تأثير المعالجات الحرارية في نسبة الأحماض الدسمة لسمك القجاج المحلي في ساحل اللاذقية

د. أنور الحاج علي*
د. مفيد ياسين**
رهف حسَّان عاقل***

(تاريخ الإيداع 22 / 9 / 2020. قُبِل للنشر في 20 / 12 / 2020)

ملخّص

دُرِسَ تأثير المعالجات الحرارية المختلفة (القلي بزيت عباد الشمس، الشواء على الفحم، الشواء في الفرن) على نوعية ونسب الأحماض الدسمة لسمك القجاج في ساحل اللاذقية وخاصة الحمضين الدسمين Docosahexaenoic acid (DHA) و Eicosapentaenoic acid (EPA) باستخدام تقنية الكروماتوغرافيا الغازية GC-FID. أجريت التحاليل في مخابر كلية الزراعة في جامعة دمشق وكلية الصيدلة في جامعة تشرين من عام 2019 وحتى 2020، كما حددت نسبة الرطوبة والدسم على أساس الوزن الجاف في العينات المدروسة. بينت النتائج وجود فروق معنوية في نسب الحمضين الدسمين EPA و DHA ما بين طرق المعالجات المختلفة عند مستوى ثقة $(p.value < 0.05)$. كان متوسط نسبة EPA و DHA في سمك القجاج الشاهد مقدرة بـ غ/100غ من إسترات الميتيل للأحماض الدسمة 2.71 و11.23 على التوالي. أبدت عملية القلي انخفاضاً ملحوظا في نسبة هذين الحمضين الدسمين حيث كانت 1.1 و1.38 غ/100غ على التوالي، بينما ترافقت بارتفاع ملحوظ في نسبة الحمض الدسم C18:2n-6 ليصل إلى 52.76 غ/100غ مقارنة مع 3.02 غ/100غ من إسترات الميتيل للأحماض الدسمة لعينات الشاهد وقد عزي الأمر لامتصاص زيت عباد الشمس من قبل العينات أثناء القلي. أما نسب الحمضين الدسمين EPA و DHA في العينات المشوية على الفحم كانت 5.32 و3.85 غ/100غ من إسترات الميتيل للأحماض الدسمة مع وجود انخفاض ملحوظ في نسبة الحمض الدسم DHA مقارنة مع عينات الشاهد. كما لوحظ عدم وجود فروق معنوية بنسبة الحمض الدسم DHA ما بين عينات الشاهد والمشوي بالفرن وقد حافظت عملية الشواء بالفرن على أعلى نسبة من الحمضين الدسمين EPA و DHA مقارنة ببقية الطرق بمتوسط قدره 6.77 و10.5 غ/100غ من إسترات الميتيل للأحماض الدسمة مما أكد على كون هذه الطريقة الأفضل من بين طرق المعالجة الحرارية لسمك القجاج المحلي.

الكلمات المفتاحية: المعالجات الحرارية، سمك القجاج، تركيب الأحماض الدسمة، GC–FID، Docosahexaenoic acid (DHA)، Eicosapentaenoic acid (EPA).

* أستاذ – قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، دمشق، سورية. البريد الالكتروني: anwaralhajali8@gmail.com
** أستاذ – قسم الكيمياء التحليلية والغذائية، كلية الصيدلة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.
البريد الالكتروني: moufidy@tishreen.edu.sy
*** طالبة دراسات عليا (ماجستير) – قسم الكيمياء التحليلية والغذائية، كلية الصيدلة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.
البريد الالكتروني: ph.rahaf.aakel@gmail.com

Effects of Thermal Processing on Fatty Acids Profile of Wild Sea Bream (*Sparus Aurata)* from Latakia Coast

Dr. Anwar Al-haj Ali[*]
Dr. Moufid Yassin[**]
Rahaf Hassan Akel[***]

(Received 22 / 9 / 2020. Accepted 20 / 12 / 2020)

□ ABSTRACT □

The effects of thermal processing (deep frying in Sunflower oil, grilling, roasting) on the fatty acids profile especially Docosahexaenoic acid (DHA) and Eicosapentaenoic acid (EPA) of wild Sea Bream (*Sparus Aurata*) from Latakia coast, were studied using Gas Chromatography Technique (GC). Analysis was performed at laboratories of faculty of Agricultural Engineering at Damascus University and faculty of Pharmacy at Tishreen University from 2019 to 2020. Moisture and total fat content on the base of dry matter were determined in all sample treatments. The results revealed significant differences in both EPA and DHA fatty acid values between heat treatment methods $(p.value < 0.05)$. The average of EPA and DHA estimated by g/100g of fatty acids methyl esters (FAMEs) in control samples were 2.71 and 11.23, respectively. Frying revealed a remarkable decrease in these two fatty acids values, as they were 1.1 and 1.38 g/100g of FAMEs, respectively, while it was accompanied by a significant increase in the percentage of C18:2n-6 fatty acid, reaching 52.76 compared with 3.02 g/100g of FAMEs for the control samples, this remarkable increase was attributed to the absorption of sunflower oil by the samples during frying. However, the percentages of EPA and DHA in grilling were 5.32 and 3.85 g/100g of FAMEs respectively, with a significant decrease in the percentage of DHA compared with the control samples. No significant differences were noticed in DHA percentage between control and roasted samples at the same time roasting kept the highest levels of EPA and DHA with average of 6.77 and 10.5 g/ 100g of fatty acids methyl esters, respectively. As a result it was the best among all applied heat treatment.

Keywords: thermal processing, Sea Bream (*Sparus Aurata)*, Fatty acids profile, GC-FID, Docosahexaenoic acid (DHA), Eicosapentaenoic acid (EPA).

[*] **Professor - Food Sciences Department, Faculty of Agriculture Engineering, Damascus University, Damascus, Syria. E-mail: anwaralhajali8@gmail.com**
[**] **Professor - Analytical and Food Chemistry Department, Faculty of Pharmacy, Tishreen University, Lattakia, Syria. E-mail: moufidy@tishreen.edu.sy**
[***] **Postgraduate Student (MA) - Analytical and Food Chemistry Department, Faculty of Pharmacy, Tishreen University, Lattakia, Syria. E-mail: ph.rahaf.aakel@gmail.com**

مقدمة:

تلعب الأسماك ومنتجات الصيد دوراً هاماً في كل من الغذاء والأمن الغذائي حول العالم، حيث تعدّ الأسماك عنصراً أساسياً في النظام الغذائي الصحي ليس فقط بسبب احتوائها على البروتينات عالية القيمة ولكن لكونها مصدراً فريداً للمغذيات الدقيقة micronutrients والأحماض الدسمة طويلة السلسلة خاصة الأحماض الدسمة Omega3 (Toppe, 2020).

يقدر امتداد الساحل السوري بحوالي 183 كم على سواحل البحر الأبيض المتوسط بحسب آخر موجز قطري أصدرته منظمة الأغذية والزراعة العالمية في آذار من عام 2019، كما تحوي سوريا على نهري العاصي والفرات وعدد أقل من المسطحات المائية الداخلية. لا تزال سوريا تعتمد على الواردات في تلبية معظم احتياجاتها من استهلاك الأسماك، وقد قدر متوسط استهلاك الفرد السوري من الأسماك في عام 2016 بحوالي 1.5 كغ (FAO, 2019) .

تم إيلاء الأسماك اهتماما متزايداً كونها تعد مصدراً لا غنى عنه للأحماض الدسمة طويلة السلسة وبشكل أساسي الحمضين الدسمين متعددي عدم الإشباع من النمط أوميغا3: Eicosapentaenoic Acid (EPA) و Docosahexaenoic Acid (DHA) (Toppe, 2020). تم العثور على مصادر بديلة للأحماض الدسمة أوميغا3 في بعض الأغذية تمثلت بالحمض الدسم Alpha Linolenic Acid (ALA) والذي من الممكن أن يحول ضمن الجسم إلى الحمض الدسم EPA، ثم إلى DHA، تحصل عملية التحويل هذه في الكبد؛ إلا أنها محدودة للغاية مع معدلات تقل عن 15% (Coates *et al.*,2010) (Nesheim *et al.*,2015).

