Journal of Aquaculture Development
Vol. 19, No. 2, 2025, Pages: 100-114
DOI: 10.71901/jad-2025-2-858

RESEARCH PAPER **OPEN ACCESS**

Changes in the quality (microbial, chemical and organoleptic) propertis of the Ship sturgeon (*Acipenser nudiventris*) ovulated caviar during shelf – life

Yousefi Jourdehi, A.[1*] Monsef Shokri, M.[1], Hallajian, A.[1], Sarpanah, A.[1], Mohseni, M.[1], Sohrabi, T.[1], Ghorbani Vaghei, R.[1], Hosseinnia, E.[1], Pajand, Z.[1] , Sayed Hasani, M.H.[1]

1-International Sturgeon Research Institute, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

Received: 12 August 2024 **Accepted: 21 December 2025**

Abstract:

Introduction: Sturgeon salted eggs (Caviar) is one of the most precious foods in the world, which is obtained from sturgeon fish. Sturgeon caviar is one of the best and most delicious fish products in terms of taste and nutritional value. Ovulated eggs have a loose membrane and usually burst. The severe decline in sturgeon stocks, the value of their broodstock, and the need to preserve their genetic resources make it inevitable to prevent the sudden elimination of sturgeon broodstock.

Materials and Methods: In this research, first, the ovulated egg (stage V of sexual maturity) was obtained from the breed *A. nudiventris* (10 year - old) through hormone therapy and using the oviduct microincision technique. Then, using different formulas, the ability to return the consistency of the ovulated egg was tested. Finally, 3 formulas include control: common caviar salt + preservative; Treatment 1: common caviar salt + preservative + natural fruit juice; Treatment 2: calcium salt + preservative was considered as the main treatments. Ovulated caviar samples at refrigerator temperature during 6 months of storage at time intervals of 1, 2, 3, 4, 5 and 6 months in terms of microbial indicators (total microbial count, mold and yeast), chemical (sum of volatile nitrogen bases) (TVB-N), peroxide value (PV) and volatile fatty acids) and organoleptic were evaluated.

Results and Discussion: Based on the results, rheological properties and the hardness of the caviar treated with calcium chloride, it was acceptable compared to control. From the microbial point of view, the number of Escherichia coli, Staphylococcus aureus coagulase, Salmonella, sulfite-reducing Clostridium and Listeria monocytogenes in the control and other treatments were negative. Caviar processed with calcium salt had a higher consistency and shelf - life (6 months) than control (3 months). The results of the

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2025-2-858]

chemical indicators showed that the treatment processed with calcium chloride was within the acceptable standard range during 6 months of shelf - life and the caviar processed with this formula was usable. This was while the control treatment and other treatments had a shorter shelf - life. The results of sensory indicators (organoleptic) showed that the caviar processed with calcium salt had more precedence compared to control during the shelf - life of 6 months.

Conclusion: by achieving the desired results, while preventing the killing of sturgeon broodstock during caviar obtaining, it was possible to obtain caviar from them repeatedly. On the other hand, with the availability of hormone therapy techniques and oviduct microincision and the periodicity of the sexual maturation period in sturgeons (approximately every two years), the productivity of sturgeons has increased, and a serious step has been taken towards preserving their valuable stocks. In general, caviar processed with calcium chloride salt had a better quality (reologic, organoleptic, chemical and micobial status) and more shelf - life than control for consuming.

Keywords: Ovulated caviar, microencision, shelf - life, Acipenser nudiventris

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

* *Corresponding Author: masoudian@sanru.ac.ir*

[DOI: 10.71901/jad-2025-2-858]

نشریه توسعه آبزی‌پروری، سال نوزدهم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۴، صفحه های ۱۱۴-۱۰۰
DOI: 10.71901/jad-2025-2-858

"مقاله پژوهشی"

تغییرات شاخص‌های کیفی (میکروبی، شیمیایی و حسی) خاویار اوولە تاسماهی شیپ (*Acipenser nudiventris*) پرورشی طی دوره ماندگاری

ایوب یوسفی جوردهی[1*]، مریم منصف شکری[1]، علی حلاجیان[1]، علینقی سرپناه[1]، محمود محسنی[1]، تورج سهرابی[1]، رضا قربانی واقعی[1]، ذبیح‌اله پژند[1]، اسماعیل حسین‌نیا[1]، میرحامد سید حسنی[1]

