تأثير إضافة الجلاتين الحيواني والكاراجينان في الخصائص الكيميائية والفيزيائية لكرات السمك المجمدة

دعاء الخلف* د. عمر الناصر ** د. محمود عبد الكريم ***

(الإيداع: 29 تشرين الأول 2025، القبول: 13 آيار 2026)

الملخص:

هدف البحث دراسة تأثير إضافة الجلاتين الحيواني والكاراجينان في الخصائص الفيزيوكيميائية لكرات السمك المجمدة. أظهرت النتائج غنى الكرات المصنعة من سمك الكارب بالبروتين والدهون. تفوقت العينات المعاملة بالكاراجين بمحتوى الرطوبة على باقي العينات المدروسة بقيمة بلغت 63.25% وكانت ضمن عينة الشاهد والعينة المعاملة بالجلاتين 57.42%و61.42%على التوالي. إما بالنسبة لنسبة البروتين فقد تفوقت العينات المعاملة بالجلاتين على العينات المعاملة بالكاراجين والشاهد بقيمة بلغت 18.07%،17.29%و16.98%على التوالي. أما بالنسبة للأختراق فقد كانت العينات المعاملة بالكاراجين أقل قيمة حيث بلغت 2.11نيوتن، وكانت ضمن العينات المعاملة بالجلاتين 2.22 نيوتن بينما كانت بالشاهد3.07نيوتن. لم يكن لعملية التخزين أي تأثير معنوي على محتوى الرطوبة والبروتين والزيت الممتص. بينما أثرت بشكل معنوي على مؤشر الاختراق ومؤشرات أكسدة الدهون (رقم البيروكسيد وTBA)، بالإضافة إلى زيادة طفيفة ومعنوية في النسبة المئوية للدهن نتيجة فقد الرطوبة. ومع ذلك، بقيت جميع هذه القيم ضمن الحدود المسموح بها.

الكلمات المفتاحية: سمك الكارب، جلاتين حيواني ، كاراجين.

* طالبة دراسات عليا (دكتوراه)، قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة حلب

**أستاذ، قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة حلب

*** مدرس، قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة حلب

Effect of Adding Animal Gelatin and Carrageenan on the Physicochemical Properties of Frozen Fish Balls

Doaa Alkhalaf* **Omar Alnasser**** **Mahmuod AbdulKareem*****

(Received: 29 October 2025, Accepted: 13 May 2026)

Abstract

The objective of this research was to investigate the effect of adding animal gelatin and carrageenan on the physicochemical properties of frozen fish balls. The results indicated that fish balls produced from carp are rich in protein and fats. Samples treated with carrageenan outperformed other studied samples in moisture content, reaching 63.25%, compared to 57.42% and 61.42% for the control and gelatin-treated samples, respectively. Regarding protein content, gelatin-treated samples surpassed both carrageenan-treated and control samples, recording 18.07%, 17.29%, and 16.98%, respectively. As for the penetration force, carrageenan-treated samples showed the lowest value at 2.11 N, while it was 2.22 N for gelatin-treated samples and 3.07 N for the control. The storage process had no significant effect ($P > 0.05$) on moisture, protein, or absorbed oil content. However, it significantly influenced the penetration index and lipid oxidation indicators (peroxide value and TBA), in addition to a slight but significant increase in fat percentage due to moisture loss. Nevertheless, all these values remained within the acceptable limits.

Keywords: Carp, Animal gelatin, Carrageenan

* Postgraduate student (phd), Department of Food Sciences, Faculty of Agriculture, University of Aleppo

**Prof, Dept. of Food Sciences, Faculty of Agriculture, University of Aleppo

**Teacher, Dept. of Food Sciences, Faculty of Agriculture, University of Aleppo

1-المقدمة والدراسة المرجعية

تلعب المنتجات الغذائية الحيوانية دوراً جوهرياً في تغذية الإنسان نظراً لما تحتويه من البروتينات الحيوانية ذات القيمة الغذائية والبيولوجية العالية وكذلك الدهون كمصدر للطاقة بالإضافة إلى الفيتامينات، والعناصر المعدنية(Anandh وزملاؤه، 2005) ، وبين Lopez وزملاؤه (2009) أن بعض أنواع لحوم الدواجن، الأسماك والحيوانات البحرية تعتبر من الأغذية الوظيفية وتمثل هذه الأغذية بمختلف أنواعها مركز الصدارة في تغذية الإنسان.

تعد الأسماك ومنتجاتها ذات قيمة غذائية مهمة للإنسان، نظراً لاحتوائها على البروتينات، والدهون، والأملاح المعدنية، والفيتامينات، ويختلف التركيب الكيميائي للأسماك من نوع لأخر وضمن نفس النوع أيضاً باختلاف نوعية الغذاء المتوفر والأعماق والمواقع التي تعيش فيها والعمر، والوزن، والظروف البيئية والجنس(Magnea، 2009) (نعمة وزملاؤه، 2024)، ومن الجدير ذكره أن لحوم الأسماك تعد من اللحوم البيضاء لقلة الصبغة العضلية (الميوغلوبين)، أما الألياف العضلية فتكون قصيرة وفيها كميات قليلة من الأنسجة الرابطة، ولهذا فإنها سهلة الهضم، وذات قيمة غذائية، وينصح بإستهلاكها للأطفال والمسنين وللمرضى(نعمة، 2007).

ازداد الوعي الغذائي في سورية مؤخراً من حيث الاتجاه نحو الأغذية عالية الجودة والصحية، إلا أن استهلاك الأسماك والمنتجات البحرية الأخرى لا يزال محدوداً، حيث تؤكد الإحصائيات أن سوريا تعتبر من البلدان الأقل استهلاكاً للأسماك، ويقدر متوسط استهلاك الفرد السوري من الأسماك حوالي 700 غ في السنة، كما يلاحظ مؤخراً تراجعاً في إنتاج الأسماك في سوريا حيث انخفضت كميات الأسماك الناتجة عن الصيد البحري والنهري من 12770 طن في عام 2010 إلى4561 طن في عام 2020 (المجموعة الإحصائية الزراعية ،2020).

