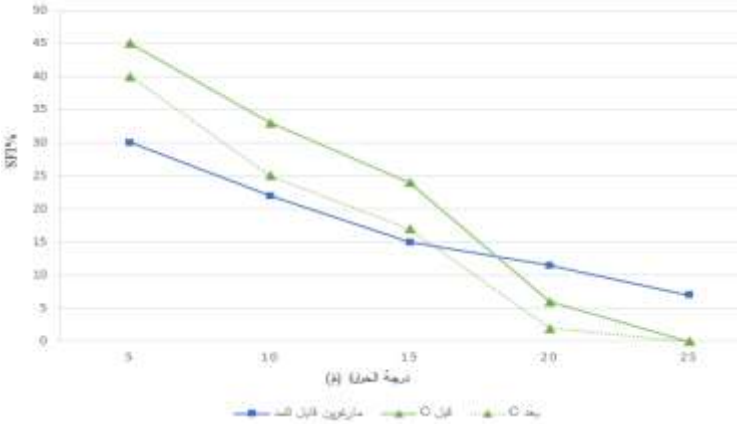
** الفروق عالية المعنوية بين قيم درجة الانصهار قبل وبعد إجراء عملية تبادل الأسترة.

عند تقدير كمية الغليسريدات الثلاثية الصلبة في درجات حرارة مختلفة Solid Fat Index (SFI%) يستدل من الأشكال البيانية رقم (3 و4 و5 و6 و7) تغير تركيب الغليسريدات الثلاثية الصلبة عند درجات حرارة مختلفة ابتداءً من درجة حرارة 5 مْ حتى 30مْ في الخلائط الدهنية المدروسة نتيجة تطبيق عملية تبادل الأسترة الكيميائية عليها، حيث يُلاحَظ أن عملية تبادل الأسترة خفَّضَت من كمية الغليسريدات الثلاثية الصلبة للخلائط المدروسة تبعاً لنوع ونسب الزيوت النباتية الداخلة في تركيبها، وتشير المراجع العلمية السابقة إلى وجود أنواع مختلفة من المارغرين المستخدم في الغذاء تتباين فيما بينها تبعاً لاختلاف قيم SFI% فيها، فمنها المارغرين اللين والمارغرين القابل للمد أو الفرد ومارغرين الطبخ ومارغرين المناطق الحارة (الاستوائية) وغيرها (List *et al*., 1995; Sahri and Idris, 2010) وعند إجراء مقارنة بين مجال قيم SFI% لأنواع الخلائط الدهنية المدروسة في هذا البحث وبعض أنواع المارغرين المستخدم في الغذاء يستدل من الشكل رقم 3 والذي يبين قيم SFI% للخليط B الذي يحتوي على 75% زيت دوار الشمس و25% زيت جوز الهند بالمقارنة مع قيم SFI% للمارغرين اللين حدوث تطابق في القيم عند درجة حرارة 15مْ وذلك بعد تطبيق عملية تبادل الأسترة على

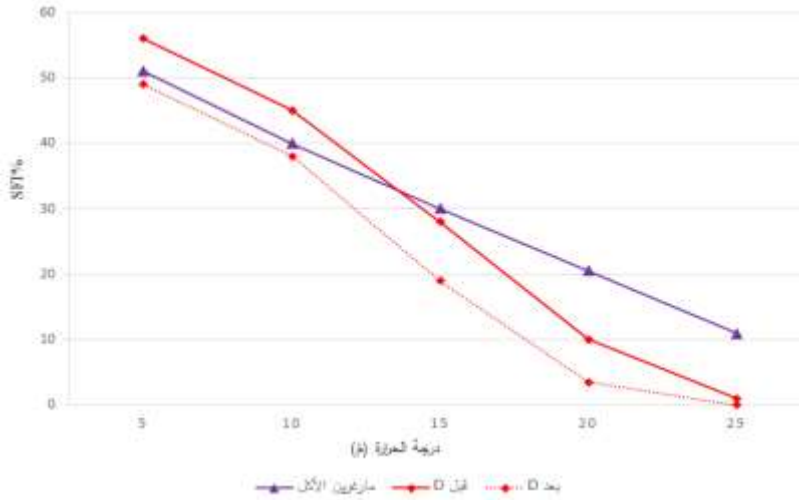
الخليط، في حين قاربت قيم SFI% للخليط C الذي يتكون من 60% زيت دوار الشمس و40% زيت جوز الهند قيم SFI% للمارغرين القابل للمد بين درجات الحرارة 10–15 مْ بعد تطبيق عملية تبادل الأسترة كما هو موضح في الشكل رقم 4، كما يلاحَظ أيضاً من الشكل رقم 5 أن تركيب الغليسريدات الثلاثية الصلبة للخليط D الذي يحتوي على نسبة متساوية من زيت دوار الشمس وزيت جوز الهند بعد إجراء عملية تبادل الأسترة قاربت مارغرين الأكل وذلك في المجال الحراري 5–10مْ أي عند درجة حرارة البراد، في حين تطابقت قيم SFI% للخليطين E وF بعد تطبيق عملية تبادل الأسترة عليهم مع قيم SFI% لكل من المارغرين اللين والمارغرين القابل للمد على التوالي وذلك عند درجة الحرارة 20 مْ، وهذا يتوافق مع العديد من الدراسات والأبحاث العلمية السابقة (Ahmadi et al., 2008; Karabulut et al., 2004).