بناء على ذلك أوصت منظَّمة الصّحّة العالميَّة بتناول حصَّتين من الأسماك الدّهنيَّة على الأقلّ في الأسبوع، كونها تعدُّ مصدراً غنيَّاً بالأحماض الدَّسمة مُتعَدّدة عدمِ الإشباع EPA,DHA (KRIS-Etherton *et al*, 2009).

يَتمَثَّل الدَّور الرَّئيسيّ للحمض الدَّسم EPA بالمساهمةِ في اصطناعِ مركَّباتٍ كيميائيَّة تُدعى بالإيكُوزانوئيدات eicosanoids والَّتي تلعبُ دوراً هامَّاً في خفض الحالةِ الالتهابيَّةِ (Calder, 2010) (Martin, 2009). بينما يُشكِّلُ الحمضُ الدَّسِمُ DHA 8% من وزن الدِّماغ ويعدُّ ضروريَّاً من أجل تطوّر الدِّماغ ووظيفته (Innis, 2008). تساهم الأحماض الدسمة من نمط أوميغا 3 بتحسينِ الذَّاكرةِ عند كبارِ السِّنِّ وقد لوحظ أنَّ الأشخاصَ الَّذين يتناولون كميَّاتٍ أكبر من الأسماك الحاوية على نسبٍ مرتفعةٍ من أوميغا 3 يميلونَ إلى تباطُؤ الانحدار في وظائف الدِّماغ والمُترافق مع تقدُّم العمر أي أنها تساهم في الوقاية منَ الخرفِ (van Gelder *et al*, 2007) (Nilsson *et al*, 2012). كما تساهم في دعم القدرات العقليَّة حيث تعُمل على تقليل أعراض الاكتئابِ (Dinan *et al*, 2009)، والفصامِ والاضطراب ثنائيّ القطب وفي التقليل من خطر الإصاباتِ الذُّهانيَّة (النَّفسيَّة) لدى الأشخاص الَّذين يُعدُّون عرضة للإصابة بها (Amminger *et al*, 2010). وبذات الوقت فهي تعلب دوراً هاماً في دعمِ تطوُّرِ الدِّماغِ عندَ الرُّضَّعِ (Innis, 2008)، وفي إنقاصِ الوزنِ والتَّقليلِ من محيطِ الخصرِ (Hill *et al*, 2007). كما تسهم في زيادة الكثافة المعدنيَّة للعظم (Mangano *et al*, 2013)، وفي الوقاية من الرَّبوومن العديد من الأمراض الالتهابيَّة المزمنة. تقَلِّل الأحماض الدَّسمة Omega3 من أخطار الأمراض القلبيَّة الوعائيَّة من خلال سلسلة متداخلةٍ من ردود الفعل ولا تزال هذه النُّقطة قيد المناقشة مما يوحي بأنَّ هذه التفاعلات من المرجَّح أن تتوسَّطها مجموعةٌ كاملةٌ من العناصر الغذائيَّة الموجودة في الأسماك (Chowdhury *et al*, 2012).

يختلف محتوى الدسم والأحماض الدسمة بشكل عام اختلافاً كبيراً بين وداخل أنواع الأسماك المختلفة وذاك اعتماداً على عوامل حيوية وأُخرى غير حيوية كالموقع الجغرافي لأرض الصيد، الفصل، توافر الغذاء، حرارة المياه، درجة حموضة pH وملوحة المياه (Moradi *et al*, 2011)، وبحسب عمر السمك، حجم السمك، ومستوى النضج (Tufan *et al*, 2011) (Aidos *et al*,2002)، بالإضافة لذلك فإنه من المعروف أن توزع الدسم في الأسماك غير منتظم ويتفاوت بين مناطق جسم السمكة المختلفة (Moradi *et al*, 2011).

بيَّنتِ الدِّراساتُ العلميَّةُ أنَّ طرائق تحضير وتصنيع الأسماك تؤثّر في محتواها من الأحماض الدَّسمة الأساسيَّة ويتباين هذا التَّأثير باختلاف الطَّرائق المُستخدمة في التَّحضير من طبخٍ وسلقٍ وشواءٍ وقلي أو تعليب، وباعتبار الأسماك هي المصدر الغذائي الرئيسي للأحماض الدسمة الأساسية من بين مجمل المنتجات البحرية في النظام الغذائي لدى أغلب سكان سوريا كان لابد من دراسة تأثير المعالجات الحرارية المطبقة على هذه الأسماك أثناء عمليات الطهي المختلفة الأكثر شيوعاً في المطبخ السوري على قيمتها الغذائية وعلى نوعية الأحماض الدسمة المتواجدة فيها.

أهمية البحث وأهدافه:

أهمية البحث:

أثناء دراسة السوق لاختيار أنواع الأسماك التي ستكون محط اهتمام البحث لوحظ اصطياد سمك القجاج في منطقة الساحل السوري، كما لوحظ وجود العديد من الأبحاث حول تركيب الأحماض الدسمة لمختلف أنواع الأسماك والتي تعد من أهم الخطوات في استزراع الأسماك ودراسة قيمتها الغذائية، ونظراً لعدم توفُّر دراساتٍ حول تركيب الأحماض الدسمة لسمك القجاج المحلي تم التركيز في هذا البحث على دراسة تركيب الأحماض الدسمة لسمك القجاج الذي يتم اصطياده في سواحل مدينة اللاذقية، حيث تم تسليط الضوء على طرائق المعالجة الحرارية الأكثر شيوعاً في المطبخ السوري ودراسة مدى تأثير هذه الطرائق على نوعية وجودة وكمية الأحماض الدسمة المتوافرة ضمن وجبة السمك بعد كل من (القلي العميق بزيت عباد الشمس، الشواء على الفحم، الشواء في الفرن).

أهداف البحث:

1. تعيين نسبة الدّسم الكُليَّة وتحديد تركيب الأحماض الدسمة في سمك القجاج المصطاد من شاطئ مدينة اللاذقية.
2. دراسة تأثير القلي بالغمر في زيت عبَّاد الشَّمس والشّواء على الفحم وفي الفرن في فئات الأحماض الدَّسمة المختلفة.
3. مقارنة النَّتائج واختيار طريقة المعالجة الحرارية الأفضل صحيَّاً والّتي تحافظ على أكبر قيمةٍ غذائيَّةٍ من نوعيَّة الأحماض الدَّسمة المتواجدة في سمك القجاج السوري.

طرائق البحث ومواده:

- **جمع العينات:**

جُمِعت عينات أسماك القجاج المحلي بشكل عشوائي من أسواق مدينة اللاذقية في فترة الصيف من عام 2019 وحتى 2020 م، وبما يعادل 12 فرخ أي ثلاث فراخ لكل معاملة حيث تراوح وزن الفرخ الواحد ما بين 148 و258 غ. حفظت الأسماك في الثلج والماء لحين وصولها إلى قسم علوم الأغذية وحفظت في الدرجة 20°C- لحين التحليل.

الشكل (1): سمك القجاج السوري
Sea Bream (*Sparus Aurata*)

- **المواد والتجهيزات المستخدمة:**

استخدمت في الدراسة مجموعة من التجهيزات المخبرية المتوافرة في كل من مخابر كلية الزراعة قسم علوم الأغذية ومخابر الهيئة العامة للتقانة الحيوية قسم التقانات والصناعات الغذائية في جامعة دمشق وفي مخابر كلية الصيدلة في جامعة تشرين.

