



Impact of Sesame Seed Powder Impact on the Characteristics of Microbial, Chemical and Sensory Properties of Silver Carp Surimi Gel in Vacuum Packing

ARTICLE INFO

Article Type

Original Research

Authors

Kavyani I.¹ MSc,
Roomiani L.^{*2} PhD

How to cite this article

Kavyani I, Roomiani L. Impact of Sesame Seed Powder Impact on the Characteristics of Microbial, Chemical and Sensory Properties of Silver Carp Surimi Gel in Vacuum Packing. Journal of Fisheries Science and Technology. 2018;7(4):295-303.

¹Food Science & Technology Department, Agriculture & Natural Resources Faculty, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
²Fisheries Department, Agriculture & Natural Resources Faculty, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

*Correspondence

Address: Fisheries Department, Agriculture & Natural Resources Faculty, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Farhangshahr Square, Golestan Highway, Ahvaz, Iran. Post-al Code: 6134996578
Phone: +98 (61) 33348361
Fax: +98 (61) 33329200
l.roomiani@yahoo.com

Article History

Received: May 10, 2017

Accepted: November 10, 2017

ePublished: December 20, 2018

ABSTRACT

In the present study, the effect of ground sesame seeds in three levels of 0, 0.15 and 0.25% on features of biological, chemical and sensory evaluation silver carp surimi gel in vacuum packing for 4 months in freezing temperatures (-18°C) was investigated. The results showed that the highest levels of volatile nitrogen month 4 in the control (21.99±0.32mg per 100g), respectively. The thiobarbituric acid did not like the higher limit the amount of free fatty acids is increased. The highest bacteria in month 4 in the control (6.86±0.05Log cfu/g) treatment, respectively. The highest and lowest amount of lactic acid bacteria, respectively, on May 4 in group 1 (4.86±0.10Log cfu/g) and May 1 in all treatments (2.00±0.00Log cfu/g), respectively. Sensory evaluation factors during 4 months in freezing temperatures are not significantly different the colorimetric parameters (L*, a*, and b*) and tissue treatments poll 0.25% sesame seed powder was the best treatment. According to the results of chemical analysis, sensory and microbiological shelf life achieved the best treatment was 0.25% in the fourth month, ground sesame seeds.

Keywords Vacuum Packaging; Sesame Seeds; Surimi; Indicators of Corruption; Durability

CITATION LINKS

[1] Changes in lipids, proteins and kamaboko ... [2] Effect of pectins on the gelling properties ... [3] Composition, lipid changes, and sensory ... [4] A review on the loss of the functional properties ... [5] Preprocessing ice storage effects on ... [6] Gel properties of surimi from silver carp ... [7] Protein recovery from rainbow ... [8] Comparative chemical composition and ... [9] Antioxidant potential of sesame ... [10] Antioxidant activity and total phenolic content ... [11] Effects of sesame seed extract as a natural ... [12] Production of mixed blend of lime and ... [13] Effect of Voandzeia subterranea as a protease ... [14] Effects of modified atmosphere and vacuum ... [15] Isolation of lactic acid bacteria with ... [16] Comparing the textural properties of surimi ... [17] Functional protein additives ... [18] Laboratory technic in food ... [19] Pearsons chemical analysis of ... [20] ATextural and physicochemical properties of ... [21] Effect of polyols on shelf-life and quality of flat ... [22] Effect of delayed icing on the microbiological ... [23] Vegetable oils in food technology: Composition ... [24] Effect of thyme essential oil and packaging ... [25] The effect of antioxidant and antimicrobial ... [26] Combination effect of phosphate and ... [27] Effects of freezing at -18 °C without covering the ... [28] The effect of sesame oil on blood cholesterol level in ... [29] Essential oils: Their antibacterial properties and potential ... [30] Handbook of indices food quality and ... [31] Control of fish ... [32] Effects of rosemary oil (Rosmarinus officinalis) on the ... [33] Chemical composition and nutritional value of the freezing ... [34] Quality and quality changes in fresh fish ... [35] Studies on chemical composition, antimicrobial and antioxidant ... [36] Anti-oxidant activity of methanol extracts from Indonesian [37] Improvement of the oxidative stability of sesame oil ... [38] Antioxidant effects of Zataria multiflora and Mentha ... [39] Effect of previous chilled storage on rancidity ... [40] Effect of different packaging on the shelf life of silver ... [41] Effect of extract of Zataria multiflora boiss. on shelf ... [42] Effect of pre-freezing iced storage on the lipid fractions ... [43] Quality assessment of blue whiting (Micromesistius poutassou) ... [44] Improve the quality characteristics of common ... [45] Evaluation of antioxidant effects of water and ethanolic... [46] The effect of light salting, vacuum ... [47] Comparative chemical and antimicrobial study of nine ... [48] Antimicrobial effects of Mentha spicata ... [49] Food and Agricultural Organization of the ... [50] Evaluation of Physical, Mechanical and Nutritional Properties ... [51] Using sesame meal flour in free gluten French bread ... [52] Effect of incorporating date pit and ... [53] Importance and utilization on chickpea... [54] The effect of egg white powder in surimi ...

تاثیر پودر دانه کنجد روی برخی از پارامترهای میکروبی، شیمیایی، فیزیکی و ارزیابی حسی سوریمی کپور نقره‌ای در بسته‌بندی تحت خلاء

ایلدا کاویانی MSc

گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

لاله رومیانی PhD

گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

چکیده

در مطالعه حاضر اثر پودر دانه کنجد در سه سطح صفر، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ گرم در کیلوگرم روی ویژگی‌های میکروبی، شیمیایی و ارزیابی حسی ژل سوریمی کپور نقره‌ای در بسته‌بندی تحت خلاء به مدت ۴ ماه در دمای انجماد (۱۸°C-) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد بالاترین میزان بازهای ازته فرار در ماه ۴ در تیمار شاهد (۲۱/۹۹±۰/۳۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) بود. میزان تیوباریتئوریک اسید همانند میزان اسیدهای چرب آزاد روند افزایشی داشت. بالاترین میزان باکتری‌های سرماگرا در ماه ۴ در تیمار شاهد (۶/۸۶±۰/۰۵ Log cfu/g) و پایین‌ترین میزان باکتری‌های اسیدلاکتیک به ترتیب در ماه ۴ در تیمار ۱ (۴/۸۶±۰/۱۰ Log cfu/g) و ماه ۱ در تمامی تیمارها (۲/۰۰±۰/۰۰ Log cfu/g) به دست آمد. فاکتورهای ارزیابی حسی طی این ۴ ماه نگهداری در دمای انجماد اختلاف معنی‌داری نداشتند (p>۰/۰۵). از نظر فاکتورهای رنگ‌سنجی (L*, a* و b*) و بافت‌سنجی (نرم‌تربودن) تیمار ۰/۲۵ پودر دانه کنجد بهترین تیمار مورد مطالعه بود. با توجه به نتایج به دست آمده بهترین زمان ماندگاری در تیمار ۰/۲۵ پودر دانه کنجد در ماه چهارم به دست آمد.

کلیدواژه‌ها: دانه کنجد، سوریمی، شاخص‌های فساد، ماندگاری، بسته‌بندی خلاء

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۲/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۸/۱۹

*نویسنده مسئول: l.roomiani@yahoo.com

مقدمه

ماهی کپور نقره‌ای یا فیتوفاگ با نام علمی هیپوفتالمیکتیکس مولیتریکس (*Hypophthalmichthys molitrix*) از مهم‌ترین ماهیان پرورشی گرمابی در ایران است که به دلیل تغذیه از طبقات پایین زنجیره غذایی و در نتیجه هزینه تولید مقرون به صرفه بوده و در سطح وسیعی کشت می‌شود^[1, 2]. بنابراین تولید فرآورده‌های متنوع از این ماهی به دلیل قیمت پایین موجب ترغیب مصرف‌کننده به استفاده از فرآورده‌های ماهی می‌شود^[3]. سوریمی به معنی گوشت چرخ‌شده ماهی است که به طریق مکانیکی استخوان‌گیری شده و ترکیب‌های محلول در آب آن در جریان شست‌وشو خارج شده و بخش کمی از پروتئین میوفیبریل باقی‌مانده قبل از انجماد با مواد نگهدارنده مخلوط می‌شود^[4]. مواردی که باعث مقرون به صرفه بودن سوریمی می‌شوند شامل حجم زیاد، قیمت پایین ماهی^[5] و میزان بازده حاصل از لاشه^[6] است، که هر سه مورد در ماهی کپور صدق می‌کند. اما علاوه بر قیمت پایین، خوش طعم بودن گوشت ماهی به سبب ایجاد رضایت در مصرف‌کننده و ایجاد تمایل برای خرید دوباره اهمیت زیادی دارد. کنجد با نام علمی *Sesamum indicum* L) یک محصول دانه روغنی است که حاوی پروتئین، ویتامین‌های E، D، B و لیسیترین، چربی، آنتی‌اکسیدان‌ها، روغن کنجد، مواد پروتئینی، اسیدآمینه، سلولز و مواد معدنی است و سه برابر شیر کلسیم دارد. دانه‌های کنجد حاوی دو ماده به نام سزامین و سزامولین است که از ابتلا به فشار خون بالا پیشگیری کرده و از آسیب به کبد جلوگیری می‌کند^[7]. کنجد