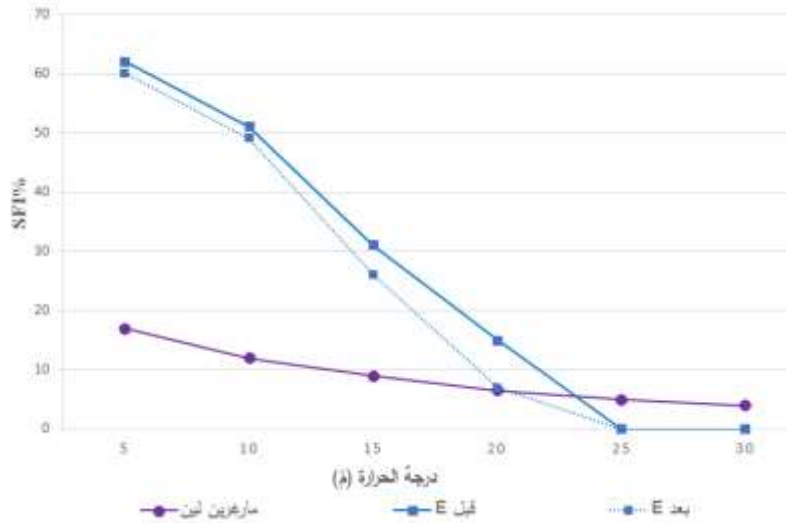
الشكل (3): مقارنة SFI% للخليط B قبل وبعد عملية تبادل الأسترة مع المارغرين اللين



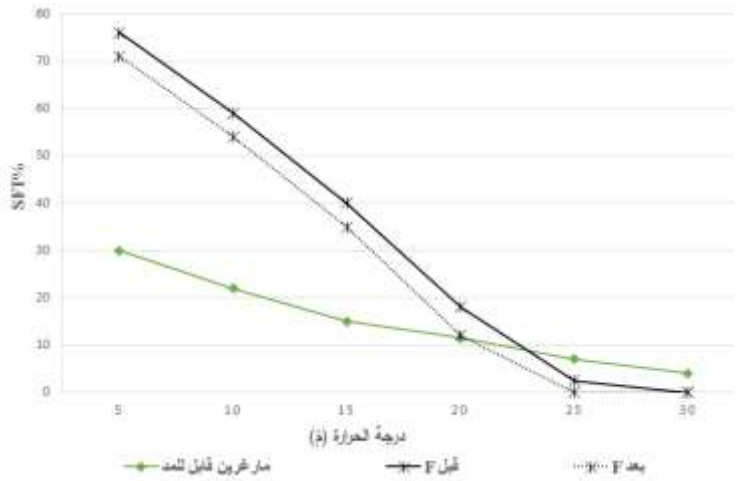
الشكل (4): مقارنة SFI% للخليط C قبل وبعد عملية تبادل الأسترة مع المارغرين القابل للمد



الشكل (5): مقارنة SFI% للخليط D قبل وبعد عملية تبادل الأسترة مع مارغرين الأكل



الشكل (6): مقارنة SFI% للخليط E قبل وبعد عملية تبادل الأسترة مع المارغرين اللين



الشكل (7): مقارنة SFI% للخليط F قبل وبعد عملية تبادل الأسترة مع المارغرين القابل للمد

الاستنتاجات:

- تعمل عملية تبادل الأسترة الكيميائية على تعديل الخواص الفيزيائية فقط للخلائط الدهنية دون حدوث أي تأثير معنوي على الخواص الكيميائية لها.
- تلعب عملية تبادل الأسترة الكيميائية دوراً هاماً في الحصول على منتجات دهنية ذات خواص فيزيائية جديدة يمكن استخدامها في مجالات التصنيع الغذائي المختلفة.
- خلط أنواع مختلفة من الزيوت النباتية وأسترتها كيميائياً بنسب مختلفة يمكن أن يؤدي إلى الحصول على خلائط دهنية تدخل في صناعة أنواع مختلفة من المارغرين.