تعد أسماك الكارب من أسماك التربية المهمة في العديد من دول العالم، إذ إن انتاج الاستزراع السمكي من هذا النوع يمثل الإنتاج الرئيسي لسنوات عديدة للكثير من البلدان في آسيا وأوروبا وإفريقيا وأمريكا اللاتينية، كما ويشكل القطاع الأكبر في الاستزراع السمكي العالمي من ناحية الإنتاج الكمي ، سمك الكارب ينتمي إلى فصيلة الشبوطيات Cyprinidae، يمتاز بكفاءته الغذائية العالية وتنوع مصادر تغذيته، وتحمله للظروف البيئية السيئة (Mashaykhe و alddin Abdulrahman ، 2017). يمتلك لحم سمك الكارب خصائص هلامية جيدة جعلته مناسباً لصناعة كرات السمك (Yingchutrakulوزملاؤه،2022)، حيث إنه لا يمكن استخدام اسماك الماكريل أو السردين في صناعة هذه المنتجات وذلك لسوء خصائص تبلورها وارتفاع نسبة الدهن والبروتين القابل للذوبان في الماء(Singhو Benjakul ،2018)، لذلك وللتغلب على المشاكل آنفة الذكر استخدمت أسماك المياه العذبة في صناعة كرات السمك وخاصة أسماك الكارب(iـوزملاؤه، 2021).

تؤثر طريقة وكيفية تحضير الأسماك (سواء منزوع الأحشاء أم غير منزوع الأحشاء)اثناء التخزين في تركيبها الكيميائي(Hamaaminو Khidhir، 2022). في دراسه قام بها الخلف وخريط(2014) بهدف دراسة التركيب الكيميائي لسمك الكارب السوري من منطقة ديرالزور لاحظا أن نسبة الرطوبة كانت 76.61% ونسبة البروتين بلغت حوالي 20.2% بينما كانت النسبة المئوية للدهن حوالي 2.02% وكانت النسبة المئوية لحموضة الدهن 1.04%المقدرة على أساس حمض الأوليك ورقم البيروكسيد 1.26 ميلي مكافئ أوكسجين/كغ دهن والرقم اليودي حوالي 81.36 غرام يود/100غرام دهن.

يستخدم اللحم المفروم لإعداد مجموعة واسعة ومتنوعة من المنتجات اللحمية مثل اللانشون وكرات السمك حيث يخلط اللحم المفروم مع البهارات ويتم إضافة مكونات غير لحمية مثل بروتين الصويا والبيض والدقيق القمح والنشاء ومصل الحليب وغيرها والتي تعلب دوراً في تعديل الخواص الوظيفية مثل الاستحلاب والقدرة على ربط الماء والقوام(نعمة وزملاؤه، 2024).

أوضح Kilincceker وزملاؤه (2009) في دراسته عن تأثير التخزين بالتجميد (−18مْ) على شرائح السمك المطلية بخليط من دقيق القمح ودقيق الذرة والبصل والثوم وصمغ الغوار والمقلية لمدة 20ثانية على درجة حرارة 180مْ أن قيم PH ارتفعت بعد التخزين لمدة 7 أشهر من 5.85إلى 6.43، وبالنسبة رقم الثيوباربيوتيك أسيد TBAفقد ارتفع من 0.03إلى م4.33 مغ مالون ألدهيد/كغ دهن وفيما يتعلق ب القواعد الأزوتية الطيارة (TVB–N) فقد كانت قيمته بداية التخزين 7.51 ووصلت قيمته بعد سبع أشهر إلى 19.2مغ/100غ.

في دراسة أجريت لمعرفة تأثير استخدام الجلاتين والكارجينات في خواص كرات الدجاج بينت النتائج المحصل عليها أنه تم تحسين الخصائص الفيزيائية لكرات الدجاج بإضافة الكاراجينان وجيلاتين السمك (,Yasin وآخرون ، 2016) .

بين Sitepuوزملاؤه (2020) أن كرات السمك المضاف لها الكارجين بنسبة2 و 3% كانت ذات ملمس ناعم بسب قدرتها على ربط الماء بالنسبة لاذواق المحكمين بينما لم يلحظ أي فرق معنوي بين النسبة 1% والشاهد. ويعود السبب في ذلك للمررونة والمطاطية التي تكسبها كرات اللحم نتيجة لاضافة الكارجين، كم لم يلحظ المحكمين أي تأثير للكاراجين على رائحة كرات السمك. أما بالنسبة للطعم فقد كانت كرات السمك المضاف لها الكارجين بنسبة 3% أفضل شيء من ثم العينات الغير مضاف لها الكاراجين وكانت العينات المضاف لها الكارجين بنسبة 1% أقل قيمة من حيث الطعم.

يُنتج الجلاتين على شكل مسحوق أو حبيبات، وهو مادة لا طعم لها ولارائحة .يمكن استخدامه كعامل ربط للماء، وتثخين، وتبلور، ورغوة، واستحلاب، وتشكيل الأغشية الغذائية كما إنه يمتص الماء اعتمادًا على الرطوبة النسبية التي يتم تجفيفها وتخزينها(Hanani وزملاؤه، 2014). يؤدي استخدام الجيلاتين الحيواني في تصنيع منتجات الاسماك لتحسين نسيج كرات السمك (Fengوزملاؤه، 2016) .

بينت بعض الدراسات إمكانية إطالة العمر الافتراضي لكرات السمك بإضافة الجيلاتين وتطور النكهة وبعض خصائص جودتها (Kolekarو Pagarkar ،2014). بين Fengوزملاؤه(2017) أن الجيلاتين المضاف لكرات السمك أدى لزيادة معامل نقل الكتلة عن طريق زيادة محتوى الرطوبة وتقليل فقد المغذيات .كما أنه حسن الملمس عن طريق تقليل الصلابة والمضغ، كما لم يكن له أي تأثير على البنية النانوية لليفات العضلية لكرات السمك.