علاوه بر خصوصیات گفته‌شده به دلیل مصرف گسترده در ایران، مقبولیت ذائقه‌ای بالایی دارد که پذیرش غذاهای با این ماده را آسان‌تر می‌سازد. علاوه بر طعم محصول افزایش ماندگاری و جلوگیری از فساد فرآورده‌ها تا زمان مصرف نیز اهمیت دارد. طی سال‌های اخیر به دلیل اثرات مضر نگهدارنده‌ها و افزودنی‌های شیمیایی غذایی، توجه ویژه‌ای به مصرف اسانس‌های گیاهی به منظور ایجاد طعم و همزمان به عنوان نگهدارنده و ضدباکتری شده است^[8]. موه‌الی و همکاران^[9]، کنجد را به دلیل داشتن ترکیبات فلاونوئیدی و فنولی گیاهی با پتانسیل بالا در پایداری روغن آفتاب‌گردان و سویا در برابر عوامل اکسیدکننده گزارش کردند. همچنین در مطالعه‌ای روغن دانه کنجد ماده‌ای غذایی با فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فنولی معرفی شد که فعالیت آنتی‌اکسیدانی مشابه با آلفا-توکوفرول دارد^[10]. عمارحسین و همکاران^[11]، در بررسی تاثیر عصاره کنجد روی پایداری اکسیداسیون روغن آفتاب‌گردان، نشان داد که محتوی فنلی کنجد در افزایش قدرت حذف رادیکال‌های آزاد در روغن آفتاب‌گردان موثر بوده است. همچنین مطالعاتی نظیر سلیم‌زاده و آزمد^[12] عنوان کردند که کنجد به همراه دانه‌های نظیر بزرک، با تاثیر معنی‌دار روی پروفایل اسیدهای چرب سبب بهبود کیفیت روغن زیتون شد. در جست‌وجوهایی انجام شده مطالعه‌ای که در زمینه تاثیر این گیاه روی گوشت آبزیان باشد، مشاهده نشد. از این رو در این پژوهش، تاثیر پودر دانه کنجد روی ویژگی‌های میکروبی، شیمیایی و ارزیابی حسی سوریمی کپور نقره‌ای در بسته‌بندی خلا مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور تهیه سوریمی، ماهی کپور نقره‌ای (میانگین وزن ماهیان ۷۰۰-۵۰۰ گرم و در مجموع ۱۰ کیلو ماهی) به صورت تازه از بازار ماهی‌فروشان تهیه و همراه با یخ بلافاصله به آزمایشگاه انتقال یافت. فرآیند تهیه سوریمی در آزمایشگاه و به صورت دستی انجام شد. ماهیان کپور نقره‌ای پس از سرزنی و تخلیه شکمی به صورت دستی فیله و شسته شده سپس استخوان‌گیری شدند. فرآیند چرخ‌کردن گوشت توسط چرخ گوشت مدل MG-1400R (پارس خزر؛ ایران) مجهز به صفحه با منافذ به قطر ۳ میلی‌متر صورت گرفت. پس از آن گوشت چرخ‌شده با آب سرد با پایین‌تر از ۱۰°C برای سه مرتبه با نسبت ۴ به یک آب به گوشت ماهی (دو مرتبه با آب مقطر و سپس یک مرتبه با محلول آب مقطر و نمک ۰/۳٪ و هر مرتبه برای ۱۵ دقیقه) شست‌وشو داده و آب آن گرفته شد. پس از آن شکر به میزان ۴٪، سوربیتول به میزان ۴٪ و سدیم‌تری‌پلی‌فسفات به میزان ۰/۳٪ اضافه شد^[6, 13]. دانه کنجد با پوست به مقدار نیاز تهیه و در دستگاه آسیاب‌کن به صورت پودر درآورده و در سه سطح صفر (شاهد) و ۰/۱۵ (تیمار ۲) و ۰/۲۵ (تیمار ۳) گرم در کیلوگرم به سوریمی اضافه و در دستگاه همزن مخلوط و برای بسته‌بندی تحت شرایط خلا آماده شد. سوریمی در کیسه‌های سه لایه پلی‌اتیلنی-پلی‌آمیدی ۱۵×۳۰ سانتی‌متر با ضخامت ۸۵ میکرومتر قرار داده و بسته‌بندی با استفاده از دستگاه وبوماتیک Webomatic C 15-HLD (آلمان) و به میزان ۹۹/۹٪ خلا انجام شد. تیمارهای سوریمی به مدت ۴ ماه (ماه اول (زمان صفر)، ماه دوم، ماه سوم، ماه چهارم) در دمای ۱۸°C- نگهداری و هر ماه با سه تکرار آنالیزهای میکروبی، شیمیایی، بافتی و حسی روی نمونه‌ها انجام شد.

شمارش باکتری‌های سرمادوست (PTC)

۱۰ گرم از نمونه آماده سوریمی در یک کیسه استومیکر قرار داده شد.

نمونه‌های سوریمی در داخل فویل آلومینیوم، به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۹۸°C بخارپز شدند [20]. سختی، پیوستگی، کشسانی و ضمغی و جویدن با استفاده از دستگاه بافت‌سنج QTS مدل CNS Farnell UK صورت گرفت. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب با انتهای استوانه‌ای (۲ سانتی‌متر قطر در ۲/۳ سانتی‌متر ارتفاع) با سرعت ۳۰ میلی‌متر در دقیقه از مرکز سوریمی، به عنوان شاخص سفتی محاسبه شد. نقطه شروع و نقطه هدف به ترتیب ۰/۵ نیوتن و ۲۵ میلی‌متر بود [21].

ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه‌ها به روش هدونیک و توسط ۱۵ نفر ارزیاب آموزش‌دیده زن و مرد با میانگین سنی ۳۵-۳۰ سال انجام شد. برای آماده‌سازی ۱/۵٪ نمک به نمونه‌های سوریمی اضافه شد. سپس نمونه‌های سوریمی در داخل فویل آلومینیوم، به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۹۸°C بخارپز شدند و پس از آن و در اختیار ارزیابان قرار گرفتند. بو، رنگ، بافت و طعم با مقیاس هدونیک با اصطلاحات توصیفی زیر رتبه‌بندی شدند [20]:

بافت (۱۵ دارای انسجام ماهی تازه، یک خمیری)، رنگ (۵ بدون تغییر رنگ، یک کاملاً رنگ پریده)، طعم (۱۰ مطلوب، یک کاملاً نامطلوب)، بو (۱۵ مطبوع، یک کاملاً نامطوبوع)

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تمام آزمایش‌ها با سه تکرار انجام و آنالیز واریانس یک‌طرفه برای مقایسه میانگین‌ها توسط نرم‌افزار SPSS 20.0 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. به منظور تعیین معنی‌داری بودن یا نبودن اختلافات بین میانگین صفات از آزمون چنددامنه‌ای دانکن استفاده شد. تمام مقایسه‌ها در سطح معنی‌داری ۵٪ مورد ارزیابی قرار گرفت. جداول به کمک نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۳ رسم شدند.

یافته‌ها

نتایج اندازه‌گیری بازهای ازته فرار در سوریمی کپور نقره‌ای در زمان‌های نگهداری در انجماد در جدول ۱ ذکر شده است. تغییرات مواد ازته نشان داد که از ماه اول تا ماه چهارم میزان این شاخص روند صعودی داشت و در تمامی تیمارها در ماه چهارم با اختلاف معنی‌دار بالاترین مقدار را داشت ($P < 0/05$). همچنین مقایسه تیمارها با یکدیگر نشان داد که در ماه سوم و چهارم تیمار ۲ با اختلاف معنی‌دار در مقایسه با شاهد مقدار کمتری را نشان داد (جدول ۱؛ $P < 0/05$).