الشكر:

يتقدم الباحثون بالشكر إلى الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية وكلية الهندسة الزراعية بجامعة حلب على تقديمهم كل مايلزم لإنجاز هذا البحث ودعم البحث العلمي.

المراجع:

دهان، محمود (2012). تقانة الزيوت (الجزء النظري). منشورات جامعة حلب، 356 صفحة.

عبد النبي، على أحمد على (2001). تكونولوجيا الزيوت والدهون. الطبعة الأولى، مكتبة المعارف الحديثة، سلسلة علوم وتقنية (تكنولوجيا) الأغذية، 78 صفحة.

كاخيا، طارق إسماعيل (2006). مدخل إلى تكنولوجيا الزيوت والدهون والصناعات القائمة عليها. منشورات جامعة دمشق، 312 صفحة.

Ahmadi, L.; J. Amanda; G. Marangoni (2008). Chemical and Enzymatic Interesterification of Tristearin/ Triolein-Rich Blends: Chemical Composition، Solid Fat Content and Thermal Properties. European Journal of Lipid Science and Technology. 110(11): 1014–1024.

Akoh, C. C.; and D. B. Min (2002). Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology. Marcel Dekker, New York. 2nd Edition. Pp1014.

Anonymous. (1998). Official Methods and Recommended Practices of American Oil Chemical Society. 5th Ed. AOCS, Campaign, Illinois, USA.

Amir, R.M.; M. A. Shabbir; M. R. Khan and S. Hussain (2012). Interesterification of Fats and Oils. A Review. Pakistan Journal of food sciences. 22 (3): 143-153.

AOCS, American Oil Chemists' Society. (1995a). Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemistry Society. cd 3-25

AOCS, American Oil Chemists' Society. (1995b). Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemistry Society. ce 1-62

AOCS. American Oil Chemists' Society. (1990). Official and Recommended Methods of the American Oil Chemist's Society, 15th ed. Champaign, III.: AOCS Press.

AOCS. American Oil Chemists' Society. (2009). Determination of Solid Fat Content in Edible Oils and Fats by the Direct Method. In: Official Methods and Recommended Practices of The American Oil Chemists' Society. Champaign, III.: AOAC. p. Cd 16b-93.

Ascherio, A.; M. B. Katan; and P.L. Zock (1999). Trans fatty acids and coronary heart disease. New England Journal of Medicine. (340):1994-1998.

Asif, M. (2011). Process Advantages and Product Benefits of Interesterification in Oils and Fats. International Journal of Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases, 1(2).

Chairman, D. S.; M. Belcher; T. Dawson; B. Delaney; and J. Wilken (2006). Food Fats and Oils. Institute of Shortening and Edible Oils. Washington. 9th Edition. Pp44.

Chibor, B. S.; E. E. Joy; K. D. Barine (2018). Effect of Chemical Interesterification on the Physicochemical Characteristics and Fatty Acid Profile of Bakery Shortening Produced from Shea Butter and Fluted Pumpkin Seed Oil Blend. American Journal of Food Science and Technology. 6(4):187-194.

De Martini, F.A. S.; C. D. S. Roberta; C. G. S. Kelly; B. L. Maira; F. S. Daniela; and A. G. Luiz (2009). Effects of Chemical Interesterification on Physicochemical Properties of Blends of Palm Stearin and Palm Olein. Food Research International. 42: 1287–1294.

Dian, N.L.; K. Sundram; and N. A. Idris (2007). Effect of Chemical Interesterification On Triacylglycerol and Solid Fat Contents of Palm Stearin، Sunflower Oil And Palm Kernel Olein Blends. European Journal of Lipid Science and Technology. 109: 147–156.

Dinc, S.; I. Javidipour; Ö. Özbas; A. Tekin (2014). Utilization of zero-trans non-interesterified and interesterified shortenings in cookie production. Journal of Food Science and Technology.

Gaman, P. M.; and K. B. Sherrington (1996). The Science of Food. 4th Edition. Pp246.

Ganguly, R.; and G. N. Pierce (2012). Trans fat involvement in cardiovascular disease. Molecular Nutrition and food Research. (56): 1090–1096.

Gunstone, F. D. (1996). Fatty Acid and Lipid Chemistry. Blackie Academic and Professional, London. UK.