الجدول (1): التجهيزات المستخدمة في الدراسة

الجهاز	الطراز
جهاز الكروماتوغرافيا الغازية مع كاشف اللهب المتأين GC – FID	Shimadzu 1999 موديل GC17-AFW-
مثفلة Laboratory centrifuge	Universal 32R
محرك ميكانيكي (مازجة) Vortex	WiseMix VM-10
ميزان حساس ذوحساسية 0.0001 g	KERN ABS Max 220g / d=0.1 mg
حمام مائي Water bath ultrasound	GFL
مضخة آزوت Laboratory Nitrogen Generator	PEAK SCIENTIFIC
فرن Oven	(JSON – 100) JSR

الجدول (2): المواد والمحلات المستخدمة في الدراسة

المادة	الشركة
نظامي الهكسان n-Hexane عالي النقاوة	Sigma Aldrich
كلوروفورم Chloroform chemically pure	SURECHEM PRODUCTS LTD.
ميتانول Methanol HPLC GRADE	SURECHEM PRODUCTS LTD.
هيدروكسيد البوتاسيوم Potassium Hydroxide	BDH Limited Poole England
كبريتات الصوديوم اللامائية anhydrous sodium sulphate	Alpha Chemika
ورق ترشيح Filter papers (نوع الورق سللوز)	Filter papers (ZELPA 11.0 cm/ 13.0 cm)
عياري Sinopure Fish Oil – EPA , DHA (10/70EE)	Vita pharmaceutical

- **تحضير العينات**

- **تحضير عينات الشاهد:** تم طحن كل سمكة على حدى بشكل كامل حيث عزل كل من لحم وعضلات الأسماك والجلد عن العظم من كامل مناطق جسم السمكة ومن ثم تم التنعيم والمزج حتى التجانس.
- **تحضير عينات السمك المقلي:** تم قلي كل سمكة على حدى من دون أي إضافات من ملح أو غيره بطريقة القلي العميق بالغمر بزيت عباد الشمس باستخدام الغاز العادي مع ضبط درجة الحرارة من (150 – 170)°م، وبمدة زمنية قدرها 5– 7 دقائق حتى تمام النضج (Gladyshev *et al*, 2006).
- **تحضير عينات السمك المشوي في الفرن:** تم شوي الأسماك كل سمكة على حدى دون أي إضافات ومن دون تقطيع باستخدام فرن غاز منزلي (Wattar) ضمن وعاء معدني حسب الطريقة المنزلية حيث استمرت عملية الشواء لمدة 15 – 20 دقيقة بحسب وزن السمكة وبدرجة حرارة متوسطة 160 درجة مئوية وعزل اللحم عن العظم ونعمت الأجزاء ومزجت حتى التجانس.
- **تحضير عينات السمك المشوي على الفحم:** تم شوي الأسماك على جمر الفحم كل سمكة على حدى من دون تقطيع ودون أي إضافات باستخدام منقل شواء مع سكة معدنية تبعد عن الفحم بقدر كاف حتى تمام النضج. استغرقت عملية الشواء على الفحم مدة زمنية قدرها 15– 20 دقيقة وبدرجة حرارة تزيد عن 204.4°C كما هو موضح بالجدول (3).

الجدول (3): شروط المعالجات الحرارية المطبقة في الدراسة وفقا للدراسات المرجعية

المعالجة الحرارية	درجة الحرارة (درجة مئوية)	المدة الزمنية حتى تمام النضج (دقيقة)
القلي	150 حتى 170	5 – 7
الشواء بالفرن	160	15 –20
الشواء على الفحم	204.4<	15 –20

- **الطرق التحليلية المستخدمة:**

- **تحديد النسبة المئوية للرطوبة والدسم للعينات**

حددت النسبة المئوية للرطوبة بالتجفيف بالفرن وفق طريقة (AOAC, 2000) حيث تؤخذ النسبة المئوية للرطوبة بعين الاعتبار أثناء عملية استخلاص الدسم (Bligh and Dayer, 1959) المطبقة في بحثنا، من ثم استخلص الدسم من الأسماك وفق طريقة Bligh and Dayer 1959 والمعدلة من قبل Hanson and Olley 1963 مع استخدام نسب المحلات الموضحة بالجدول (4) لإتمام عملية الاستخلاص وبوزن حوالي 10غ للعينة وتطبيق ثلاث مكررات لكل عينة (Ozogul *et al*, 2012).

الجدول (4): نسب المحلات المستخدمة في استخلاص الدسم

ماء مقطر (مل)	ميتانول (مل)	كلوروفورم (مل)
2 : 2 : 1.8		
36 (مع أخذ الرطوبة بعين الاعتبار)	40	40

- **أسترة الزيت المستخلص من عينات الأسماك**

أستر الزيت الناتج وفق طريقة (Ichihara *et al*, 1996) حيث وزن 20 ملغ من الزيت الناتج عن الاستخلاص ضمن أنبوب زجاجي مزود بغطاء من ثم أذيب في محل نظامي الهكسان n-Hexane، وأستر بـ 2M methanolic KOH (MeOH / KOH) للحصول على ميتوكسيد البوتاسيوم potassium methoxide وجفف باستخدام كبريتات الصوديوم اللامائية وبعد انفصال الطبقيتين حقن1ميكروليتر من طبقة الهكسان بجهاز الكروماتوغرافيا الغازية GC-FID (Ozogul *et al*, 2012).

- **تحديد فئات الأحماض الدسمة باستخدام تقنية الكروماتوغرافيا الغازية**

حددت نسب الأحماض الدسمة الكلية لعينات دسم السمك بواسطة جهاز الكروماتوغرافيا الغازية GC17-AFW-موديل Shimadzu 1999 المزود بنظام حقن Split\Splitless وبوجود وليجة زجاجية glass insert وكاشف التأين باللهب FID، وجهاز توليد الهيدروجين بنقاوة 990999 (Shimadzu-OPGU-2200S)، ومضخة هواء، وجهاز توليد النيتروجين (الطور الحامل) بنقاوة 990999 (PEAK-series 600A)، وحاسب مع برنامج إخراج البيانات والمسمى CLASS-GC10. واستخدم في التحليل عمود شعري ماركة Teknokroma إسباني المنشأ يحمل الرمز TR-140533 والرقم التسلسلي M2056295، طول العمود 30 متر وقطره 0.25mm مطلي بطور ثابت من نوع TRB-WAX. وحرارة الفرن وفق النظام الحراري المبرمج، 70 درجة ترفع إلى 200 درجة مئوية بمعدل 1 درجة مئوية/الدقيقة (1C/min) لمدة 35 دقيقة. ضبطت حرارة الحاقن والمتحري (الكاشف) على 250°C و260°C على التوالي. كان حجم العينة المحقونة 1µl بينما كان الغاز الحامل النتروجين بتدفق 1.0، كما كان معدل التجزئة split 1:50 (AOAC 2000). طبقت ثلاث مكررات لكل عينة وحددت الأحماض الدسمة بالمقارنة مع زمن الاحتباس المعياري لمزيج FAME من شركة Supelco مع حقن محلول قياسي من EPA وDHA (Sinopure Fish Oil – 10/70EE) صيني المنشأ مستورد لصالح شركة Vita Pharmaceutical.

- **الدراسة الإحصائية**

تمت الاستفادة من برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية SPSS-25 في تحليل البيانات التي جمعت حيث درست الفروق الإحصائية لنسب الحمضين الدسمين C20:5n-3 EPA وC22:6n-3 DHA في سمك القجاج السوري قبل وبعد المعالجات الحرارية. طبق اختبار تحليل التباين الأحادي One way ANOVA، ودرست الاحصاءات الوصفية للنسب المختلفة باختلاف طريقة المعاملة الحرارية إضافة إلى إحصائية فيشر (F) ودلالتها الإحصائية للكشف عن هذه الفروق الإحصائية إن وجدت.