جدول ۱ نتایج اندازه‌گیری مواد ازته فرار (TVB-N؛ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) در تیمارهای مختلف سوریمی کپور نقره‌ای طی نگهداری

تیمارها	ماه		
	اول	دوم	سوم
تیمار شاهد	۱۰/۲۴±۰/۳۹Aa	۱۴/۴۸±۰/۰۴Ba	۱۷/۹۸±۰/۱۳Ca
تیمار ۱	۱۰/۲۹±۰/۲۰Aa	۱۴/۲۱±۰/۴۳Ba	۱۷/۶۵±۰/۳۳Ca
تیمار ۲	۱۰/۱۳±۰/۲۴Aa	۱۳/۹۴±۰/۳۸Ba	۱۵/۸۹±۰/۳۸Cb

حروف متفاوت کوچک در ستون‌ها و حروف متفاوت بزرگ در ردیف‌ها، به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها و در زمان‌های مختلف نگهداری است ($P < 0/05$)

در جدول ۲، مقادیر پراکسید در تیمارهای مختلف مقایسه شده است. میزان پراکسید در ماه اول بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت ($P > 0/05$). در ماه دوم، سوم و چهارم، تیمار ۲ با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0/05$). در این تحقیق در تیمارهای شاهد، ۱ و ۲ روند تغییرات پراکسید نشان می‌دهد که از ماه اول تا

سپس ۹۰ میلی‌لیتر محلول نمک استریل به آن اضافه و پس از هموژنیزه کردن به مدت یک دقیقه با استفاده از دستگاه استومیکر M400 رقتی تا $10^{-۶}$ تهیه شد. شمارش باکتری‌های سرمادوست در محیط کشت پلت‌کانت آگار در دمای ۱۰°C به مدت ۷ روز صورت گرفت. تعداد باکتری‌ها به صورت یک واحد تشکیل کلونی (Log cfu/g) بیان شد [14].

شمارش باکتری‌های اسیدلاکتیک (LAB)

به منظور شمارش باکتری‌های اسیدلاکتیک از محیط کشت MRS آگار استفاده شد. یک میلی‌لیتر نمونه با میکروسپلر به پتری‌دیش خالی منتقل و سپس یک لایه محیط کشت مایع آماده شده به نمونه اضافه و پتری‌دیش را به طور سینوسی تکان داده تا نمونه با محیط کشت مخلوط و پس از سرد شدن لایه باریک دیگری به لایه اول اضافه و در انکوباتور ۳۰°C به مدت ۲-۳ روز نگهداری و سپس شمارش شدند [15].

اندازه‌گیری خصوصیات بافتی ژل

تست TPA با کمک دستگاه بافت‌سنج TA-XT2i مدل TA20 (کوپا؛ ایران) برای آنالیز بافت ژل انجام شد. ابتدا ژل سوریمی تهیه شده از پوشش مخصوص بسته‌بندی خارج شد و به ارتفاع یک سانتی‌متر برش خورد. نمونه‌ها توسط پروب دستگاه با قطر ۲/۵ سانتی‌متر دوبار تا ۲۰٪ ارتفاع اولیه با سرعت ثابت و پایدار ۳ میلی‌متر بر ثانیه کمپرس شدند. پارامترهایی که تعیین شد شامل سختی (بیشترین نیرو در اولین مرحله فشردن)، پیوستگی (مساحت نیروی مثبت فشردن مرحله دوم به مرحله اول)، کشسانی (مسافتی که در طی زمان ماده غذایی ارتفاع اولیه خود را بازیابی می‌کند)، صمغی بودن (سختی*پیوستگی)، جویدن (صمغی بودن*فشریت) بودند [16].

سنجش رنگ ژل سوریمی

ارزیابی رنگ با دستگاه رنگ‌سنج هانتز مدل HP200 (هانتز لب؛ ایالات متحده) انجام و فاکتورهای روشنایی L^* ، b^* و a^* اندازه‌گیری شدند، که a^* فاکتور قرمزی رنگ نمونه و از سبز (-۱۲۰) تا قرمز (+۱۲۰) متغیر است، b^* فاکتور زردی رنگ نمونه و از آبی (-۱۲۰) تا زرد (+۱۲۰) متغیر بوده و L^* فاکتور روشنایی رنگ است که از صفر تا ۱۰۰ متغیر است [17].

فاکتورهای شیمیایی

به منظور سنجش مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N) از دستگاه کدال اتوماتیک به روش پیرسون استفاده شد [18]. برای اندازه‌گیری پراکسید در نمونه‌ها، چربی موجود ابتدا به روش سرد با حلال کلروفرم خارج و سپس ۵/۵ میلی‌لیتر از محلول یدوریتاسیم اشباع، ۳۰ میلی‌لیتر از آب مقطر و ۵/۵ میلی‌لیتر محلول نشاسته ۱٪ به مجموعه اضافه و مقدار ید آزاد شده با محلول تیوسولفات سدیم ۰/۱ نرمال تیتر شد. برای اندازه‌گیری شاخص تیوباریتئوریک اسید از روش رنگ‌سنجی [19] استفاده شد. برای ارزیابی فساد هیدرولیتیک چربی‌ها عدد اسیدی یا مقدار اسید چرب آزاد نمونه‌های ماهی اندازه‌گیری شد. ۲۵ سی‌سی از الکل اتیلیک خنثی شده به وسیله سود نرمال به نمونه روغن اضافه شد. سپس در مرحله بعدی با کمک ۲ تا ۳ قطره معرف فنل‌فثالین و میزان مصرفی سود نرمال مقدار اسیدیته بر حسب درصد اسیداولئیک طبق رابطه زیر مشخص شد:

$$FFA = \frac{28/2 \times N/10 \times \text{حجم سود}}{\text{وزن نمونه روغن}}$$

ارزیابی بافت

برای آماده‌سازی ۱/۵٪ نمک به نمونه‌های سوریمی اضافه شد. سپس

ماه چهارم میزان این شاخص روند صعودی داشته است و در تمامی تیمارها در ماه چهارم بالاترین مقدار به دست آمد. بالاترین میزان پراکسید در ماه ۴ در تیمار شاهد (۳/۵۶±۰/۱۱ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم) مشاهده شد (جدول ۲؛ $p < 0.05$).

در جدول ۳، میزان تیوباریتوریک‌اسید (TBA) در ماه‌های مختلف نشان داده شده است، که روندی کاملاً مشابه با پراکسید داشت و با افزایش ماه سطح تیوباریتوریک افزایش یافت (جدول ۳).

مطابق جدول ۴، میزان اسیدهای چرب آزاد در ماه‌های اول و دوم بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت ($p > 0.05$) و در ماه‌های سوم و چهارم تیمار سوم با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ($p < 0.05$). در این تحقیق در تیمارهای شاهد، ۱ و ۲ روند تغییرات اسیدهای چرب آزاد نشان می‌دهد که از ماه اول تا ماه چهارم میزان این شاخص روند صعودی داشته است و در تمامی تیمارها در ماه چهارم بالاترین مقدار به دست آمد (جدول ۴؛ $p < 0.05$).

تعداد باکتری‌های سرمادوست (جدول ۵) در ماه‌های اول و دوم در تیمارهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری داشتند ($p < 0.05$). در این پژوهش روندی صعودی در هر ۴ تیمار روندی صعودی داشت (جدول ۵؛ $p < 0.05$).

جدول ۲ نتایج اندازه‌گیری میزان پراکسید (PV؛ میلی‌اکی‌والان گرم در کیلوگرم) در تیمارهای مختلف سوریمی کپور نقره‌ای طی نگهداری

تیمارها	ماه		
	اول	دوم	سوم
تیمار شاهد	۰/۸۷±۰/۱۵ ^{Aa}	۱/۹۳±۰/۰۵ ^{Ba}	۲/۶۲±۰/۰۵ ^{Ca}
تیمار ۱	۰/۸۹±۰/۰۲۰ ^{Aa}	۱/۹۷±۰/۱۴ ^{Ba}	۲/۶۵±۰/۱۱ ^{Ca}
تیمار ۲	۰/۸۹±۰/۰۰۵ ^{Aa}	۱/۶۲±۰/۱۳ ^{Bb}	۲/۳۲±۰/۰۹ ^{Cb}

حروف متفاوت کوچک در ستون‌ها و حروف متفاوت بزرگ در ردیف‌ها، به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها و در زمان‌های مختلف نگهداری است ($p < 0.05$)

جدول ۳ میزان تیوباریتوریک‌اسید (TBA؛ میلی‌گرم مالون‌آلدئید در کیلوگرم) در تیمارهای مختلف سوریمی کپور نقره‌ای طی نگهداری

تیمارها	ماه		
	اول	دوم	سوم
تیمار شاهد	۰/۶۳±۰/۰۰۴ ^{Aa}	۰/۷۶±۰/۰۱۱ ^{Ba}	۰/۹۵±۰/۰۰۶ ^{Ca}
تیمار ۱	۰/۵۹±۰/۰۰۸ ^{Aa}	۰/۷۵±۰/۰۰۲ ^{Ba}	۰/۹۲±۰/۰۰۲ ^{Ca}
تیمار ۲	۰/۶۱±۰/۰۰۶ ^{Aa}	۰/۷۲±۰/۰۰۳ ^{Bb}	۰/۸۹±۰/۰۰۳ ^{Cb}

حروف متفاوت کوچک در ستون‌ها و حروف متفاوت بزرگ در ردیف‌ها، به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها و در زمان‌های مختلف نگهداری است ($p < 0.05$)

جدول ۴ نتایج اندازه‌گیری اسیدهای چرب آزاد (FFA؛ برحسب درصد) در تیمارهای مختلف سوریمی کپور نقره‌ای طی نگهداری