بين Wang وزملاؤه(2022) أن إضافة الكولاجين والذي يشتق منه الجيلاتين بنسبة 0.25و0.5% لكرات السمك قد حسن من النسيج الهلامي والمضغ وربما يعود السبب في ذلك لقدرة الكولاجين على ربط الماء المحيطة بالألياف العضلية وبالتالي تحسين استقرار بروتين الألياف العضلية بالإضافة لقدرته على زيادة صلابة وتماسك هلام النشاء المتشكل ضمن الكرات، حيث أظهرت الصور المجهرية للكرات شبكة متسقة ومنضمة مكونة من الكولاجين والألياف العضلية تتموضع بداخلها بشكل متسق حبيبات النشاء، حيث تساعد خاصية التبلور التي يملكها الكولاجين لإعطاء هكذا بنية.

2-أهمية البحث والهدف منه

نظراً لأهمية السمك كمصدر للبروتين الحيواني عالي القيمة الحيوية، وبهدف تصنيع منتجات ذات قيمة غذائية مرتفعة ومدة حفظ طويلة نسبياً، وبسبب انخفاض نسبة النسيج الضام في عضلات السمك، الأمر الذي يسبب مشاكل خلال تصنيع كرات السمك، جميع هذه الأمور دفعتنا للقيام بهذا البحث بهدف:

1) تقدير التركيب الكيميائي العام لسمك الكارب الطازج.
2) دراسة تأثير إضافة الجلاتين الحيواني والكاراجين في الخواص الكيميائية و الفيزيائية لكرات السمك.
3) مراقبة بعض التغيرات الفيزيائية والكيميائية لكرات السمك أثناء عملية حفظ كرات السمك بالتجميد.

3- مواد البحث

1) سمك الكارب الطازج (الحي)، تم تأمينه من أحد الاسوق المحلية في مدينة حلب، حيث وُضعت العينات في أكياس من البولي ايتلين ونُقلت مبردة داخل صندوق خاص حيث أحيطت العينات بالثلج إلى مخابر قسم علوم الأغذية في كلية الزراعة في جامعة حلب.
2) توابل متنوعة (بهار أسود، بهار أبيض، حب هال، جوز الطيب، وثوم مجفف).
3) البيض االمجفف.
4) مواد رابطة (جلاتين حيواني، كراجينات).
5) ملح طعام، ومواد منكهة (غلوتامينات أحادية الصوديوم).
6) مضاد أكسدة E.

4- طرائق البحث:

نُظف السمك في البداية، وإزيلت الأحشاء والرأس والجلد والهيكل العظمي والأشواك العظمية، ثم غُسلت، وبعد ذلك تم فرم السمك بآلة الفرم الناعمة بفتحات قطرها 3مم، ثم إضافة الملح بنسبة 2%، وتركها بالبراد لمدة 4 ساعات على درجة حرارة 4°م لإتمام عملية التمليح، ثم تقسيم اللحم المفروم وتحضير الخلطات التالية منه.

الخلطة الأولى :شاهد، تتكون من 1 كغ لحم مفروم، مع 1,5% توابل، و5% دقيق قمح، و1% بيض مجفف، و1% ثوم مخفوق، ثم تركت في البراد لمدة ساعتين للترييح، ثم شكلت الكرات بقطر 2,5 سم.

الخلطة الثانية: حضرت من نفس مكونات الخلطة الأولى مع إضافة 1% جلاتين حيواني، ومضاد أكسدة فيتامين E بتركيز 200 جزء بالمليون .(ppm)

الخلطة الثالثة: حضرت من نفس مكونات الخلطة الأولى مع إضافة1% كاراجين، ومضاد أكسدة فيتامين E بتركيز 200 جزء بالمليون.

بعد تشكيل الكرات، تم قليها بزيت عباد الشمس على درجة حرارة 185 °م لمدة 5 دقيقة، بعد ذلك بردت الكرات وعبئت في أكياس من البولي الإيتلين، وفرغت من الهواء،ثم حُفظت على درجة حرارة (18°- م) (لمدة 3 أشهر)، ورُوقبت التغيرات الحاصلة خلال مراحل الحفظ.

<u>الاختبارات :</u>

5- الاختبارات المتبعة في البحث:

الاختبارات الكيميائية والفيزيائية:

1- تقدير المحتوى الرطوبي(AOAC، 2000).
2- تقدير البروتين الكلي بطريقة كلداهل(AOAC، 2000).
3- تقدير الرماد(AOAC، 2000).

4- تقدير النسبة المئوية للحموضة (Nielsen، 2017).

5- تقدير القواعد الآزوتية الطيارة(Pearson، 1976).

6- تقدير رقم TBA رقم الثيوباربيوتيك أسيد(AOAC، 2002).

7- تقدير رقم البيروكسيد(Nielsen، 2009) [21].

8- تقدير نسبة الدهن بطريقة سوكسليت(AOAC ، 2002).

9- اختبارات القوام وستشمل الاختراق باستخدام جهاز TEXTURE ANALYZER (Isangaو Zhang، 2009) [22]

10- تقدير نسبة الزيت الممتص (AOAC، 2005) [23].

11- التحليل الإحصائي: أجري تحليل التباين وحساب قيمة أقل فرق معنوي (L.S.D) باستخدام برنامج SPSS وحسب المتوسط والانحراف المعياري بأخذ 3 مكررات لكل عينة.

6- النتائج والمناقشة

6-1- التركيب الكيميائي لسمك الكارب:

يبين الجدول رقم (1) التركيب الكيميائي للجزء المأكول من سمك الكارب الطازج المستخدم كمادة خام في هذه الدراسة. سجلت نسبة الرطوبة 77.36%، وهي نسبة مرتفعة تتفق مع الخصائص الطبيعية للأسماك الطازجة كما أشار إليها Ćirkovićوزملاؤه (2010) الذي بين أن لحوم الأسماك تحتوي على نسبة عالية من الماء تتراوح من 60-86%. هذا المحتوى المرتفع من الرطوبة يعكس طزاجة السمك ويفسر سرعة فساده إذا لم يتم حفظه بطريقة صحيحة. بلغت نسبة البروتين 16.97%، وهي نسبة ممتازة تقع ضمن النطاق المثالي للأسماك عالية الجودة (14-20%) كما ذكرته الدراسات السابقة(Spirićوزملاؤه، 2009). هذا المحتوى العالي من البروتين يجعل سمك الكارب مصدراً ممتازاً للبروتين الحيواني عالي القيمة البيولوجية، حيث يحتوي على جميع الأحماض الأمينية الأساسية اللازمة لجسم الإنسان(Spirićوزملاؤه، 2009). نسبة القواعد الآزوتية الطيارة بلغت16ملغ/100 غ عينة وهي نسبة منخفضة جداً تشير إلى طزاجة السمك وعدم بداية عمليات التحلل البكتيري. رقم TBA سجل 0.6 مغ مالون ألدهيد/كغ، وهو رقم منخفض يدل على عدم حدوث أكسدة ملحوظة في الدهون، الأحماض الدهنية الحرة بلغت 1.21%، وهي نسبة مقبولة تشير إلى جودة الدهون الموجودة في السمك توافقت مع (Duman وPeksezer، 2016). محتوى الدهن سجل 4.11%، وهو محتوى متوسط يصنف سمك الكارب ضمن الأسماك متوسطة الدهن، مما يجعله مناسباً لعمليات التصنيع المختلفة. نسبة الرماد بلغت 1.56%، وهي تعكس محتوى الأملاح المعدنية الطبيعية في السمك توافقت نتائجنا مع ماذكره(Makarovaوزملاؤه، 2019) واختلفت مع ماذكره(Chalamaiah، 2015). وسجل رقم البيروكسيد 0.41 ميلي مكافئ/O2 كغ، وهي قيمة منخفضة جداً تؤكد عدم حدوث أكسدة أولية في دهون السمك، مما يشير إلى جودة عالية للمادة الخام المستخدمة، توافقت نتائجنا مع ما ذكره(Yanarو Fenercioğlu، 1999). واختلفت نتائجنا مع ذكره (Lee و Surh ، 2022).

الجدول رقم (1): التركيب الكيميائي للحم سمك الكارب الطازج

المؤشر الكيميائي	المرحلة 1 (قبل القلي)
المحتوى الرطوبي(%)	77.36±1.02
البروتين(%)	16.97±0.56
القواعد الأزوتية الطيارة (ملغ/100غ)	16±0.30
TBA	0.6±0.11
الأحماض الدهنية الحرة(%)	1.21±0.07
الدهون(%)	4.11±0.12
الرماد(%)	1.56±0.08
بيروكسيد(mEqO2/kg)	0.41±0.04

-
- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات(N=3) .

6-2- تأثير عملية التصنيع والتخزين على المؤشرات الكيميائية والفيزيائية لكرات السمك الخلطة الأولى:

يوضح الجدول (2) التغيرات الكيميائية والفيزيائية التي طرأت على كرات السمك للخلطة الأولى (الشاهد) خلال عمليتي التصنيع والتخزين. أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عند مستوى ثقة 5%انخفاضاً معنوياً في المحتوى الرطوبي من 77.36% في عينة السمك الطازج إلى 57.42% في عينة الشاهد يعود هذا الانخفاض لعملية القلي العميق التي تؤدي إلى تبخر جزء من الماء الموجود في النسيج العضلي ويحل محله الزيت مما أدى إلى زيادة معنوية في نسبة الدهن من 4.11% إلى 18.87% توافقت نتائجنا مع ما ذكره (Leeو Surh ، 2022)، كما أظهر Albertوزملاؤه (2009) وNasabوزملاؤه (2019) في دراساتهما أن كرات الأسماك تحتوي على نسبة من الماء تتراوح من 53.1-69.6% وذلك حسب زمن القلي. أظهرت النتائج ارتفاع طفيف غير معنوي بمحتوى البروتين بين لحم السمك الخام (16.97%) وعينة الشاهد بعد القلي مباشرة (17.01%)، وكانت كمية القواعد الازوتية الطيارة 19 ملغ/100غ عينة ورقم TBA 0.7مغ مالون ألدهيد/كغ، وبالنسبة للأحماض الدهنية الحرة FFA بلغت 1.42% وتوافقت نتائجنا مع ما ذكره (Dumanو Karaton، 2013)، كما بلغت نسبة الزيت الممتص 14.76 %. بين Loanوزملاءه (2013) أن محتوى كرات السمك من الزيت الممتص تتراوح ما بين 21-14%، إما فيما يتعلق بنسبة الرماد فقد بلغت 3.8 % توافقت نتائجنا مع ما وجده(Nasab وزملاؤه، 2019)، وبلغت قيمة رقم البيروكسيد 2.24 ميلي مكافئ o_2/كغ توافقت نتائجنا مع ما ذكره(Álvarez وزملاؤه، 2012). أما فيما يتعلق بقوة الاختراق في كرات السمك الخلطة الاولى فقد بلغت قوة المطبقة للاختراق 3.04 نيوتن وهذا يتوافق مع ما وجده(Nasab وزملاؤه، 2019) و(Oppong وزملاؤه، 2021) الذين وجدا أن قيمة قوة الاختراق لكرات السمك تتراوح بين 1.5-5.7 نيوتن.

الجدول (2) تأثير عملية التصنيع والتخزين على المؤشرات الكيميائية لكرات السمك الخلطة الأولى.

المرحلة 2 (الخلطة الأولى – الشاهد)			
	بعد القلي	3 شهور	L.S.D
المحتوى الرطوبي(%)	57.42±1.02[a]	56.82±0.7[a]	1.4
البروتين(%)	17.01±0.09[a]	16.73±0.32[a]	0.4
القواعد الأزوتية الطيارة (ملغ/100غ)	19±0.14[a]	22±0.44[b]	0.55
TBA	0.7±0.02[b]	1.12±0.02[a]	0.03
الأحماض الدهنية الحرة(%)	1.42±0.0[b]	1.85±0.06[a]	0.1
الدهون(%)	18.87±0.12[a]	19.37±0.46[a]	0.67
الرماد(%)	3.8±0.02[a]	3.62±0.07[b]	0.09
بيروكسيد(mEqO2/kg)	2.24±0.02[b]	2.63±0.02[a]	0.03
الزيت الممتص(%)	14.76±0.29[a]	15.26±0.44[a]	0.9
قوة الاختراق (نيوتن)	3.04±0.05[a]	2.57±0.02[b]	0.07

تشير القيم التي تحمل أحرف مختلفة ضمن نفس الصف إلى وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى معنوية 5%.