النتائج والمناقشة:

- **نتائج الرطوبة والدسم:**

يبين الجدول (5) النسبة المئوية للرطوبة والدسم في العينات المدروسة حيث يلاحظ بأن النسبة المئوية للدسم على أساس الوزن الجاف في عينات سمك القجاج الشاهد والمقلي بزيت عباد الشمس والمشوي على الفحم والمشوي بالفرن بلغت 2.94، و23.50، و17.27، و17.01% على التوالي، حيث لوحظ وجود فروق معنوية ما بين المعاملات المختلفة مقارنة مع الشاهد عند مستوى ثقه 5%. ترافقت عملية القلي مع أعلى نسبة من الدسم ويعزى الأمر إلى

امتصاص الزيت أثناء القلي العميق بزيت عباد الشمس، وعند مقارنة نسبة الدسم في عينات القجاج المشوي على الفرن والمشوي على الفحم مع نسبة الدسم في عينات الشاهد لوحظ ازديادها بعد المعالجة الحرارية حيث عزي الأمر إلى خسارة الرطوبة نتيجة للتعرض للحرارة وقد توافقت هذه النتائج مع دراسة أجراها الباحث weber وزملاءه على شرائح سمك السلور الفضي (*Rhamdia quelen*) حيث لوحظ أن عملية الشواء بالفرن خفضت نسبة الرطوبة في شرائح السمك وقد ترافق هذا الانخفاض مع ازدياد نسبة كل من الدسم والبروتين في العينات المدروسة (Weber *et al.*, 2008)، كما بينت دراسة أجراها (Bakar et al., 2008) أن عملية الشواء على الفحم زادت نسبة الدسم في عينات سمك الماكريل (*Scomberomorous guttatus*) مقارنة مع عينات الشاهد. لوحظت أعلى نسبة للرطوبة في سمك القجاج الشاهد حيث انخفضت في المشوي على الفحم بنسبة تزيد عن انخفاضها بنتيجة الشواء في الفرن بينما كانت الأقل بعد عملية القلي وقد توافقت نتائجنا مع دراسة (Moradi *et al*, 2011).

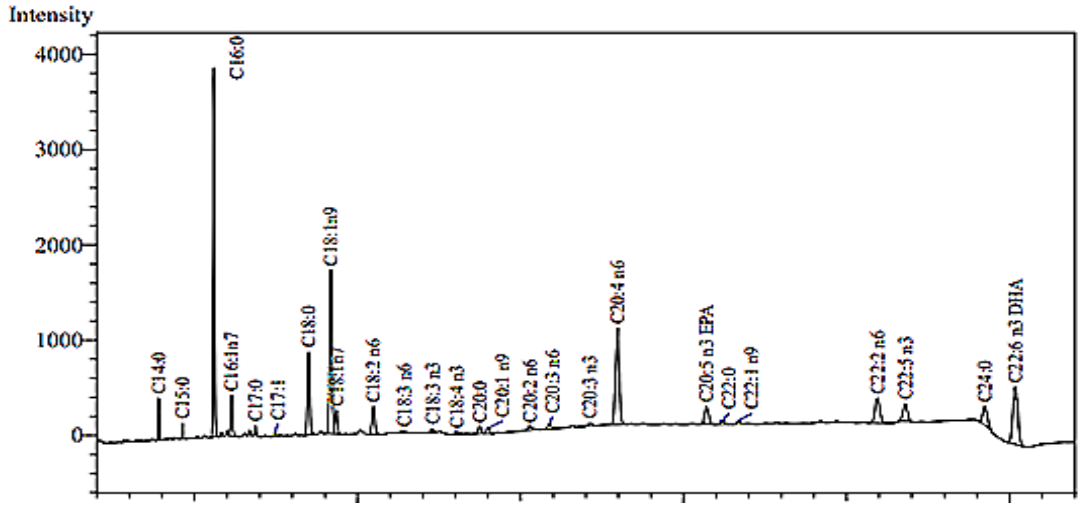
الجدول (5): النسبة المئوية للرطوبة والدسم في العينات المدروسة

عينات سمك القجاج	الدسم (%)	الرطوبة (%)
الشاهد	2.94 (0.19)	76.22 (2.12)
المقلي بزيت عباد الشمس	23.50 (0.28)	63.84 (2.02)
المشوي على الفحم	17.27 (0.39)	64.34 (1.42)
المشوي في الفرن	17.01 (0.25)	67.06 (0.94)

- القيمة تمثل متوسط ثلاث مكررات(الانحراف المعياري)

تحديد نوعية وكمية الأحماض الدسمة في سمك القجاج السوري المحلي لعينات الشاهد

يبين الجدول (6) متوسط نسب الأحماض الدسمة في عينات أسماك القجاج الشاهد المحلي حيث يلاحظ وجود مجموعة متنوعة ومهمة من الأحماض الدسمة بلغ تعدادها 26 حمضاً دسماً كان أهمها EPA و DHA حيث كان متوسط نسبة هذين الحمضين مقدراً بـ غ/100غ من الأحماض الدسمة 2.71 و11.23 على التوالي، كما يوضح الشكل (2) كروماتوغرام الأحماض الدسمة لسمك القجاج المحلي.



الشكل (2): كروماتوغرام الأحماض الدسمة لسمك القجاج المحلي (الشاهد)

الجدول (6): متوسط نسب الأحماض الدسمة في عينات أسماك القجاج الشاهد

الرقم	رمز الحمض الدسم	اسم الحمض الدسم	المتوسط (الانحراف المعياري)
1	C14:0	Myristic A.	1.67 (0.03)
2	C15:0	Pentadecanoic A.	0.73 (0.004)
3	C16:0	Palmitic A.	21.05 (0.27)
4	C16:1n-7	Palmitoleic A.	2.72 (0.05)
5	C17:0	Margaric A.	0.67 (0.16)
6	C17:1	Cis 10-heptadecenoic A.	0.30 (0.02)
7	C18:0	Stearic A.	7.20 (0.20)
8	C18:1n-9	Oleic A.	15.79 (0.13)
9	C18:1n-7	Vaccenic A.	2.22 (0.08)
10	C18:2n-6 (LA)	Linoleic A.	3.02 (0.13)
11	C18:3n-6	γ-Linolenic A.	0.23 (0.05)
12	C18:3n-3 (ALA)	α-Linolenic A.	0.40 (0.03)
13	C18:4n-3 (SA)	Stearidonic acid	0.32 (0.02)
14	C20:0	Arachidic A.	0.89 (0.02)
15	C20:1n-9	Eicosenoic A.	0.65 (0.04)
16	C20:2n-6	Eicosadienoic A.	0.71 (0.16)
17	C20:3n-6	Dihomo-γ- Linolenic A.	0.67 (0.04)
18	C20:3n-3	Eicosatrienoic A.	0.41 (0.10)
19	C20:4n-6	Arahidonic A.	13.93 (0.42)
20	C20:5n-3 (EPA)	Eicosapentaenoic A.	2.71 (0.09)
21	C22:0	Behenic A.	0.61 (0.12)
22	C22:1n-9	Erucic A.	0.48 (0.07)
23	C22:2n-6	Docosadienoic A.	4.68 (0.20)
24	C22:5n-3	Docosapentaenoic A.	3.06 (0.10)
25	C24:0	Lignoceric A.	3.64 (0.29)
26	C22:6n-3 (DHA)	Docosahexaenoic A.	0.31) 11.23

– القيمة تمثل متوسط ثلاث مكررات (الانحراف المعياري) مقدرة بـ غ/100غ من إسترات الميتيل للأحماض الدسمة