تیمارها	ماه		
	اول	دوم	سوم
تیمار شاهد	۰/۵۲±۰/۰۱۰ ^{Aa}	۰/۶۶±۰/۰۰۶ ^{Ba}	۰/۸۴±۰/۰۰۶ ^{Ca}
تیمار ۱	۰/۴۹±۰/۰۰۵ ^{Aa}	۰/۶۹±۰/۰۰۴ ^{Ba}	۰/۸۷±۰/۰۰۶ ^{Ca}
تیمار ۲	۰/۴۸±۰/۰۰۳ ^{Aa}	۰/۶۶±۰/۰۰۳ ^{Bb}	۰/۷۲±۰/۰۰۳ ^{Cb}

حروف متفاوت کوچک در ستون‌ها و حروف متفاوت بزرگ در ردیف‌ها، به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها و در زمان‌های مختلف نگهداری است ($p < 0.05$)

جدول ۵ مقایسه میزان تغییرات تعداد باکتری‌های سرمادوست (PTC) در تیمارهای مختلف سوریمی کپور نقره‌ای طی نگهداری

تیمارها	ماه		
	اول	دوم	سوم
تیمار شاهد	۴/۲۳±۰/۱۱ ^{Aa}	۵/۷۷±۰/۰۹ ^{Ba}	۶/۴۶±۰/۱۳ ^{Ca}
تیمار ۱	۴/۱۲±۰/۱۳ ^{Aa}	۵/۷۰±۰/۰۵ ^{Ba}	۶/۴۰±۰/۰۲ ^{Ca}
تیمار ۲	۴/۴۰±۰/۱۳ ^{Aa}	۵/۳۳±۰/۱۲ ^{Bb}	۶/۵۵±۰/۱۹ ^{Ca}

حروف متفاوت کوچک در ستون‌ها و حروف متفاوت بزرگ در ردیف‌ها، به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها و در زمان‌های مختلف نگهداری است ($p < 0.05$)

تعداد باکتری‌های اسیدلاکتیک در هر سه تیمار مورد بررسی در ماه‌های دوم، سوم و چهارم انجامد اختلاف معنی‌داری داشتند ($p < 0.05$). در این پژوهش در هر ۳ تیمار تعداد باکتری‌های اسیدلاکتیک روند صعودی داشت. در ماه چهارم، بالاترین و پایین‌ترین میزان باکتری‌های اسیدلاکتیک به ترتیب در تیمار یک (۴/۸۶±۰/۱۰ Log cfu/g) و کمترین تعداد در تیمار ۲ (۴/۷۷±۰/۱۰ Log cfu/g) اندازه‌گیری شد ($p < 0.05$). در جدول ۶، روند تغییرات باکتری‌های اسیدلاکتیک در ۳ تیمار و طی ۴ ماه انجامد نشان داده شده است (جدول ۶).

جدول ۶ مقایسه میزان تغییرات باکتری‌های اسیدلاکتیک در تیمارهای مختلف سوریمی کپور نقره‌ای طی نگهداری

تیمارها	ماه		
	اول	دوم	سوم
تیمار شاهد	۲/۰۰±۰/۰۱ ^{Aa}	۳/۷۹±۰/۰۳ ^{Ba}	۴/۴۵±۰/۰۵ ^{Ca}
تیمار ۱	۲/۰۰±۰/۰۴ ^{Aa}	۳/۸۹±۰/۰۲ ^{Bb}	۴/۴۰±۰/۰۶ ^{Ca}
تیمار ۲	۲/۰۰±۰/۰۵ ^{Aa}	۳/۴۲±۰/۱۰ ^{Bc}	۴/۱۴±۰/۰۹ ^{Cb}

حروف متفاوت کوچک در ستون‌ها و حروف متفاوت بزرگ در ردیف‌ها، به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها و در زمان‌های مختلف نگهداری است ($p < 0.05$)

ارزیابی حسی

در این پژوهش، در تیمارهای شاهد، ۱ و ۲ فاکتورهای بو، رنگ، طعم و مزه در ماه اول و دوم بالاترین امتیاز را داشتند ولی از ماه سوم تا چهارم تمامی تیمارها روند نزولی پیدا کردند ($p < 0.05$). فاکتور بافت در تیمار شاهد و یک از ماه اول تا ماه چهارم روند نزولی داشت، ولی در تیمار ۲ در ماه اول تا سوم دارای بالاترین امتیاز (۵) بود ولی در ماه چهارم این مقدار کاهش یافت. در فاکتور بو پایین‌ترین امتیاز در ماه چهارم در تیمار شاهد و یک (۱۲) به دست آمد، در فاکتور رنگ و بافت، پایین‌ترین امتیاز در ماه چهارم در تیمار شاهد (۳) ثبت شد. در مورد فاکتور طعم و مزه، پایین‌ترین امتیاز در ماه چهارم در تیمار شاهد و یک (۷) بود. در این تحقیق با توجه به امتیازهای به‌دست‌آمده در ماه چهارم، تیمار ۲، در تمامی فاکتورهای ارزیابی حسی نسبت به تیمارهای دیگر بهترین امتیاز را داشت (جدول ۷؛ $p < 0.05$).

جدول ۷ نتایج ارزیابی حسی در تیمارهای مختلف سوریمی کپور نقره‌ای طی نگهداری

پارامتر	تیمار	زمان نگهداری (ماه)		
		اول	دوم	سوم
بو	تیمار شاهد	۱۵±۰/۰۱ ^{Aa}	۱۵±۰/۰۱ ^{Aa}	۱۲±۰/۰۲ ^{Ba}
	تیمار ۱	۱۵±۰/۰۳ ^{Aa}	۱۵±۰/۰۳ ^{Bb}	۱۳±۰/۰۲ ^{Ca}
	تیمار ۲	۱۵±۰/۰۱ ^{Aa}	۱۵±۰/۰۱ ^{Aa}	۱۴±۰/۰۲ ^{Cb}
رنگ	تیمار شاهد	۵±۰/۰۴ ^{Aa}	۵±۰/۰۲ ^{Aa}	۴±۰/۰۱ ^{Ba}
	تیمار ۱	۵±۰/۰۱ ^{Aa}	۵±۰/۰۲ ^{Aa}	۴±۰/۰۳ ^{Bb}
	تیمار ۲	۵±۰/۰۱ ^{Aa}	۵±۰/۰۱ ^{Aa}	۴±۰/۰۲ ^{Bb}
بافت	تیمار شاهد	۵±۰/۰۱ ^{Aa}	۴±۰/۰۲ ^{Ba}	۴±۰/۰۲ ^{Bb}
	تیمار ۱	۵±۰/۰۲ ^{Aa}	۴±۰/۰۲ ^{Bb}	۴±۰/۰۴ ^{Bb}
	تیمار ۲	۵±۰/۰۱ ^{Aa}	۵±۰/۰۱ ^{Ab}	۴±۰/۰۳ ^{Bb}
طعم و مزه	تیمار شاهد	۱۰±۰/۰۱ ^{Aa}	۱۰±۰/۰۲ ^{Aa}	۸±۰/۰۵ ^{Ca}
	تیمار ۱	۱۰±۰/۰۲ ^{Aa}	۱۰±۰/۰۱ ^{Aa}	۸±۰/۰۴ ^{Ca}
	تیمار ۲	۱۰±۰/۰۱ ^{Aa}	۱۰±۰/۰۳ ^{Aa}	۹±۰/۰۲ ^{Bb}

حروف متفاوت کوچک در ستون‌ها و حروف متفاوت بزرگ در ردیف‌ها، به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها و در زمان‌های مختلف نگهداری است ($p < 0.05$)

بافت‌سنجی

در تیمارهای شاهد، ۱ و ۲ روند اندازه‌گیری فاکتورهای بافت‌سنجی نشان داد که از ماه اول تا ماه چهارم میزان این شاخص‌ها روند نزولی

روند کاهشی را نشان داد. بیشترین و کمترین میزان فاکتور صمغی به ترتیب در ماه اول تیمار ۱ ($32/51 \pm 0.25$) و ماه چهار تیمار ۱ ($30/25 \pm 0.1$) ثبت شد (جدول ۸: $p < 0.05$).

رنگ سنجی

فاکتورهای L^* ، a^* و b^* در ماه‌های اول و دوم بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نداشتند ($p > 0.05$) اما در ماه‌های سوم و چهارم فاکتورهای L^* ، a^* و b^* در تیمارهای مورد مطالعه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند ($p < 0.05$). فاکتورهای L^* ، a^* و b^* در تیمارهای شاهد، ۱ و ۲ از ماه اول تا ماه چهارم روند نزولی داشت و در تمامی تیمارها در ماه چهارم به کمترین مقدار رسیدند ($p < 0.05$) اما هر سه فاکتور در تیمارهای دارای کنجد در مقایسه با شاهد مقادیر بالاتری داشتند (جدول ۹).