Gunstone, F. D. (2002). Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties, and Uses (Sheffield Chemistry and Technology of Oils and Fats). Blackwell, U.K. 1st Edition. Pp337.

Gunstone, F. D. (2003). Lipids for Functional Foods and Nutraceuticals. Oily Press. UK. 1st Edition. Pp344.

Halil, V.; and J. Issa (2002). Replacement of Beef Fat in Frankfurters by Interesterifed Palm, Cottonseed and Olive Oils. European Food Research Technology. 214: 465- 468.

Hamm, W. (2000). Interesterification in Oils Processing. Society of Chemical Industry. (2): 34-67.

Hazirah, S.; M. F. Norizzah; and A. R. Zaliha (2012). Effects of Chemical Interesterification on the Physicochemical Properties of Palm Stearin, Palm Kernel Oil and Soybean Oil Blends. The Malaysian Journal of Analytical Sciences. 16(3): 297– 308.

ISO., (1996a) "ISO 3960" Determination of Peroxide Value, 4th ed, Switzerland Geneva. 9 pages.

ISO., (1996b) "ISO 660" Determination of Acid Value and Acidity, 3rd ed, Switzerland. Geneva. 9 pages.

Karabulut, I.; S. Turan; and G. Ergin (2004). Effects of Chemical Interesterification on Solid Fat Content and Slip Melting Point of Fat/Oil Blends. European Food Research and Technology, 218(3): 224-229.

Kostecka, M.; B. Kowalski (2011). Enzymatic and chemical interesterification of chicken fat and rapeseed oil (2:3 wt/wt) mixture. La Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse. 84.

List, G. R.; Mounts F.; W. E. Neff (1995). Margarine and Shortening Oils by Interesterification of Liquid and Trisaturated Triglycerides. Journal of the American Oil Chemists Society. (72)3.

Rajendran, A.; A. Palanisamy; and V. Thangavelu (2009). Lipase Catalyzed Ester Synthesis for Food Processing Industries. Brazilian archives of biology and technology. (52)1 :207-219.

Remig, V.; F. B. Franklin.; M. Simeon.; G. Kostas.; T. Nece.; and J. Street (2010). Trans Fats in America: A Review of Their Use, Consumption, Health Implications, and Regulation. Journal of The American Dietetic Association. (110): 585-592.

Sahri, M. M. and N. A. Idris (2010). Palm Stearin as Low Trans Hard Stock for Margarine. Sains Malaysiana. 39(5): 821-827.

Samuel, Ch. B.; E. E. Joy; K. D. Barine (2018). Effect of Chemical Interesterification on the Physicochemical Characteristics and Fatty Acid Profile of Bakery Shortening Produced from Shea Butter and Fluted Pumpkin Seed Oil Blend. American Journal of Food Science and Technology. (6)4: 187-194.

Shahidi, F. (2005). Bailey's industrial oil and fat products. 6th Edition. Canada.

Waheed, A.; G. Rasool; A. Asghar (2010). Effect of Interesterified Palm and Cottonseed Oil Blends on Cookie Quality. Agriculture and Biology Journal of North America. (1)3: 402-406.

The chemical interesterification of mixtures of sunflower oil and coconut oil

Roula Hamoui[(1)], * Mahmud Dahan[(1)] and Faten Hamed[(2)]

(1). Department of Food Science, Faculty of Agriculture, University of Aleppo, Aleppo, Syria.

(2). Department of Food technology, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Damascus, Syria.

(*Corresponding author: Eng. Roula Hamoui E-mail: roula31@hotmail.com

Received: 16/05/2020 Accepted: 11/06/2020

Abstract:

This research was carried out at the oil technology laboratory in department of food science of the faculty of Agriculture engineering in 2019, were used different mixture in multiple proportions of sunflower oil and coconut oil to find out the effect of the chemical interesterification using the sodium methoxide (CH3ONa) as the catalyst in its properties, which containing number of saponification, iodine value, fatty acid composition, slip melting point and the amount of solid triglycerides solid at different temperatures, Solid Fat Index% (SFI%). The results showed a clear decrease in the slip melting point and SFI% in the mixture studied after applying interesterification on them, according the type and proportions of the constituent lipids, as they lead to produced lipids with new physical specific properties that could be used in various types of Margarine processing, while interesterification did not cause any significant differences in the some chemical properties studied of mixtures such as the number of saponification and the iodine value. By conclusion, the mixing and interesterification of vegetable oils with different of physical and chemical properties lead to obtaining lipids with new physical properties that could be used in various food processing.

Keywords: Chemical Interesterification, Vegetable oils, Slip Melting Point, SFI%, Margarine.