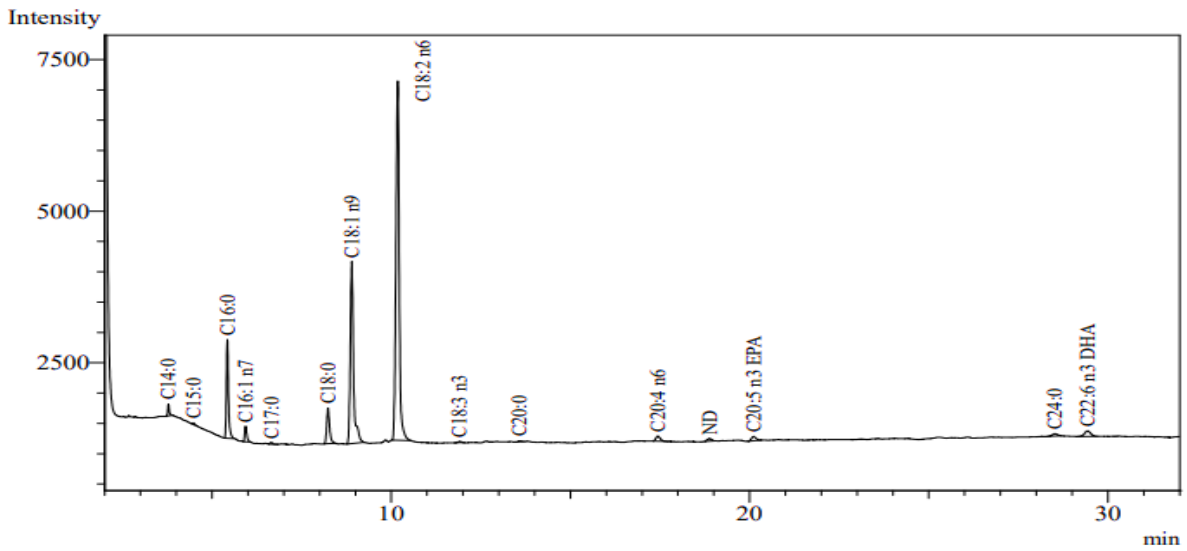
- **تأثير المعالجات الحرارية على نوعية الأحماض الدسمة لسمك القجاج المحلي**

يمثل الجدول (7) تركيب الأحماض الدسمة لعينات القجاج بعد المعالجات الحرارية المختلفة حيث يوضح ظهور حمض دسم جديد غير معروف نتيجة عملية القلي وقد كان بنسبة 0.66 غ/100غ من إسترات الميتيل للأحماض الدسمة والذي لم يظهر بأي من المعالجات الحرارية الأخرى، بالإضافة إلى اختفاء كل من الأحماض الدسمة C17:1، C18:1n-7، C18:3n-6، C18:4n-3، C20:1n-9، C20:2n-6، C20:3n-6، C20:3n-3، C22:0، C22:1n-9، C22:2n-6، وC22:5n-3. بينما حافظت كل من عمليتي الشواء على الفحم والشواء بالفرن على الأحماض الدسمة الموجودة في عينات الشاهد باستثناء الحمض الدسم C22:1n-9 والذي لوحظ اختفاؤه بعد كل من المعالجتين ولم يتم التعرف على أي قمم جديده لم تظهر في عينة الشاهد، وقد تم توضيح كروماتوغرامات الأحماض الدسمة للعينات بعد المعالجات الحرارية في الأشكال (3) و(4) و(5).

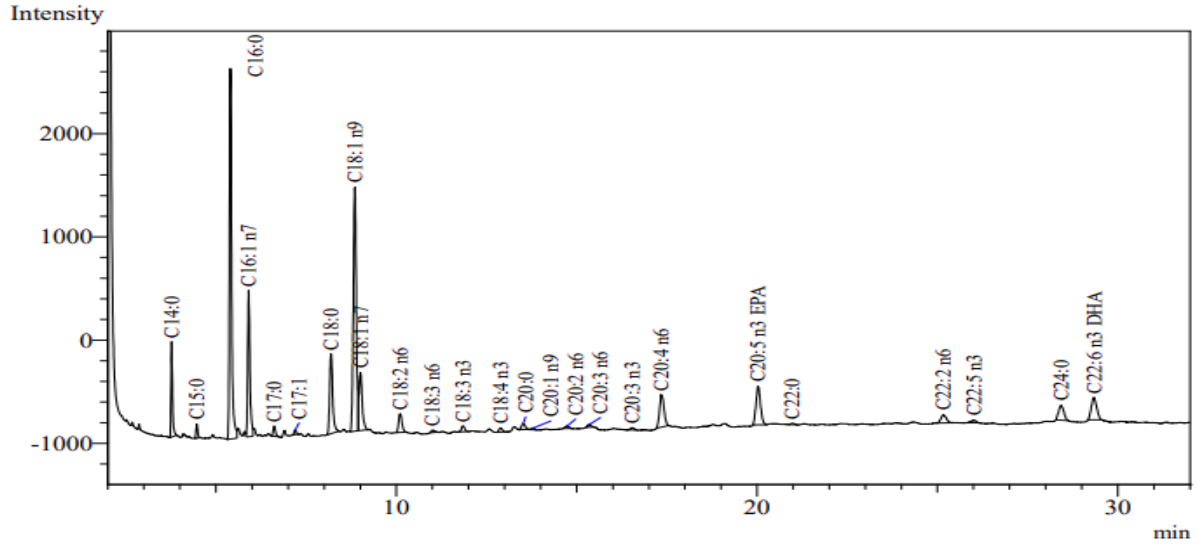
الجدول (7): تأثير المعالجات الحرارية المختلفة على نسب ونوعية الأحماض الدسمة في سمك القجاج المحلي

الرقم	الحمض الدسم	الاسم العلمي	القلي بزيت عباد الشمس	الشواء على الفحم	الشواء في الفرن
1	C14:0	Myristic A.	0.74 (0.06)	4.40 (0.07)	1.97 (0.01)
2	C15:0	Pentadecanoic A.	0.12 (0.02)	0.69 (0.05)	0.34 (0.03)
3	C16:0	Palmitic A.	9.02 (0.01)	23.93 (0.72)	17.66 (0.87)
4	C16:1n-7	Palmitoleic A.	1.46 (0.02)	9.62 (0.73)	6.88 (0.36)
5	C17:0	Margaric A.	0.15 (0.01)	0.70 (0.06)	0.35 (0.03)
6	C17:1	Cis 10-heptadecenoic A.	-	0.28 (0.01)	0.17 (0.02)
7	C18:0	Stearic A.	4.67 (0.10)	7.55 (0.24)	7.57 (0.09)
8	C18:1n-9	Oleic A.	26.08 (0.19)	22.80 (0.74)	20.88 (0.06)
9	C18:1n-7	Vaccenic A.	-	5.58 (0.26)	6.90 (0.03)
10	C18:2n-6 (LA)	Linoleic A.	52.76 (0.32)	2.86 (0.91)	2.33 (0.07)
11	C18:3n-6	γ-Linolenic A.	-	0.33 (0.12)	0.19 (0.001)
12	C18:3n-3(ALA)	α-Linolenic A.	0.16 (0.05)	0.65 (0.07)	0.33 (0.03)
13	C18:4n-3	Stearidonic acid	-	0.32 (0.12)	0.28 (0.01)
14	C20:0	Arachidic A.	0.16 (0.08)	0.53 (0.20)	0.88 (0.01)
15	C20:1n-9	Eicosenoic A.	-	0.25 (0.09)	0.61 (0.04)
16	C20:2n-6	Eicosadienoic A.	-	0.31 (0.09)	0.77 (0.04)
17	C20:3n-6	Dihomo- γ -Linolenic A.	-	0.24 (0.09)	0.49 (0.03)
18	C20:3n-3	Eicosatrienoic A.	-	0.33 (0.07)	0.27 (0.004)
19	C20:4n-6	Arahidonic A.	1.04 (0.08)	4.35 (0.14)	3.96 (0.10)
02	C20:5n-3 (EPA)	Eicosapentaenoic A.	1.07 (0.24)	5.32 (0.12)	6.77 (0.26)
21	C22:0	Behenic A.	-	0.19 (0.04)	0.88 (0.08)
22	C22:1n-9	Erucic A.	-	-	-
23	C22:2n-6	Docosadienoic A.	-	1.42 (0.08)	2.61 (0.07)
24	C22:5n-3	Docosapentaenoic A.	-	0.62 (0.17)	0.94 (0.01)
25	C24:0	Lignoceric A.	0.54 (0.09)	2.89 (0.45)	5.48 (0.08)
26	C22:6n-3 (DHA)	Docosahexaenoic A.	1.38 (0.11)	3.85 (0.32)	10.50 (0.58)