داشت و در تمامی تیمارها در ماه چهارم کمترین مقدار به دست آمد. بیشترین و کمترین میزان فاکتور سختی به ترتیب در ماه اول تیمار یک ($59/65 \pm 0.04$) و ماه چهارم تیمار شاهد ($41/81 \pm 0.025$) ثبت شد ($p < 0.05$). بیشترین و کمترین میزان فاکتور پیوستگی به ترتیب در ماه اول تیمار ۲ ($0/93 \pm 0.02$) و ماه اول تیمار ۱ ($0/44 \pm 0.01$) ثبت شد. در مورد میزان فاکتور کشسانی بیشترین و کمترین به ترتیب در ماه اول تیمار ۱ ($0/96 \pm 0.01$) و ماه چهارم تیمار شاهد ($0/70 \pm 0.01$) تشخیص داده شد. بیشترین و کمترین‌ترین میزان فاکتور جویدن به ترتیب در ماه اول تیمار ۱ ($447/18 \pm 0.25$) و ماه چهارم تیمار شاهد ($341/28 \pm 0.01$) بود. فاکتور صمغی در تیمار شاهد از ماه اول تا ماه سوم افزایش یافت، اما در ماه چهارم کاهش نشان داد. این پارامتر در تیمار ۲ از ماه اول تا دوم افزایش و از ماه دوم تا چهارم

جدول ۸) میزان پارامترهای بافت‌سنجی در تیمارهای مختلف سوریمی کپور نقره‌ای طی نگهداری

پارامتر	تیمار	ماه ۱	ماه ۲	ماه ۳	ماه ۴
سختی	تیمار شاهد	$55/22 \pm 0.1Aa$	$52/45 \pm 0.1Ba$	$51/40 \pm 0.1Ca$	$41/81 \pm 0.25Da$
	تیمار ۱	$59/65 \pm 0.04Aa$	$48/81 \pm 0.2Bb$	$48/21 \pm 0.2Cb$	$44/14 \pm 0.2Db$
	تیمار ۲	$56/45 \pm 0.3Aa$	$58/43 \pm 0.1Bc$	$52/68 \pm 0.1Cc$	$47/26 \pm 0.1Dc$
پیوستگی	تیمار شاهد	$0/50 \pm 0.0Aa$	$0/60 \pm 0.1Ba$	$0/67 \pm 0.1Ca$	$0/78 \pm 0.1Da$
	تیمار ۱	$0/44 \pm 0.0Aa$	$0/57 \pm 0.1Bb$	$0/64 \pm 0.1Cb$	$0/64 \pm 0.1Db$
	تیمار ۲	$0/93 \pm 0.02Aa$	$0/55 \pm 0.1Bc$	$0/60 \pm 0.1Cc$	$0/73 \pm 0.1Dc$
کشسانی	تیمار شاهد	$0/94 \pm 0.0Aa$	$0/89 \pm 0.1Ba$	$0/82 \pm 0.1Ca$	$0/70 \pm 0.1Da$
	تیمار ۱	$0/96 \pm 0.0Aa$	$0/87 \pm 0.1Bb$	$0/86 \pm 0.1Cb$	$0/78 \pm 0.1Db$
	تیمار ۲	$0/92 \pm 0.0Aa$	$0/91 \pm 0.1Bc$	$0/84 \pm 0.1Cc$	$0/73 \pm 0.1Dc$
صمغی	تیمار شاهد	$30/53 \pm 0.1Aa$	$31/16 \pm 0.2Ba$	$31/45 \pm 0.1Ca$	$30/67 \pm 0.1Da$
	تیمار ۱	$32/51 \pm 0.25Aa$	$32/18 \pm 0.15Bb$	$30/71 \pm 0.25Cb$	$30/25 \pm 0.1Db$
	تیمار ۲	$31/69 \pm 0.2Aa$	$32/52 \pm 0.15Bc$	$31/31 \pm 0.2Cc$	$30/76 \pm 0.15Dc$
جویدن	تیمار شاهد	$438/31 \pm 0.2Aa$	$368/50 \pm 0.1Ba$	$379/68 \pm 0.2Ca$	$341/28 \pm 0.1Da$
	تیمار ۱	$447/18 \pm 0.25Aa$	$421/76 \pm 0.2Bb$	$388/28 \pm 0.1Cb$	$355/48 \pm 0.2Db$
	تیمار ۲	$446/86 \pm 0.1Aa$	$417/34 \pm 0.15Bc$	$394/59 \pm 0.2Cc$	$362/48 \pm 0.15Dc$

حروف متفاوت کوچک در ستون‌ها و حروف متفاوت بزرگ در ردیف‌ها، به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها و در زمان‌های مختلف نگهداری است ($p < 0.05$)

جدول ۹) نتایج پارامتر رنگ‌سنجی در تیمارهای مختلف سوریمی کپور نقره‌ای طی نگهداری

پارامتر	تیمار	ماه ۱	ماه ۲	زمان نگهداری (ماه)	ماه ۴
L^*	تیمار شاهد	$65/28 \pm 0.1Aa$	$64/76 \pm 0.15Ba$	$62/18 \pm 0.1Ca$	$58/66 \pm 0.25Db$
	تیمار ۱	$65/60 \pm 0.1Aa$	$64/21 \pm 0.25Ba$	$62/13 \pm 0.15Ca$	$57/94 \pm 0.2Da$
	تیمار ۲	$65/74 \pm 0.2Aa$	$64/24 \pm 0.3Ba$	$62/24 \pm 0.2Ca$	$57/45 \pm 0.05Da$
a^*	تیمار شاهد	$1/76 \pm 0.1Aa$	$1/29 \pm 0.2Bc$	$1/56 \pm 0.1Ca$	$1/39 \pm 0.1Dc$
	تیمار ۱	$1/78 \pm 0.1Aa$	$1/63 \pm 0.1Bb$	$1/50 \pm 0.1Ca$	$1/30 \pm 0.1Db$
	تیمار ۲	$1/86 \pm 0.25Aa$	$1/56 \pm 0.15Ba$	$1/41 \pm 0.05Ca$	$1/24 \pm 0.1Da$
b^*	تیمار شاهد	$-4/70 \pm 0.1Aa$	$-3/13 \pm 0.1Ba$	$-1/36 \pm 0.1Ca$	$-0/54 \pm 0.2Da$
	تیمار ۱	$-4/24 \pm 0.15Aa$	$-3/48 \pm 0.2Bb$	$-2/58 \pm 0.15Cb$	$-1/63 \pm 0.2Db$
	تیمار ۲	$-4/58 \pm 0.2Aa$	$-3/52 \pm 0.1Bc$	$-2/40 \pm 0.1Cc$	$-1/91 \pm 0.2Dc$

حروف متفاوت کوچک در ستون‌ها و حروف متفاوت بزرگ در ردیف‌ها، به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها و در زمان‌های مختلف نگهداری است ($p < 0.05$)

بحث

دیده شده است که با یافته‌های مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد. مجموع بازهای ازته فرار به‌طور عمده متشکل از تری‌متیل‌آمین، دی‌متیل‌آمین، آمونیاک و سایر ترکیبات نیتروژنی فرار مرتبط با فساد غذاها است، که توسط باکتری‌های مولد فساد، آنزیم‌های اتولیتیک، دامیناسیون اسیدهای آمینه و نوکلئیدها تولید می‌شود و نشانه تخریب و تجزیه پروتئین است [26، 27]. شفاهی و همکاران [28] کنجد را دانه گیاهی سرشار از مواد فنی با خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی گزارش کردند که با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد، زیرا حضور کنجد توانست بار میکروبی سوریمی را کنترل کند که این کاهش، کاهش مواد ازته فرار را به دنبال داشت.

اندازه‌گیری میزان بازهای نیتروژنی فرار به‌عنوان یکی از شاخص‌های تازگی و کیفیت فیله ماهیان کاربرد دارد [22]. در تحقیق حاضر میزان TVB-N سوریمی در ماه اول (زمان صفر) تفاوت معنی‌داری با هم نداشت ($p > 0.05$) اما طی ماه‌های دوم، سوم و چهارم آزمایش ضمن روندی افزایشی در تمام تیمارها، همواره تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$) بیشترین میزان TVB-N را در مقایسه با سایر تیمارها داشت. روند افزایشی میزان بازهای نیتروژنی فرار در فیله آنچوی (*Engraulis encrasicolus*) [23] و فیله قزل‌آلا [24] و نیز فیله کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) [25] نیز

در واقع ترکیبات کنگد توانستند سبب جد کردن آمین‌ها از ترکیبات نیتروژنی غیرفرار شوند و از این طریق رشد باکتری‌ها را به حداقل برساند که در مطالعه‌ای در بررسی تاثیر عصاره پونه‌کوهی (*Mentha longifolia*) بر ماندگاری فیله کپور دریایی نیز مشاهده شده است و علت آن را نیز وجود ترکیبات ضدباکتریایی نظیر فنل‌ها و گروه هیدروکسیل آنها گزارش کردند که با ایجاد اختلال در غشای سیتوپلاسمی، شکستن و ازهم‌گسیختن نیروی حرکتی پروتون سبب انعقاد و کوآگولاسیون محتویات سلولی می‌شود [29]. مقدار TVB-N بین ۱۰ تا ۳۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه به‌ترتیب نشان‌دهنده تازگی و غیرقابل مصرف‌بودن ماده غذایی است [30]. همچنین در ماهیان میزان ۲۰-۱۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بازهای نیتروژنی فرار نشان‌دهنده کیفیت مطلوب و میزان ۵۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نشان‌دهنده کیفیت پایین است [31]، که با توجه به نتایج تا پایان دوره نگهداری میزان این فاکتور در محدوده مجاز بود.