إما بالنسبة لتأثير عملية التخزين في بعض الخواص الكيميائية لكرات السمك الخلطة الأولى فقد لوحظ انخفاض نسبة الرطوبة بزيادة مدة التخزين حيث بلغت 56.82 % في عينات كرات السمك بعد 3 شهور من التخزين، أظهر الرماد انخفاضاً طفيفاً معنوياً من 3.8% إلى 3.62%، وهذا قد يعود إلى فقدان بعض الأملاح الذائبة خلال عمليات فك التجميد، أظهر محتوى البروتين استقراراً نسبياً حيث لم يلاحظ وجود أي فروق معنوية خلال فترة التخزين حيث وجد انخفاض طفيف من 17.01% إلى 16.73% خلال فترة التخزين، مما يشير إلى الحفاظ على القيمة الغذائية الأساسية للمنتج، سجلت القواعد الآزوتية الطيارة ارتفاع خلال فترة التخزين من 19ملغ/100غ إلى 22ملغ/100غ، وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه(Boran وKöse، 2007) حيث أكدا أن قيم TVB–N تزداد بمعدلات بطيئة جداً في منتجات كرات السمك المقلية والمخزنة بالتجميد نتيجة التحلل البروتيني الطفيف. ارتفع محتوى الدهون معنوياً من 18.87% إلى 19.37% خلال التخزين، وهذا الارتفاع يعود إلى فقد الرطوبة الذي يؤدي إلى زيادة التركيز النسبي للدهون وتوافقت نتائجنا مع ما وجده(Alkuraieefوزملاؤه، 2020).

أظهرت مؤشرات الأكسدة زيادة تدريجية ومعنوية خلال فترة التخزين، رقم TBA ارتفع من 0.7 إلى 1.19مغ مالون ألدهيد/كغ، والأحماض الدهنية الحرة من 1.42% إلى 1.85%، وارتفع رقم البيروكسيد من 2.24 إلى 2.63 ميلي مكافئo2/كغ هذه الزيادة متوقعة نتيجة لعمليات الأكسدة الطبيعية التي تحدث خلال التخزين المطول. وتوافقت نتائجنا مع ما وجده (Boranو Köse، 2007). أما قوة الاختراق انخفضت بشكل معنوي من 3.04 إلى 2.57 نيوتن، مما يشير إلى تطرية النسيج خلال التخزين نتيجة لتأثير التجميد على بنية البروتين العضلي.

6-3- تأثير عملية التصنيع والتخزين على المؤشرات الكيميائية والفيزيائية لكرات السمك الخلطة الثانية:

يوضح الجدول (3) التغيرات الكيميائية والفيزيائية التي طرأت على كرات السمك للخلطة الثانية خلال عمليتي التصنيع والتخزين. أظهر المحتوى الرطوبي ثباتاً ملحوظاً في كرات السمك الخلطة الثانية عند 61,42 بعد القلي و 60,92 بعد ثلاث شهور تخزين، دون وجود فروق معنوية بين الفترتين. بلغت كمية البروتين 18,07%، وكانت نسبة القواعد الازوتية الطيارة 22 ملغ/100غ ورقم TBA 0,49 مغ مالون ألدهيد/كغ وبالنسبة للحموض الدهنية الحرة FFA فبلغت 1,32% بلغت نسبة الدهن حوالي 15,52%، إما فيما يتعلق بنسبة الرماد فقد بلغت 4,18%، وبلغت قيمة البيروكسيد 2,13 ميلي مكافئ O2/كغ. أما بالنسبة للزيت الممتص فقد بلغت قيمته حوالي 11,41% توافقت نتائجنا مع (Khushbooوزملاؤه، 2023).

الجدول رقم (3): تأثير عملية التصنيع والتخزين على المؤشرات الكيميائية والفيزيائية لكرات السمك الخلطة الثانية.

المؤشر المدروس	كرات السمك بعد القلي	كرات السمك المخزنة 3 أشهر	L.S.D
المحتوى الرطوبي(%)	61.42±0.89[a]	60.92±0.94[a]	1.12
البروتين(%)	18.07±0.19[a]	17.89±0.29[a]	0.36
القواعد الازوتية الطيارة (ملغ/100غ)	22±0.2[a]	25±0. 3[b]	0.45
TBA	0.49±0.12[a]	0.85±0.17[b]	0.21
الحموض الدهنية الحرة FFA(%)	1.32±0.14[a]	1.51±0.11[b]	0.16
الدهن(%)	15.52±0.34[a]	16.71±0.42[b]	0.44
الرماد(%)	4.18±0.09[a]	3.96±0.014[a]	0.30
البيروكسيد(mEqO2/kg)	2.13±0.11[a]	2.36±0.14[b]	0.18
الزيت الممتص(%)	11.41±0.38[a]	11.41±0.44[a]	0.51
الاختراق (نيوتن)	2.22±0.14[a]	2.74±0.23[b]	0.31

- تشير القيم التي تحمل أحرف مختلفة ضمن نفس الصف إلى وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى معنوية 5%.

بين Fengوزملاؤه (2017) أن الجيلاتين الحيواني المضاف لم يؤثر على البنية النانوية لكرات السمك. علاوة على ذلك، أدت زيادة إضافة الجيلاتين إلى تقليل البروتينات والببتيدات القابلة للذوبان في الماء. كما إدت إضافة الجيلاتين لزيادة معامل نقل الكتلة بزيادة محتوى الرطوبة وتقليل فقدان العناصر الغذائية. كما حسّنت الملمس بتقليل صلابته وقدرته على المضغ، ولم تؤثر على البنية النانوية لليف العضلي لكرات السمك. لم يكن لفيتامين E أي تأثير خلال عملية التخزين على المحتوى الرطوبي والرماد والاختراق والزيت الممتص، بينما ساهم فيتامين E في الحد من التغيرات الناتجة عن أكسدة الدهون حيث بلغت قيمة كل من القواعد الازوتية الطيارة ورقم TBA والحموض الدهنية الحرة FFA وقيمة البيروكسيد في نهاية عملية التخزين حوالي25 ملغ/100غ، 0,85 مغ مالون ألدهيد/كغ، 1,51% و2,36 ميلي مكافئ O2/كغ على الترتيب. توافقت نتائجنا مع(Khushboo وزملاؤه، 2023) الذي أشار إلى أن إضافة جيلاتين السمك إلى كرات اللحم المُعدّلة تُؤخر أكسدة الدهون أثناء التخزين المُبرّد والمجمد.