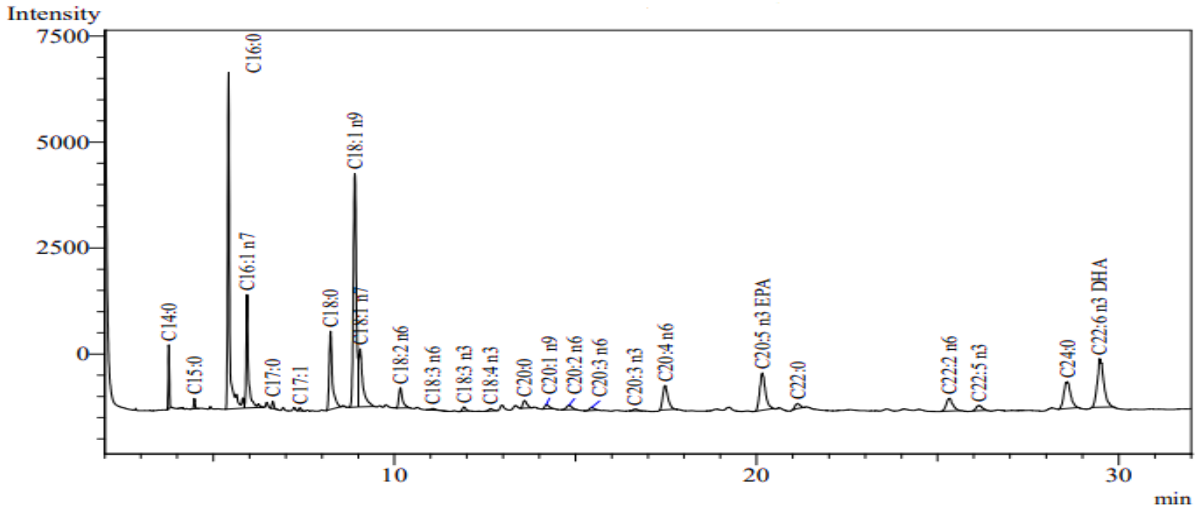
– القيمة تمثل متوسط ثلاث مكررات (الانحراف المعياري) مقدرة بـ غ/100غ من إسترات الميتيل للأحماض الدسمة



الشكل (3): كروماتوغرام الأحماض الدسمة لسمك القجاج المحلي المقلي بزيت عباد الشمس



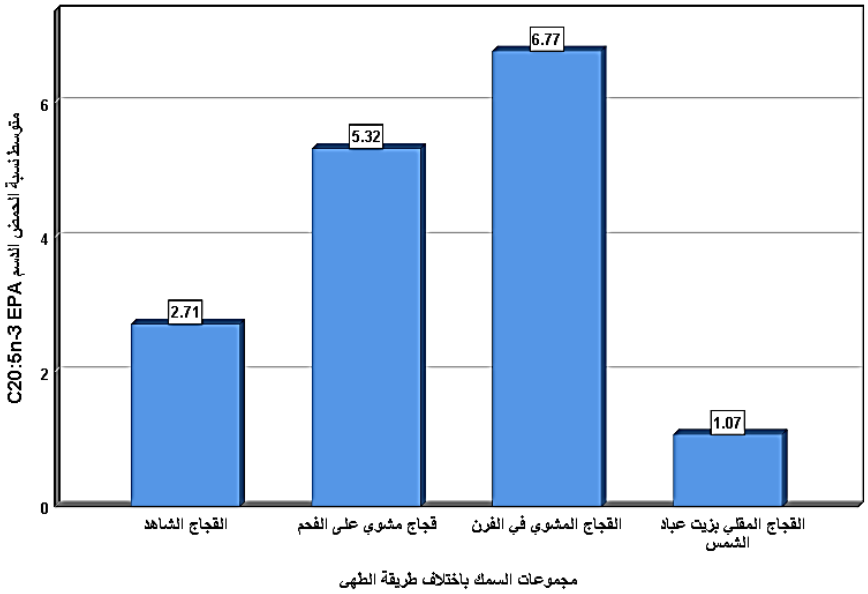
الشكل (4): كروماتوغرام الأحماض الدسمة لسمك القجاج المحلي المشوي على الفحم



الشكل (5): كروماتوغرام الأحماض الدسمة لسمك القجاج المحلي المشوي في الفرن

- **تأثير المعالجات الحرارية على نسبة الحمض الدسم(Eicosapentaenoic Acid (EPA**

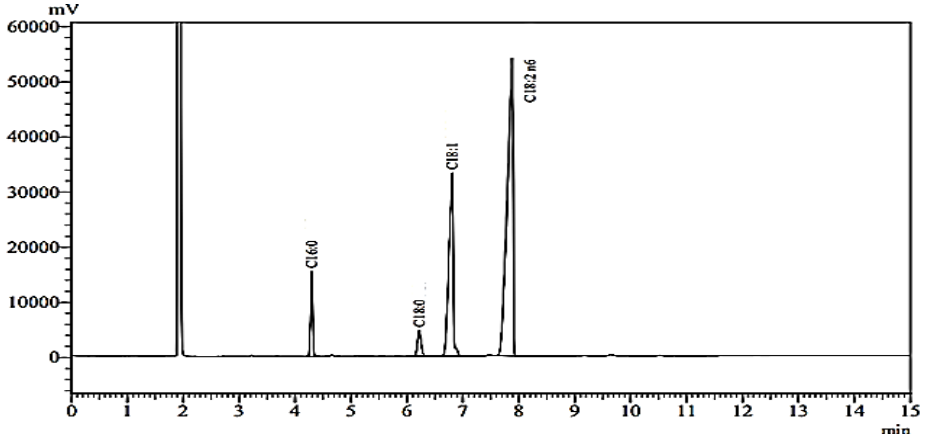
بينت الدراسة المنجزة وجود فروق ذات دلالة إحصائية (معنوية) ظهرت بشكل واضح في متوسط نسبة الحمض الدسم EPA بين مجموعة سمك القجاج الشاهد وكل من مجموعة سمك القجاج المقلي بزيت عباد الشمس ومجموعة السمك المشوي على الفحم ومجموعة السمك المشوي في الفرن حيث $(p.value = 0.000 < 0.05)$ لكل مقارنة ثنائية حيث تم توضيح متوسط نسبة الحمض الدسم EPA في عينات الشاهد مقارنة بالعينات التي خضعت للمعالجات الحرارية بالشكل (6).



الشكل (6): مخطط بياني يوضح متوسط الحمض الدسم EPA قبل وبعد المعالجات الحرارية

كانت الفروق كما يلي: فرق بقيمة (1.64) لصالح متوسط نسبة الحمض C20:5n-3 EPA لمجموعة سمك القجاج الشاهد مقابل مجموعة سمك القجاج المقلي بزيت عباد الشمس (0.09 ± 2.71 مقابل 0.24 ± 1.07)، وفرق بقيمة (2.61) لصالح متوسط نسبة الحمض C20:5n-3 EPA لمجموعة السمك المشوي على الفحم مقابل مجموعة سمك القجاج الشاهد (0.12 ± 5.32 مقابل 0.09 ± 2.71)، وفرق بقيمة (4.06) لصالح متوسط نسبة الحمض C20:5n-3 EPA لمجموعة السمك المشوي على الفرن مقابل مجموعة سمك القجاج الشاهد (0.26 ± 6.77 مقابل 0.09 ± 2.71).

يعزى الانخفاض بنسبة الحمض الدسم C20:5n-3 EPA بعد عملية القلي إلى عدة أسباب أهمها امتصاص زيت عباد الشمس من قبل العينات المقلية والذي سيؤثر بدوره بشكل ملحوظ على تركيب الأحماض الدسمة ونسبها، حيث ترافقت عملية القلي بازدياد كبير لنسبة الحمض الدسم C18:2n-6 والتي وصلت إلى 52.76 غ/100غ من الأحماض الدسمة في عينات السمك المقلي مقارنة بنسبة 3.02، و2.86، و2.33 في كل من سمك القجاج الشاهد والمشوي على الفحم والمشوي في الفرن على التوالي وهذا أمر بديهي باعتباره الحمض الدسم السائد في زيت عباد الشمس حيث يتواجد بنسبة تعادل تقريبا 62.5 غ/ 100غ من الأحماض الدسمة الداخلة في تركيبه حيث تم توضيح تركيب الأحماض الدسمة لزيت عباد الشمس في الشكل (7)، كما توافقت نتائج هذه الدراسة مع الأبحاث السابقة حول قلي الأسماك والتي توضح ترافق عملية القلي بتغيرات أكبر في دسم الأسماك مقارنة ببقية طرق المعالجة الحرارية، حيث يختلف تأثير عملية القلي باختلاف تركيب الأحماض الدسمة الخاص بكل نوع من الأسماك، بالإضافة إلى نوع زيت القلي المستخدم وباختلاف نمط القلي (سطحي أو عميق)، كما أنها تؤدي لخسارة أكبر في كل من EPA وDHA مقارنة مع بقية طرق المعالجة الحرارية (Moradi *et al*, 2011).