اکسیداسیون چربی در ماهیان، به دلیل دارا بودن مقادیر بالای اسیدچرب غیراشباع پس از مرگ دارای اهمیت فراوانی است و از عوامل اساس نامطلوب شدن طعم و مزه در آنها محسوب می‌شود [32]. به‌منظور ارزیابی درجه اکسیداسیون لیپید در ماهیان به شکل وسیعی از شاخص پراکسید استفاده می‌شود. در مطالعه حاضر مقادیر پراکسید طی دوره نگهداری در همه تیمارها افزایش معنی‌داری داشت، در بررسی خانی‌پور و همکاران [33]، شاخص‌های شیمیایی فساد و تعیین ماندگاری برگر تلفیقی (ماهی کیلکا- کپور نقره‌ای) مقادیر پراکسید با گذشت زمان، در تمامی تیمارها افزایش یافت. میزان پراکسید قابل قبول پیشنهادی ۲۰-۱۰ میلی‌اکی‌والان پراکسید در کیلوگرم چربی گزارش شده است [34] که در این پژوهش میزان شاخص عدد پراکسید از حد مجاز تجاوز نکرده و در حد مطلوب قرار داشت.

از مهم‌ترین دلایل افزایش عدد پراکسید در طول نگهداری افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب است [33]. مانسینی و همکاران [35] وجود ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در تیموس و لگاریس (*Thymus vulgaris*) را عامل کاهش فعالیت اکسیداسیونی ذکر کردند. علی‌مردیان و همکاران [25] در بررسی تاثیر اسانس گشنیز روی فعالیت آنتی‌اکسیدانی فیله ماهی شوریده، وجود ترکیبات فنولی و ترکیبات ترپنوئیدی نظیر هگزادکان را دلیل کاهش میزان پراکسید در فیله شوریده دانستند. دانه کنگد دارای درصد بالایی از آنتی‌اکسیدان‌ها نظیر سزامول، سزامولین، پلی‌فنل و لیگنان هستند که این امر سبب خاصیت آنتی‌اکسیدانی کنگد شده است که در مطالعات شفاهی و همکاران [28] و بوپتیا و مدهوجیت [10] نیز ذکر شده است. علاوه بر ترکیبات بالا، دانه کنگد حاوی توکوفرول نیز است. این ترکیب نیز یک آنتی‌اکسیدان قوی به شمار می‌آید که با افزایش سطح کنگد این فعالیت افزایش معنی‌داری دارد [36]. با توجه به مواد آنتی‌اکسیدانی در کنگد، افزایش پراکسید در تیمار دارای سطح بالاتر کنگد روند کندتری نسبت به تیمار یک به‌ویژه تیمار شاهد داشت ($p < 0.05$)، که با یافته‌های مطالعات ذکرشده هم‌خوانی دارد. افزایش سطح فعالیت آنتی‌اکسیدانی با افزایش سطح کنگد در مطالعه /میدی و همکاران [37] نیز گزارش شده است. بهنام و علی‌کبرلو [38] وجود ترکیبات مشابه در اسانس آویشن شیرازی و پونه کوهی را عامل کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی گوشت مرغ ذکر کردند.

به‌منظور ارزیابی درجه اکسیداسیون لیپید در ماهیان به طور وسیعی از شاخص تیوباربیتوریک اسید استفاده می‌شود، که میزان محصولات ثانویه اکسیداسیون به‌ویژه آلدئیدها را نشان می‌دهد [39].

علاوه بر روند افزایشی در تمام تیمارها، بیشترین و کمترین میزان تیوباربیتوریک‌اسید به‌ترتیب در ماه ۴ در تیمار یک (19.5 ± 0.35 میلی‌گرم مالون‌آلدئید در کیلوگرم) و ماه ۱ در تیمار ۱ (0.8 ± 0.008 میلی‌گرم مالون‌آلدئید در کیلوگرم) اندازه‌گیری شد. میزان مجاز تیوباربیتوریک‌اسید در گوشت ماهی ۲-۱ میلی‌گرم مالون‌آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی است [40] که با توجه به حداکثر ذکرشده، نتایج نشان می‌دهند که سوریمی کپور نقره‌ای چه در تیمار شاهد و چه در تیمار دریافت‌کننده کنگد در محدوده مجاز قرار داشت. میزان تغییرات تیوباربیتوریک‌اسید در سوریمی از روز صفر تا پایان ماه چهارم نگهداری روندی افزایشی داشته و میزان این پارامتر در تیمار ۲ (2.5 گرم در کیلوگرم) با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ($p < 0.05$).

شبنم‌پور و همکاران [41] وجود مواد آنتی‌اکسیدانی در عصاره آویشن را عاملی برای کنترل میزان تیوباربیتوریک‌اسید در فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان بسته‌بندی‌شده ذکر کردند. بعد از مرگ ماهی آنزیم‌های هیدرولیزکننده چربی می‌توانند میزان اسیدهای چرب آزاد گوشت ماهی را افزایش دهند [3, 42]. بنابراین تعیین میزان اسیدهای چرب آزاد یک شاخص خوب برای بیان اثر آنزیم‌های لیپولیتیک در چربی ماهیان است [42, 43]. در تیمارهای شاهد، ۱ و ۲ روند تغییرات اسیدهای چرب آزاد نشان داد، که از ماه اول تا ماه چهارم میزان این شاخص روند صعودی داشته و در تمامی تیمارها در ماه چهارم بالاترین مقدار به دست آمد. در مطالعه شبنم‌پور و همکاران [41]، سوریمی ماهی فیتوفاگ، در زمان نگهداری به‌صورت منجمد میزان اسیدهای چرب آزاد طی ۶ ماه نگهداری افزایش معنی‌داری داشت. همچنین نتایج مطالعه جعفرپور و همکاران [44]، روی خمیر ماهیان فیتوفاگ و بیگ‌هد پس از شست‌وشو با آب نمک و فرمولاسیون بهینه آن طی نگهداری در شرایط انجماد 18°C ، نشان داد اکسیداسیون چربی‌ها با پیشرفت زمان روند افزایشی داشته که مشابه با پژوهش حاضر است. آنزیم‌های لیپاز و فسفولیپاز در گوشت ماهی، هیدرولیز استرهای اسیدچرب گلیسرول را کاتالیز می‌کنند، که منتج به تشکیل اسیدهای چرب آزاد می‌شود [44]. وجود ترکیبات آنتی‌اکسیدانی عامل کاهش اکسیداسیون این ترکیبات است. مطالعات مختلف نظیر جاهدخانیک و همکاران [45] وجود ترکیبات فنلی و آنتی‌اکسیدانی در پودر کنگد را عامل به‌تاخیرانداختن هیدرولیز چربی‌ها دانستند.

شمارش باکتری‌ها معیاری برای پی‌بردن به کیفیت بهداشتی یک محصول است که غیرقابل مصرف‌بودن محصول را بیان می‌کند [34]. تغییرات باکتری‌های اسیدلاکتیک (LB) گوشت قزل‌آلای رنگین‌کمان در طول دوره نگهداری (چهار ماه) در جدول ۵ ذکر شده است. میزان باکتری‌های اسیدلاکتیک (LB) اولیه سوریمی در هر سه تیمار برابر با 2 Log cfu/g بود که با توجه به استاندارد 6 Log cfu/g که نشان‌دهنده سلامت گونه‌های مختلف آب شیرین است، می‌توان ذکر کرد که سوریمی تولیدی از نظر وضعیت بار میکروبی در شروع آزمایش در سلامت قرار داشت [32].

در این تحقیق در تیمارهای شاهد، ۱ و ۲ روند تغییرات باکتری‌های اسیدلاکتیک به‌عنوان یکی از مهم‌ترین میکروارگانیسم‌های عامل فساد در ماهی [46] نشان داد که از ماه اول تا ماه چهارم میزان این شاخص روند صعودی داشت و در تمامی تیمارها در ماه چهارم بالاترین مقدار به دست آمد. در مورد باکتری‌های سرماگرا روند صعودی مشابه با باکتری‌های اسیدلاکتیک بود اما در هر دو گروه باکتریایی، افزایش سطح کنگد موجب کاهش رشد باکتری‌ها شد. تارکن و همکاران [47] در مطالعه‌ای که روی تاثیر ۹ عصاره گیاهی و

و بهترین زمان ماندگاری با توجه به میزان بازهای نیتروژنی فرار و آنالیز میکروبی بیشتر از ۴ ماه است. همچنین افزودن کنجد سبب تغییر رنگ سوریمی شده و زردی را افزایش و روشنایی یا درخشندگی را کاهش داد.