6-4- تأثير عملية التصنيع والتخزين على المؤشرات الكيميائية والفيزيائية لكرات السمك الخلطة الثالثة:

يظهر الجدول (4) نتائج تأثير عملية التصنيع والتخزين على المؤشرات الكيميائية لكرات السمك المضاف لها كاراجين بنسبة1% . بلغت نسبة الرطوبة في كرات السمك المضاف لها الكارجين بعد القلي مباشرة حوالي 63,25% بلغت كمية البروتين 17,29%، وكانت نسبة القواعد الازوتية الطيارة 19 ملغ/100غ ورقم TBA 0,42 مغ مالون ألدهيد/كغ

وبالنسبة للحموض الدهنية الحرة FFA فبلغت 1.20% بلغت نسبة الدهن حوالي 15,63%، إما فيما يتعلق بنسبة الرماد فقد بلغت 4,10%، وبلغت قيمة البيروكسيد 1،93 ميلي مكافئ O2/كغ. أما بالنسبة للزيت الممتص فقد بلغت قيمته حوالي 11,48% توافقت نتائجنا مع(Sitepuوزملاؤه، 2020) الذي بين إن أضافة الكاراجين لكرات السمك قد زاد من المحتوى الرطوبي بالمقارنة مع الشاهد وذلك بسبب قدرتها على ربط الماء من خلال مع مجموعات الكريت والبروتين وتوافقت أيضاً مع(Asikinوزملاؤه، 2020) الذي بين أن إضافة الكاراجين لكرات السمك بنسبة 0.25% كانت افضل نسبة من حيث كمية البروتين المرتفعة والنشاط المائي المنخفض... ومن حيث قوة الاختراق في كرات السمك الخلطة الثانية فقد انخفضت القوة المطبقة للاختراق بالمقارنة مع عينة الخلطة الاولى حيث بلغت 2,11 نيوتن/مم وهذا يتوافق مع(Sinagaوزملاؤه، 2017) أن إضافة بروتين الصويا المعزولة والكاراجينات أثرت على قوة الهلام والبروتين والمطاطية(المرونة) لكن لم يكن لها إي تأثير على محتوى الدهون والرطوبة النهائية والرائحة والطعم ودرجة الاستواء.

الجدول رقم (4): تأثير عملية التصنيع والتخزين على المؤشرات الكيميائية والفيزيائية لكرات السمك الخلطة الثالثة.

المؤشر المدروس	كرات السمك بعد القلي	كرات السمك المخزنة 3 أشهر	L.S.D
المحتوى الرطوبي(%)	63.25±1.4[a]	62.23±1.15[a]	1. 5
البروتين(%)	17.29±0.36[a]	17. 09±0.28[a]	0.42
القواعد الآزوتية الطيارة (ملغ/100غ)	19±0.4[a]	23±0.3[b]	0.5
TBA	0.42±0.11[a]	0.75±0.13[b]	0.15
الحموض الدهنية الحرة FFA(%)	1.20±0.14[a]	1.43±0.17[b]	0.2
الدهن(%)	15.63±0.41[a]	16.88±0.57[b]	0.61
الرماد(%)	4.10±0.25[a]	3.85±0.35[a]	0.45
البيروكسيد(mEqO2/kg)	1.93±0.21[a]	2.25±0.19[b]	0.25
الزيت الممتص(%)	11.48±0.35[a]	11.48±0.41[a]	0.4
الاختراق(نيوتن)	2.11±0.23[a]	2.54±0.29[b]	0.35

- تشير القيم التي تحمل أحرف مختلفة ضمن نفس الصف إلى وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى معنوية 5%.

لم يكن لفيتامين E أي تأثير خلال عملية التخزين على المحتوى الرطوبي والرماد والزيت الممتص، بينما ساهم فيتامين E في الحد من التغيرات الناتجة عن أكسدة الدهون حيث بلغت قيمة كل من القواعد الازوتية الطيارة ورقم TBA والحموض الدهنية الحرة FFA وقيمة البيروكسيد في نهاية عملية التخزين حوالي23 ملغ/100غ، 0,75 مغ مالون ألدهيد/كغ، 1,43% و2.25 ميلي مكافئ O2/كغ على الترتيب. إما بالنسبة للأختراق فقد زادت مع التخزين وبشكل معنوي بالمقارنة مع العينات الطازجة حيث تؤدي أحياناً عملية تخزين كرات السمك لزيادة صلابتها عند التخزين بالتجميد فكانت بداية التصنيع2.09 نيوتن وكانت بعد التخزين لمدة 3 أشهر حوالي 2.51نيوتن (Teeو Siow، 2014). أظهرArdiantiوزملاؤه (2018) إن إضافة 2% (وزن/وزن) من الكاراجينان يمكن أن يؤدي إلى زيادة قدرة ربط الماء والمرونة مقارنة بالشاهد.

7- الاستنتاجات:

1- أدت عملية إضافة الجيلاتين والكاراجين إلى تحسين خواص كرات السمك المنتجة من خلال المحافظة على نسبة رطوبة مرتفعة ودهون منخفضة أثناء القلي وخلال فترة التخزين المجمد، مما يؤكد كفاءة هذه المواد في ربط الماء ومنع فقدان العناصر المعدنية.

2- تفوقت العينات المضاف لها الجيلاتين بكمية البروتيين بالمقارنة مع العينات المضاف لها الكاراجين والشاهد.

3- حسنت أضافة الجيلاتين والكاراجين من الخواص الفيزيائية لكرات السمك من حيث المرونة والاختراق.