الشكل (7): كروماتوغرام الأحماض الدسمة لزيت عباد الشمس

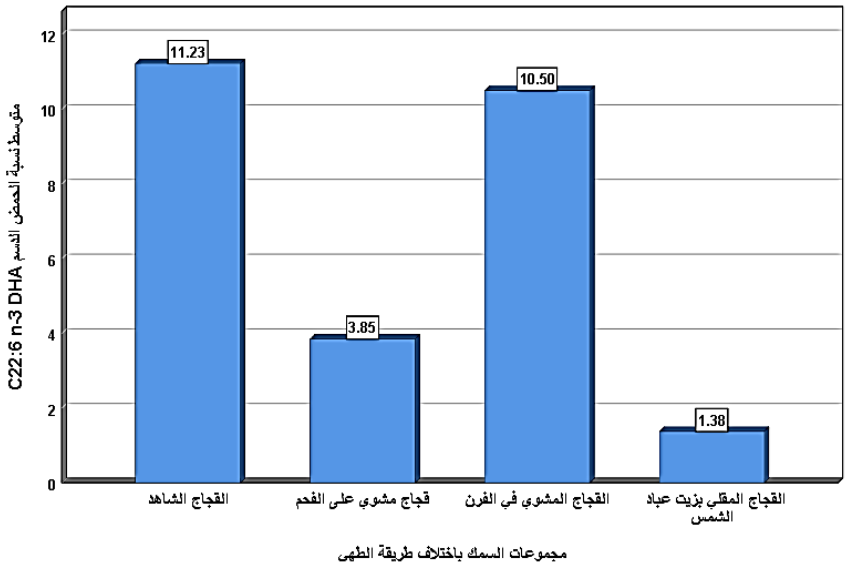
وبذات الوقت عزيت الزيادة بنسبة الحمض الدسم EPA في كل من عمليتي الشواء على الفحم والشواء في الفرن إلى خسارة الرطوبة من العينات المعالجة مقارنة بعينة الشاهد بالإضافة إلى التغيرات التي حصلت ببقية الأحماض الدسمة التي تم التعرف عليها ومنها اختفاء الحمض الدسم C22:1n-9 بعد كل من عمليتي الشواء على الفحم والشواء بالفرن والتي تعد أقل بالمقارنة مع التغيرات المترافقة مع عملية القلي بزيت عباد الشمس.

كما تبين وجود فروق ذات دلالة إحصائية (معنوية) ظهرت بشكل واضح في متوسط نسبة الحمض الدسم EPA بين مجموعة السمك المشوي على الفحم ومجموعة المشوي في الفرن حيث $(p.value = 0.000 < 0.05)$

حيث كان هذا الفرق بقيمة (1.45) لصالح متوسط نسبة الحمض C20:5n-3 EPA لمجموعة السمك المشوي بالفرن مقابل مجموعة سمك القجاج المشوي على الفحم (6.77 ± 0.26 مقابل 5.32 ± 0.12). أي أن عملية الشواء بالفرن حافظت على أعلى نسبة من الحمض الدسم EPA بالنسبة إلى بقية الأحماض الدسمة وذلك بالمقارنة مع بقية طرق المعالجة الحرارية بالمجمل، تلتها عملية الشواء على الفحم ويعزى هذا الأمر إلى عدم حصول تماس مباشر مع الأوكسجين الجوي أثناء الشواء بالفرن إضافة إلى انخفاض درجة حرارة عملية الشواء بالفرن المطبقة ببحثنا مقارنة مع عملية الشواء على الفحم.

- **تأثير المعالجات الحرارية على نسبة الحمض الدسم Docosahexaenoic acid (DHA)**

أبدت الدراسة وجود فروق ذات دلالة إحصائية (معنوية) ظهرت بشكل واضح في متوسط نسبة الحمض الدسم C22:6 n-3 DHA بين مجموعة سمك القجاج الشاهد وكل من مجموعة السمك المشوي على الفحم ومجموعة السمك المقلي بزيت عباد الشمس $(p.value = 0.000 < 0.05)$ لكل مقارنة ثنائية، حيث تم توضيح متوسط نسبة الحمض الدسم DHA في عينات الشاهد مقارنة بالعينات التي خضعت للمعالجات الحرارية بالشكل (8).



الشكل (8): مخطط بياني يوضح متوسط الحمض الدسم DHA قبل وبعد المعالجات الحرارية

كانت الفروق كما يلي: فرق كان بقيمة (9.85) لصالح متوسط نسبة الحمض C22:6 n-3 DHA لمجموعة سمك القجاج الشاهد مقابل مجموعة السمك المقلي بزيت عباد الشمس (11.23 ∓ 0.31 مقابل 1.38 ∓ 0.11). مما يؤكد على ما ورد ذكره سابقاً في هذا المقال عن التأثيرات الكبيرة لعملية القلي على جودة الأسماك وعلى قيمتها التغذوية. بينما لوحظ فرق بقيمة (7.38) لصالح متوسط نسبة الحمض C22:6 n-3 DHA لمجموعة سمك القجاج الشاهد مقابل مجموعة سمك القجاج المشوي على الفحم (11.23 ∓ 0.31 مقابل 3.85 ∓ 0.32).

وبنفس الوقت لم يلاحظ وجود أي فروق ذات دلالة إحصائية (معنوية) في متوسط نسبة الحمض الدسم DHA بين مجموعة سمك القجاج الشاهد ومجموعة السمك المشوي في الفرن $(p.value = 0.558 > 0.05)$، مما يؤكد على أن عملية الشواء بالفرن كانت الأكثر حفاظاً على نسبة الحمض الدسم DHA بالنسبة لبقية المعالجات الحرارية. وعند مقارنة تأثير المعالجات الحرارية على نسبة الحمض الدسم DHA مثنى مثنى لوحظ وجود فرق معنوي بقيمة (6.65) لصالح متوسط نسبة الحمض C22:6 n-3 DHA لمجموعة السمك المشوي في الفرن مقابل مجموعة السمك القجاج المشوي على الفحم (10.5 ∓ 0.58 مقابل 3.85 ∓ 0.32).

بناء على ما سبق تبين أن عملية الشواء بالفرن كانت الأكثر حفاظاً على الحمض الدسم DHA مقارنة ببقية طرق المعالجة الحرارية ويعزى الأمر كما ذكرنا سابقا إلى عدم تعرض الأسماك للأوكسجين الجوي المباشر أثناء عملية الطهي بالإضافة إلى درجات الحرارة المنخفضة نسبيا بالمقارنة مع بقية طرق المعالجة.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1. بينت النتائج أن سمك القجاج السوري يحتوي على 26 حمض دسم ومن أهمها الحمضين الدسمين EPA و DHA.

2. أدت المعالجات الحرارية من قلي بزيت عباد الشمس والشواء على الفحم والشواء بالفرن إلى اختلاف نسبة كل من الحمضين الدسمين EPA و DHA.

3. أدت طريقتي الشواء على الفحم والقلي بزيت عباد الشمس إلى خفض نسبة الحمض الدسم DHA بمقدار معنوي إحصائيا، بينما لم تؤثر عملية الشواء بالفرن في نسبة الحمض الدسم DHA مقارنة بالطريقتين السابقتين.