تشکر و قدردانی: بر خود لازم می‌دانیم از معاونت محترم پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز تشکر و قدردانی نماییم.

تأییدیه اخلاقی: موردی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع: نویسندگان اعلام می‌دارند هیچ‌گونه تعارض منافع وجود ندارد.

سهم نویسندگان: ایلدا کاویانی (نویسنده اول)، نگارنده مقدمه/پژوهشگر اصلی/تحلیلگر آماری (۴۰٪)؛ لاله رومیانی (نویسنده دوم)، روش‌شناس/تحلیلگر آماری/نگارنده بحث (۶۰٪)

منابع مالی: بخشی از تأمین اعتبار این پایان‌نامه از دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز و بخش دیگر توسط دانشجو انجام شده است.

منابع

- Siddaiah D, Vidya Sagar Reddy G, Raju CV, Chandrasekhar TC. Changes in lipids, proteins and kamaboko forming ability of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) mince during frozen storage. *Food Res Int*. 2001;34(1):47-53.
- Barrera AM, Ramírez JA, González-Cabriaes JJ, Vázquez M. Effect of pectins on the gelling properties of surimi from silver carp. *Food Hydrocoll*. 2002;16(5):441-7.
- Silva JL, Ammerman GR. Composition, lipid changes, and sensory evaluation of two sizes of channel catfish during frozen storage. *J Appl Aquac*. 1993;2(2):39-50.
- Nopianti R, Huda N, Ismail N. A review on the loss of the functional properties of proteins during frozen storage and the improvement of gel-forming properties of surimi. *Am J Food Technol*. 2011;6(1):19-30.
- Vidya Sagar Reddy G, Srikanth LN. Preprocessing ice storage effects on functional properties of fish mince protein. *J Food Sci*. 1991;56(4):965-8.
- Luo Y, Shen H, Pan D, Bu G. Gel properties of surimi from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) as affected by heat treatment and soy protein isolate. *Food Hydrocoll*. 2008;22(8):1513-9.
- Chen YC, Jaczynski J. Protein recovery from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) processing byproducts via isoelectric solubilization/precipitation and its gelation properties as affected by functional additives. *J Agric Food Chem*. 2007;55(22):9079-88.
- Al-Jabri NN, Amzad Hossain M. Comparative chemical composition and antimicrobial activity study of essential oils from two imported lemon fruits samples against pathogenic bacteria. *Beni Suef Univ J Basic Appl Sci*. 2014;3(4):247-53.
- Mohdaly AAA, Smetanska I, Ramadan MF, Sarhan MA, Mahmoud A. Antioxidant potential of sesame (*Sesamum indicum*) cake extract in stabilization of sunflower and soybean oils. *Ind Crops Prod*. 2011;34(1):952-9.
- Bopitiya D, Madhujith T. Antioxidant activity and total phenolic content of sesame (*Sesamum indicum* L.) seed oil. *Trop Agric Res*. 2013;24(3):296-302.
- Hussain SA, Hameed A, Ajmal I, Nosheen S, Suleria HAR, Song Y. Effects of sesame seed extract as a natural antioxidant on the oxidative stability of sunflower oil. *J Food Sci Technol*. 2018;55(10):4099-110.
- Salimzadeh S, Azammad D. Production of mixed blend of lime and sesame seeds with olive oil and its qualitative

شهبازی و شویسی^[48] در مطالعه‌ای که روی عصاره *منتا اسپیکا* (*Mentha spicata*) انجام دادند، وجود مواد آنتی‌اکسیدانی و ضدباکتریایی فنولی را عاملی مهم در کاهش سرعت رشد باکتری‌ها در مواد غذایی ذکر کردند که با توجه به وجود چنین موادی در کنجد می‌توان عنوان کرد که دو مطالعه با یکدیگر هم‌خوانی دارد. جمعیت میکروبی گوشت ماهی به دلیل عوامل محدودکننده حاصل از رشد خودشان بیشتر از حدود 10^4 cfu/g افزایش نمی‌یابد^[46]، از این رو محدوده مجاز برای گوشت 10^4 Log cfu/g در نظر گرفته شده است. در این تحقیق تعداد باکتری‌های اسیدلاکتیک از ماه اول تا ماه چهارم در محدوده $4/86 - 2/00$ و باکتری‌های سرماگرا از ماه اول تا ماه چهارم در محدوده $4/23 - 6/86$ قرار داشتند که نشان می‌دهد تعداد باکتری‌ها از میزان مجاز پایین‌تر بود. در این مطالعه، به منظور بررسی تأثیر کنجد روی ویژگی‌های بافتی سوریمی، از پنج پارامتر سختی، پیوستگی، کشسانی، صمغی و جویدن استفاده شد. نتایج این بررسی نشان می‌دهند ضمن کاهش کیفیت سوریمی با افزایش زمان نگهداری، با افزایش سطح کنجد در سوریمی، کاهش کیفیت روند آهسته‌تری را داشته و کمترین کاهش کیفیت در مقایسه با ماه اول در تیمار ۲ با بالاترین سطح کنجد اندازه‌گیری شد. کنجد حاوی مقادیر بالایی پروتئین است^[49]، که به دلیل داشتن رطوبت، فعالیت آبی و محتوای فیبری پذیرش حسی بالایی را در افراد ایجاد می‌کند^[50]. همچنین در مطالعات کریمی و همکاران^[51] عنوان کردند که کنجاله کنجد سبب افزایش مزه و بوی مطلوب در ماده غذایی می‌شود. همچنین در درصدهای بالای کنجد به دلیل جذب رطوبت سوریمی توسط کنجد، سفتی و پیوستگی بافت افزایش می‌یابد و این امر سبب افزایش پارامترهای بافتی ذکر شده، شد. جذب رطوبت توسط کنجد در مطالعه پیغمبردوست و همکاران^[52] نیز ذکر شده است. بین نمونه‌ها بیشترین امتیاز ارزیابی حسی (رنگ، بو، بافت و طعم و مزه) به سوریمی با درصد بالاتر کنجد تعلق داشت از جمله دلایل این امر را می‌توان به وجود توکوفرول در دانه کنجد مرتبط دانست^[23]. توکوفرول‌ها ترکیبات آروماتیکی محلول در چربی هستند که عطر و طعم مطلوبی به سوریمی می‌دهند و وجود کنجد به دلیل ایجاد جلا و براقیت^[52] در سوریمی سبب افزایش پذیرش سوریمی توسط ارزیاب‌ها شده است. در بحث رنگ‌سنجی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فاکتورهای نشان‌دهنده کیفیت سوریمی، در تیمارهای ۱ و ۲ فاکتورهای L^* ، a^* و b^* از ماه اول تا ماه چهارم روند نزولی داشت و تمامی تیمارها در ماه چهارم به کمترین مقدار رسیدند. میزان مولفه رنگی L^* تحت تأثیر بافت و خصوصیات (به لحاظ میزان چروکیدگی و یا یکنواختی سطح) نمونه‌های تولیدی است، به این معنا که سطح صاف و منظم نسبت به سطوح چین‌دار توانایی بیشتری در افزایش میزان مولفه رنگی L^* دارد^[53]. در مطالعه حاضر نیز افزایش سطح کنجد با ایجاد سطحی نامنظم، سبب افزایش انعکاس نور شده و بالطبع میزان مولفه رنگی L^* را کاهش داده است. همچنین کنجد به سبب رنگ تیره‌ای که دارد، مانع از افزایش رنگ قرمزی شد و به‌علت خاصیت امولسیون‌کنندگی پروتئین کنجد و پخش رنگ زرد ناشی از رنگدانه‌های کنجد سبب افزایش رنگ زرد سوریمی شد. نتایج این مطالعه نشان داد که افزودنی‌ها در ویژگی‌های رنگ سوریمی دارای تأثیرات معنی‌داری هستند^[54].