8-التوصيات:

1. يمكن استخدام التجميد المجمد عند درجة حرارة (-18° م) كطريقة حفظ طويلة الأجل فعالة لكرات السمك المصنعة لمدة تصل إلى 3 أشهر.
2. الاهتمام في تصنيع منتجات (مثل كرات السمك) من سمك الكارب المحلي، كونه يمتلك محتوى بروتينياً عالياً، مما يجعله بديلاً اقتصادياً وغذائياً ممتازاً للمصادر البروتينية الأخرى.
3. يُوصى باستخدام المواد الرابطة حيث تقديم منتج صحي للمستهلك بفضل قدرة هذه المواد على تكوين طبقة حماية تمنع نفاذية زيت القلي إلى داخل كرات السمك.

المراجع

1. **المجموعة الإحصائية الزراعية السورية 2020. وزارة الزراعة والأصلاح الزراعي . مديرية الأحصاء والتخطيط، قسم الأصلاح. دمشق. سوريا.**
2. **وليد** سعيد الخلف وروعة حسن خريط، 2014، التركيب الكيميائي للحوم والدهون المستخلصة من بعض أنواع الأسماك البحرية والنهرية السورية. المجلة الأردنية في العلوم الزراعة المجلد 10 العدد 3.
3. **محمود** عبد الكريم، **أوزون** بتول، 2023-**تأثير استخدام نسب مختلفة من بروتينات البازلاء العزولة في الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمرتديلات المسلوقة.** العدد159 .
4. **نعمة** فؤاد (2007) :**تقانة اللحوم والأسماك** ، منشورات جامعة البعث ص285.
5. **نعمة** فؤاد، **عبد الكريم** محمود، **شيبان** عبير، 2024 - **تأثير المستخلص الكحولي والمائي في مدة حفظ سمك السلور بالتبريد.** مجلة بحوث جامعة حلب، سلسة العلوم الزراعية، العدد 170.
1. Afkhami, M., Mokhlesi, A., Bastami, K. D., Khoshnood, R., Eshaghi, N., & Ehsanpour, M. (2011). **Survey of some chemical compositions and fatty acids in cultured common carp (Cyprinus carpio) and grass carp (Ctenopharyngodon idella), Noshahr, Iran**. World Journal of Fish and Marine Sciences, 3(6), 533-538
2. Alkuraieef, A. N., Alsuhaibani, A. M., Alshawi, A. H., & Aljahani, A. H. (2020). Effect of frozen storage on nutritional, microbial and sensorial quality of fish balls and fish fingers produced from Indian Mackerel. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, *8*(3), 852-861
3. Al Mashaykhe, A. J. M., & alddin Abdulrahman, N. M. (2017). **Study of some Productive Aspects of Common Carp Cyprinus carpio Commercially Reared in**

Fish Farms/Kirkuk Governorate. Tikrit Journal for Agricultural Sciences, 17(وقائع المؤتمر العلمي السادس للعلوم الزراعية).

4. Albert, Á., Varela, P., Salvador, A., & Fiszman, S. M. (2009). **Improvement of crunchiness of battered fish nuggets**. *European Food Research and Technology*, *228*, 923-930.
5. AOAC. (2005). **Official methods of analysis**. AOAC International
6. AOAC (2000). **Official methods of analysis**. Association of official Analytical Chemists,17 th Ed Washington,D.C.
7. AOAC. 2002. **Association of the Official Agriculture Chemists, Official Methods** of Analysis, 16 The Ed, International., third Revision, Virginia
8. Ardianti, Y., Widyastuti, S., Rosmilawati, S. W., & Handito, D. (2018). **Pengaruh penambahan karagenan terhadap sifat fisik dan organoleptik bakso ikan tongkol (Euthynnus affinis)**. Agroteksos, 24(3), 159-166.
9. Asikin, A. N., Kusumaningrum, I. N. D. R. A. T. I., & Hidayat, T. A. U. F. I. K. (2020). **Characteristics of fishball on various concentration of carrageenan from different harvest time of Kappaphycus alvarezII**. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, *4*, 63-66.
10. Boran, M., & Köse, S. (2007). **Storage properties of three types of fried whiting balls at refrigerated temperatures**. Turkish journal of fisheries and aquatic sciences, 7(1), 65-70.
11. Chalamaiah, M., Hemalatha, R., Jyothirmayi, T., Diwan, P. V., Bhaskarachary, K., Vajreswari, A., ... & Kumar, B. D. (2015). **Chemical composition and immunomodulatory effects of enzymatic protein hydrolysates from common carp (Cyprinus carpio) egg**. *Nutrition*, *31*(2), 388-398>
12. Ćirković, M., Ljubojević, D., Đorđević, V., Novakov, N., & Petronijević, R. (2012). **Chemical composition of body including fatty acids of four cyprinids fish species cultured at the same conditions**
13. Ćirković, M., Trbović, D., Milošević, N., Đorđević, V., Janković, S., & Ljubojević, D. (2010). **Meat quality of two years-old tench and carp grown in extensive conditions**.
14. Cui, L., Chen, J., Zhai, J., Peng, L., & Hayes, D. G. (2022). **Oil penetration of batter-breaded fish nuggets during deep-fat frying: effect of frying oils**. Foods, 11(21), 3369.
15. Del Carmen Flores-Álvarez, M., Molina-Hernández, E. F., Hernández-Raya, J. C., & Sosa-Morales, M. E. (2012). **The effect of food type (fish nuggets or French fries)**

on oil blend degradation during repeated frying. Journal of Food Science, 77(11), C1136-C1143