4. ارتفعت نسبة الحمض الدسم C18:2n-6 بنتيجة القلي بزيت عباد الشمس حيث وصلت إلى 52.76 غ/100غ من الأحماض الدسمة في عينات السمك المقلي، أي أن عملية القلي ترافقت مع ارتفاع نسبة الأحماض الدسمة أوميغا6 على حساب نسبة الأحماض الدسمة المميزة للأسماك من النمط أوميغا3 وبشكل خاص EPA، DHA، وبالتالي هي طريقة غير محبذة لتحضير وجبات سمك القجاج كونها ستقلل الأهمية الغذائية المرجوة من وجبة السمك.

5. حافظت عملية الشواء في الفرن لسمك القجاج المحلي عند درجات الحرارة المتوسطة على أعلى نسب من الحمضين الدسمين Eicosapentaenoic acid (EPA) و Docosahexaenoic acid (DHA)، وبالتالي تعد الأفضل من بين طرق المعالجة الحرارية لسمك القجاج المحلي.

التوصيات:

التأكيد على أهمية إدخال الأسماك ضمن النظام الغذائي ورفع نصيب الفرد السوري إلى وجبتين في الأسبوع لما لها من فوائد صحية وغذائية عالية مع أخذ طرق المعالجة الحرارية المتبعة بعين الاعتبار. اتباع طريقة الشواء في الفرن عند درجات حرارة متوسطة لكي نحصل على أفضل قيمة غذائية مرجوه مما سينعكس إيجاباً على الصحة العامة. إجراء تصنيف شامل قائم على دراسة التركيب الكيميائي للأسماك التي تتوافر في شواطئ الساحل السوري، إضافة لدراسة تأثير المعالجات الحرارية المختلفة على نسب الدسم والبروتينات والأحماض الأمينة المتنوعة لمختلف الأسماك، والعمل على دعم الثروة السمكية في سوريا وتشجيع استزراع الأسماك البحرية.

References:

1. AIDOS I., VAN DER PADT A., LUTEN JB., BOOM RM. *Seasonal changes in crude and lipid composition of herring fillets, byproducts, and respective produced oils*. Journal of agricultural and food chemistry. 2002;50(16):4589-99.
2. AMMINGER GP., SCHÄFER MR., PAPAGEORGIOU K., KLIER CM., COTTON SM., HARRIGAN SM., et al. *Long-chain ω-3 fatty acids for indicated prevention of psychotic disorders: a randomized, placebo-controlled trial*. Archives of general psychiatry. 2010;67(2):146-54.
3. AOAC (2000). official methods of analysis of AOAC (17th ed.). Gaithersburg, Maryland, USA: AOAC International Press.
4. BAKAR J., RAHIMABADI EZ., MAN YC. *Lipid characteristics in cooked, chill-reheated fillets of Indo-Pacific king mackerel (Scomberomorous guttatus)*. LWT-Food Science and Technology. 2008;41(10):2144-50.
5. BLIGH EG., DYER WJ. *A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian journal of biochemistry and physiology*. 1959; 37(8):911-7.
6. CALDER PC. *Omega-3 fatty acids and inflammatory processes*. Nutrients. 2010; 2(3):355-74.
7. CHOWDHURY R., STEVENS S., GORMAN D., PAN A., WARNAKULA S., CHOWDHURY S., et al. *Association between fish consumption, long chain omega 3 fatty acids, and risk of cerebrovascular disease: systematic review and meta-analysis*. Bmj. 2012; 345:e6698.

8. COATES, P. M., BETZ J. M., BLACKMAN M. R., CRAGG G. M., LEVINE M., MOSS J. and WHITE J. D. (2010). Encyclopedia of dietary supplements, CRC Press.

9. DINAN T., SIGGINS L., SCULLY P., O'BRIEN S., ROSS P., STANTON C. *Investigating the inflammatory phenotype of major depression: focus on cytokines and polyunsaturated fatty acids. Journal of psychiatric research*. 2009;43(4):471-6.

10. Fishery and Aquaculture Country Profiles. Syrian Arab Republic (2019). Country Profile Fact Sheets. In: FAO Fisheries Division [online]. Rome. Updated 1 October 2007. [Cited 28 September 2020]. http://www.fao.org/fishery/facp/SYR/en

11. HANSON, S. W. F. & OLLEY J., 1963. Application of the Bligh and Dyer method of lipid extraction to tissue homogenates. Biochem. J., Vol. 89, pp. lOl-102P.

12. HILL AM., BUCKLEY JD., MURPHY KJ., HOWE PR. *Combining fish-oil supplements with regular aerobic exercise improves body composition and cardiovascular disease risk factors*. The American journal of clinical nutrition. 2007; 85(5):1267-74.

13. GLADYSHEV MI., SUSHCHIK NN., GUBANENKO GA., DEMIRCHIEVA SM., KALACHOVA GS. *Effect of way of cooking on content of essential polyunsaturated fatty acids in muscle tissue of humpback salmon (Oncorhynchus gorbuscha)*. Food Chemistry. 2006; 96(3):446-51.

14. ICHIHARA KI., SHIBAHARA A., YAMAMOTO K., NAKAYAMA T. *An improved method for rapid analysis of the fatty acids of glycerolipids*. Lipids. 1996; 31(5):535-9.

15. INNIS SM. Dietary omega 3 fatty acids and the developing brain. Brain research. 2008; 1237:35-43.

16. TOPPE J., FAO .GLOBEFISH - Information and Analysis on World Fish Trade (2020). The nutritional benefits of fish are unique. http://www.fao.org/in-action/globefish/fishery-information/resource-detail/en/c/338772/

17. KRIS-ETHERTON PM., GRIEGER JA., ETHERTON TD. *Dietary reference intakes for DHA and EPA*. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids. 2009; 81(2-3):99-104.

18. MANGANO KM., SAHNI S., KERSTETTER JE., KENNY AM., HANNAN MT. *Polyunsaturated fatty acids and their relation with bone and muscle health in adults*. Current osteoporosis reports. 2013; 11(3):203-12.

19. MARTIN JG. *EPA but not DHA appears to be responsible for the efficacy of omega-3 long chain polyunsaturated fatty acid supplementation in depression: evidence from a meta-analysis of randomized controlled trials*. Journal of the American College of Nutrition. 2009; 28(5):525-42.

20. MORADI Y., Bakar J., MOTALEBI A., SYED MUHAMAD S., CHE MAN Y. *A review on fish lipid: composition and changes during cooking methods*. Journal of Aquatic Food Product Technology. 2011; 20(4):379-90.

21. NILSSON A., RADEBORG K., SALO I., BJÖRCK I. *Effects of supplementation with n-3 polyunsaturated fatty acids on cognitive performance and cardiometabolic risk markers in healthy 51 to 72 years old subjects: a randomized controlled cross-over study*. Nutrition journal. 2012; 11(1):99.

22. NESHEIM, M. C., ORIA M., YIH P. T., N. Resources and N. R. Council (2015). DIETARY RECOMMENDATIONS FOR FISH CONSUMPTION. A Framework for Assessing Effects of the Food System, National Academies Press (US).

23. OZOGUL Y., ŞIMŞEK A., BALIKÇI E., KENAR M. *The effects of extraction methods on the contents of fatty acids, especially EPA and DHA in marine lipids. International journal of food sciences and nutrition*. 2012; 63(3):326-31.

24. TUFAN B., KORAL S., KÖSE S. *Changes during fishing season in the fat content and fatty acid profile of edible muscle, liver and gonads of anchovy (Engraulis encrasicolus) caught in the Turkish Black Sea*. International journal of food science & technology. 2011; 46(4):800-10.

25. VAN GELDER BM., TIJHUIS M., KALMIJN S., KROMHOUT D. *Fish consumption, n− 3 fatty acids, and subsequent 5-y cognitive decline in elderly men: the Zutphen Elderly Study. The American journal of clinical nutrition*. 2007; 85(4):1142-7.

26. WEBER J., BOCHI VC., RIBEIRO CP., VICTÓRIO ADM, EMANUELLI T. *Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (Rhamdia quelen) fillets*. Food Chemistry. 2008; 106(1):140-6.