نتیجه‌گیری

در مجموع با توجه به بازهای نیتروژنی فرار، بار میکروبی، پراکسید، اسیدهای چرب آزاد و تیوباریتیوریک‌اسید، از بین تیمارهای مورد بررسی، بهترین تیمار، تیمار ۲۵/۰ گرم در کیلوگرم پودر دانه کنجد بود

- 30- Singhal RS, Kulkarni PR, Rege DV. Handbook of indices food quality and authenticity. Cambridge: Woodhead Publishing Limited; 1997.
- 31- Connell JJ. Control of fish quality. 3rd Edition. Fishing News Book; 1990.
- 32- Peiretti PG, Gai F, Ortoffi M, Aigotti R, Medana C. Effects of rosemary oil (*Rosmarinus officinalis*) on the shelf-life of minced rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during refrigerated storage. *Foods*. 2012;1(1):28-39.
- 33- Fathi S, Khanipour AA, Fahim Dejbani Y. Chemical composition and nutritional value of the freezing consolidated burgers (Kilka-Silver carp) during cold storage. *Food Hygiene*. 2014;4(13): 23-31. [Persian]
- 34- Huss HH. Quality and quality changes in fresh fish [Internet]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 1995 [cited 2018 Aug 10]. Available from: <http://www.fao.org/3/V7180E/V7180E00.htm>
- 35- Mancini E, Senatore F, Del Monte D, De Martino L, Grulova D, Scognamiglio M, et al. Studies on chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of five *Thymus vulgaris* L. essential oils. *Molecules*. 2015;20(7):12016-28.
- 36- Santoso J, Yoshie-Stark Y, Suzuki T. Anti-oxidant activity of methanol extracts from Indonesian seaweeds in an oil emulsion model. *Fish Sci*. 2004;70(1):183-8.
- 37- Omidi Sh, Sarhadi H, Shahdadi F. Improvement of the oxidative stability of sesame oil using spirulina as a natural antioxidant. *J Nutr Food Secur*. 2018;3(4):209-17.
- 38- Behnam B, Aliakbarlou J. Antioxidant effects of *Zataria multiflora* and *Mentha longifolia* essential oils on chicken meat stored at 4 °C. *J Food Res*. 2013;23(4):533-43. [Persian]
- 39- Aubourg SP, Lehmann I, Gallardo JM. Effect of previous chilled storage on rancidity development in frozen horse mackerel (*Trachurus trachurus*). *J Sci Food Agric*. 2002;82(15):1764-71.
- 40- Rahmatipour R, Roomiani L, Askary Sary A. Effect of different packaging on the shelf life of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillets stored at 4°C. *Aquat Anim Health*. 2017;3(2):22-35.
- 41- Shabanpoor B, Zolfaghari M, Falahzadeh S, Alipoor GH. Effect of extract of *Zataria multiflora* boiss. on shelf-life of salted vacuum packaged rainbow trout fillet (*Oncorhynchus mykiss*) in refrigerator conditions: Microbial, chemical and sensory attributes assessments. *J Food Sci Technol*. 2012;8(33):1-11. [Persian]
- 42- Sanker TV, Raghunath MR. Effect of pre-freezing iced storage on the lipid fractions of *Ariomma indica* during frozen storage. *Fish Technol*. 1995;32(2):88-92.
- 43- Aubourg SP, Medina I, Gallardo JM. Quality assessment of blue whiting (*Micromesistius poutassou*) during chilled storage by monitoring lipid damages. *J Agric Food Chem*. 1998;46(9):3662-6.
- 44- Jafarpour AS, Haji Don H, Rezaei M. Improve the quality characteristics of common carp surimi prepared using soy protein isolate. *J Res Innov Food Sci*. 2014;2(1):93-108. [Persian]
- 45- Jahed Khaniky GR, Salehi A, Shariatifar N, Alimohammadi M, Sedighara P. Evaluation of antioxidant effects of water and ethanolic extracts of Iranian pomegranate seed on lipid quality of trout fillet and determining the level of perishability at 2-4 °C. *J Neyshabur Univ Med Sci*. 2015;3(2):10-7. [Persian]
- 46- Zolfaghari M, Shabanpour B, Fallahzadeh S. The effect of light salting, vacuum packaging and their synergistic effect on shelflife of rainbow trout (*Oncorhynchus* characteristics during storage. *Sci Food Ind*. 2017;73:311-7. [Persian]
- 13- Oujifard A, Hosseini SV, Taheri A. Effect of *Voandzeia subterranea* as a protease inhibitor on properties of surimi gel of *Saurida tumbil*. *Fisheries*. 2014;67(1):1-12.
- 14- Arashisar S, Hisar O, Kaya M, Yanik T. Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *Int J Food Microbiol*. 2004;97(2):209-14.
- 15- Jones RJ, Hussein HM, Zagorec M, Brightwell G, Tagg JR. Isolation of lactic acid bacteria with inhibitory activity against pathogens and spoilage organisms associated with fresh meat. *Food Microbiol*. 2008;25(2):228-34.
- 16- Mousavi Nasab M, Azadian M, Farahnaky A, Yousefi AR. Comparing the textural properties of surimi and fish protein isolate gels produced from silver carp. *Iran Agric Res*. 2013;32(1):1-10.
- 17- Park JW. Functional protein additives in surimi gels. *J Food Sci*. 1994;59(3):525-7.
- 18- Pearson D. Laboratory technic in food analysis. London: Butter Worth; 1973.
- 19- Egan H, Krik RS, Sawyer R. Pearsons chemical analysis of foods. Edinburgh/New York: Churchill Livingstone; 1981. pp. 609-34.
- 20- Yu N, Xu Y, Jiang Q, Xia W. Textural and physicochemical properties of surimi gels prepared with potassium and calcium chloride as substitutes for sodium chloride. *Food Prop*. 2017;20(2):1539-52.
- 21- Pourfarzad A, Hadad Khodaparast MH, Karimi M, Mortazavi SA, Ghiafeh Davoodi M, Hematian Souraki A, Razavizadegan Jahromi SH. Effect of polyols on shelf-life and quality of flat bread fortified with soy flour. *J Food Process Eng*. 2011;34(5):1435-48.
- 22- Bahmani Z, Rezaei M, Hosseini SV, Hosseini SF, Alishahi AR, Ahmad M, et al. Effect of delayed icing on the microbiological, chemical and sensory properties of Caspian Sea golden grey mullet (*Liza aurata*). *J Aquat Food Prod Technol*. 2014;23(6):542-51.
- 23- Gunstone F, editor. Vegetable oils in food technology: Composition, properties and uses. West Sussex: Blackwell Publishing Ltd; 2011.
- 24- Angiş S, Oğuzhan P. Effect of thyme essential oil and packaging treatments on chemical and microbiological properties of fresh rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets during storage at refrigerator temperatures. *Afr J Microbiol Res*. 2013;7(13):1136-43.
- 25- Alimoradian Z, Roomiani L, Tadayoni M. The effect of antioxidant and antimicrobial of *Coriandrum sativum* essential oil on shelf life of *Otolithes ruber* fillets at 4 °C. *J Food Sci Technol*. 2019;15(85):195-206. [Persian]
- 26- Masniyom P, Benjakul S, Visessanguan W. Combination effect of phosphate and modified atmosphere on quality and shelf-life extension of refrigerated seabass slices. *LWT Food Sci Technol*. 2005;38(7):745-56.
- 27- Mahmoud Zadeh M, Khaksar R, Matlabe AS, Hosseini H, Ahmadi H, Hosseini M, et al. Effects of freezing at -18 °C without covering the qualitative changes jack raw burgers made from fish spotted Kyjar. *Int J Food Ind*. 2012;7(1):23-30. [Persian]
- 28- Shafahi M, Moazedi AA. The effect of sesame oil on blood cholesterol level in aged and young rats. *Med Sci J Islam Azad Uni*. 2008;18(1):13-6. [Persian]
- 29- Burt S. Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods--a review. *Int J Food Microbiol*. 2004;94(3):223-53.

Operation. Food Process Preserv. 2008;1(3):101-18.

51- Karimi M, Sheikholeslami Z, Sahraiyani B, Ghiafeh Davoodi M, Naghipour F. Using sesame meal flour in free gluten French bread (rice-corn) containing guar and CMC gums to produce functional food. Food Sci Technol. 2018;14(73):1-12. [Persian]

52- Peighambardoust SH, Niyaei S, Azadmard Damirchi S, Rasouli Pirouzyan H. Effect of incorporating date pit and sesame seed powder mixture on the quality parameters of functional milk chocolate. Iran J Nutr Sci Food Technol. 2017;11(4):117-28. [Persian]

53- Dodok L, Ali MA, Hozava B, Halasova G, Polacek I. Importance and utilization on chickpea in cereal technology. Acta Alimentaria. 1993;22:119-29.

54- Haji Don HE, Jafarpour S, Rezaei M. The effect of egg white powder in surimi gel texture features Mmvly.nshryh carp fisheries. Iran J Nat Resour. 2014;66(3):283-92. [Persian]

mykiss) fillet during storage at 4°C±1. Food Sci Technol. 2011;8(31):35-44. [Persian]

47- Tarek N, Hassan HM, Abdel Ghani SMM, Radwan IA, Hammouda O, El-Gendy AO. Comparative chemical and antimicrobial study of nine essential oils obtained from medicinal plants growing in Egypt. Beni Suef Univ J Basic Appl Sci. 2014;3(2):149-56.

48- Shahbazi Y, Shavisi N. Antimicrobial effects of Mentha spicata essential oil and methanolic carrot extract against Staphylococcus aureus and Listeria monocytogenes in fish soup. Pharm Biomed Res. 2019;5(1):32-8.

49- FAO. Faostat [Internet]. Food and Agricultural Organization of the United States; 2011 [cited 2018 Aug 10]. Available from: Link Not Found

50- Gharibzahedi SMT, Mousavi SM, Razavi SH. Evaluation of Physical, Mechanical and Nutritional Properties of Sesame Seed (Sesamum Indicum L.) in Different Moisture Contents for the Optimization of the Processing