16. Duman, M., & Peksezer, B. (2016). **Quality changes of fish balls prepared from of mosul bleak (Alburnus mossulensis) stored at-18 ºC under air or vacuum**. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *33*(3), 285-290
17. Duman, M., & Karaton Kuzgun, N. (2018). **Quality changes of nugget prepared from fresh and smoked rainbow trout during chilled storage**. British Food Journal, 120(9), 2080-2087.
18. Feng, X., Fu, C., & Yang, H. (2017). **Gelatin addition improves the nutrient retention, texture and mass transfer of fish balls without altering their nanostructure during boiling**. LWT, 77, 142-151.
19. Feng, X., Bansal, N., & Yang, H. (2016). **Fish gelatin combined with chitosan coating inhibits myofibril degradation of golden pomfret (Trachinotus blochii) fillet during cold storage**. Food Chemistry, 200, 283-292
20. Hamaamin, S. A., & Khidhir, Z. K. (2022). **Effect Of Genetics, Storage Methods And Storage Period On The Chemical Composition Of The Wild And Cultivated Common Carp (Cyprinus Carpio L.)**. Uttar Pradesh Journal Of Zoology, 43(16), 67-76.
21. Hanani, Z. N., Roos, Y. H., & Kerry, J. P. (2014). **Use and application of gelatin as potential biodegradable packaging materials for food products**. International journal of biological macromolecules, 71, 94-102.
22. Isanga, J., & Zhang, G.(2009) **Production and evaluation of some physicochemical parameters of peanut milk yoghurt**. LWT – *Food Science and Technology*, 42(6),pp,1132–1138.
23. Khushboo, Kaushik, N., Widell, K. N., Slizyte, R., & Kumari, A. (2023). **Effect of pink perch gelatin on physiochemical, textural, sensory, and storage characteristics of ready-to-cook low-fat chicken meatballs**. Foods, 12(5), 995.
24. Kilincceker, O., Dogan, I. S., & Kucukoner, E. (2009). **Effect of edible coatings on the quality of frozen fish fillets**. LWT-Food science and Technology, 42(4), 868-873
25. Kolekar, A. D., & Pagarkar, A. U**. (2014)**. **Quality evaluation of ready-to-eat fish ball in curry**.4MANUS CRIP TACCEP TEDACCEPTED MANUSCRIPT19 SAARC Journal of Agriculture, 11, 35-43.
26. Lee, J., & Surh, J. (2022). **Effect of various cooking methods on the antioxidant activity and the oxidative stability of fish balls made with the addition of turmeric powder**

27. Li, D., Prinyawiwatkul, W., Tan, Y., Luo, Y., & Hong, H. (2021). **Asian carp: A threat to American lakes, a feast on Chinese tables**. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 20(3), 2968-2990.

28. Loan, H. T. P., Tuyen, N. T. T., & Tran, N. Q. (2023). **Food safety assessment for fried meat and fish ball in Ninh Kieu district, Can Tho city**. Vietnam Journal of Food Control-vol, 6(2), 186.

29. López -López, I., Bastida, S., Ruiz-Capillas, C., Bravo, L.,Larrea,M.T.,SnchezMuniz,F.,Cofrades,S.,andJiménezColmenero,F.(2009).**Compositi onn and antioxidant capacity of low-salt meat emulsion model systems containing edibleseaweeds**.J.Meat Science. 83, 492 – 498.

30. Makarova, G. P., Lykasova, I. A., Mukhamedyarova, Z. P., & Mizhevikina, A. S. (2019, October). **The influence of nabicat on the chemical composition of carp meat**. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 341, No. 1, p. 012159). IOP Publishing

31. Magnea Gudrun karlsdottir.(2009) . **Application of additives in chilled and frozen white fish fillets – Effects on chemical and physicochemical properties** – Master thesis in Food Science,School of Health Sciences University of Iceland, September.

32. Moosavi-Nasab, M., Asgari, F., & Oliyaei, N. (2019). **Quality evaluation of surimi and fish nuggets from Queen fish (Scomberoides commersonnianus)**. *Food science & nutrition*, *7*(10), 3206-3215.

33. Nielsen, S, S (2017). **Food Analysis Laboratory Manua**l, 3th, Purdue university, USA, pp249.20

34. Nielsen, S. 2009. **Food analysis, Purdue University, West Lafayette, IN, USA**.

35. Oppong, D., Panpipat, W., Cheong, L. Z., & Chaijan, M. (2021). **Comparative effect of frying and baking on chemical, physical, and microbiological characteristics of frozen fish nuggets**. Foods, 10(12), 3158.

36. Pearson, D., 1976-**The Chemical Analysis of Food**. 7th ed. Churchull living ston, p386.

37. Singh, A., & Benjakul, S. (2018). **Proteolysis and its control using protease inhibitors in fish and fish products: A review**. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 17(2), 496-509.

38. Sinaga, D. D., Herpandi, H., & Nopianti, R. (2017). **Karakterisitik bakso ikan patin (Pangasius pangasius) dengan penambahan karagenan, isolat protein kedelai, dan sodium tripolyphospat**. Fishtech, 6(1), 1-13.

39. Sitepu, M. A. K., Mewengkang, H. W., Makapedua, D. M., Damongilala, L., Mongi, E., Mentang, F., & Dotulong, V. (2020). **Kajian Mutu Bakso Ikan Tuna yang Disubstitusi Tepung Karagenan**. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, *8*(1), 31-38.

40. Spirić, A., Trbović, D., Vranić, D., Đinović, J., Petronijević, R., Milijašević, M., ... & Radičević, T. (2009). **Fatty acid composition, cholesterol and total fat content in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) as influenced by fatty acids in diet**. Tehnologija mesa, 50(3-4), 179-188.

41. Tee, E. T., & Siow, L. F. (2014). **Physical and sensory properties of frozen spanish mackerel (Scomberomorus guttatus) fish balls added with cryoprotectants**. *Food and Bioprocess Technology*, *7*, 3442-3454.

42. Wang, Y., Wang, X., Lin, C., Yu, M., Chen, S., Guo, J., ... & Liu, S. (2022). **Heat-induced structural changes in fish muscle collagen related to texture development in fish balls: Using eel ball as a study model**. Food Science & Nutrition, 10(2), 329-341

43. Yanar, Y., & Fenercioğlu, H. (1999). **The utilization of carp (Cyprinus carpio) flesh as fish ball**. Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences, 23(4), 361-366.

44. Yasin, H., Babji, A. S., & Ismail, H. (2016). **Optimization and rheological properties of chicken ball as affected by κ-carrageenan, fish gelatin and chicken meat**. LWT-Food Science and Technology, 66, 79-85.

45. Yingchutrakul, M., Wasinnitiwong, N., Benjakul, S., Singh, A., Zheng, Y., Mubango, E., ... & Hong, H. (2022). **Asian carp, an alternative material for surimi production: progress and future**. Foods, 11(9), 1318