۱ - انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۵/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۱

چکیده

تخمک نمک سود شده ماهیان خاویاری (خاویار) یکی از گرانبهاترین مواد غذایی در جهان است. خاویار ماهیان خاویاری از نظر طعم و ارزش غذایی یکی از بهترین و لذیذترین محصولات ماهی است. کاهش شدید ذخایر تاسماهیان و ارزشمند بودن مولدین آنها و لزوم حفظ ذخایر ژنتیکی آنها ضرورت جلوگیری از حذف یکباره مولدین ماهیان خاویاری را اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. تخمک‌های اوولە غشای سستی داشته و معمولاً می‌ترکند. در این تحقیق ابتدا تخمک اوولە از تاسماهی شیپ پرورشی (۱۰ ساله) از طریق هورمون‌تراپی و با بکارگیری تکنیک ریزبرش مجرای تخمک‌بر استحصال شد. سپس تخمک‌های اوولە بر اساس روش مرسوم نمک سدیم + نگهدارنده بوراکس (شاهد) و با استفاده از نمک کلسیم + نگهدارنده بوراکس عمل‌آوری گردید. نمونه‌های خاویار اوولە شده در دمای یخچال (۴ – ۰ درجه سانتی‌گراد) در فواصل زمانی ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ ماه از نظر شاخص‌های میکروبی (شمارش کل میکروبی، کپک و مخمر)، شیمیایی [مجموع بازهای ازته فرار (TVB-N)، عدد پراکسید (PV) و اسیدهای چرب فرار)] و حسی (ارگانولپتیک) مورد ارزیابی قرارگرفتند. بر اساس نتایج، از نظر خاصیت رئولوژیک، دان‌بندی و سفتی خاویار عمل‌آوری شده با تیمار حاوی کلرور کلسیم نسبت به شاهد بهتر بود. از نظر میکروبی، اشرشیاکلی، استافیلوکوس اورئوس کوآگولازمیت، سالمونلا، کلستریدیوم احیاءکننده سولفیت و لیستریامونوسیتوژنز در تیمار شاهد و تیمار حاوی نمک کلرور کلسیم مشاهده نشد. براساس نتایج خاویار عمل‌آوری شده با نمک کلسیم قوام و مدت زمان ماندگاری بیشتری به مدت ۳ ماه نسبت به سایر تیمارها داشت. نتایج شاخص‌های شیمیایی نشان داد که تیمار عمل‌آوری شده با کلرور کلسیم طی ۶ ماه ماندگاری در دامنه قابل قبولی قرار داشت. این در حالی بود که تیمار شاهد مدت زمان ماندگاری کمتری (تا ۳ ماه) داشتند. نتایج شاخص‌های حسی (ارگانولپتیک) نشان داد که خاویار عمل‌آوری شده با نمک کلسیم از امتیاز بیشتری در مقایسه با شاهد طی مدت زمان ۶ ماه ماندگاری برخوردار بود. در مجموع، خاویار اوولە تاسماهی شیپ عمل‌آوری شده با نمک کلرید کلسیم کیفیت مناسبت‌تری نسبت به شاهد برای مصرف داشت. با دستیابی به نتایج مورد نظر، ضمن جلوگیری از کشتن مولدین ماهیان خاویاری حین استحصال خاویار، امکان استحصال چندباره خاویار از آنها فراهم گردید. از طرفی، با در دسترس‌بودن تکنیک هورمونوتراپی و ریزبرش مجرای تخمک‌بر و تناوبی بودن دوره رسیدگی جنسی در تاسماهیان (تقریباً هر دو سال یکبار) میزان بهره‌وری ماهیان خاویاری افزایش می‌یابد.

کلمات کلیدی: خاویار اوولە، ریزبرش، زمان ماندگاری، تاسماهی شیپ

* عهده‌دار مکاتبات: ayoub2222002@yahoo.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2025-2-858]

مقدمه

هدف از تولید خاویار از ماهیان خاویاری پرورشی به عنوان جایگزینی برای خاویارگونه‌های وحشی در حال انقراض می‌باشد و به عنوان معیاری برای حفاظت از آن‌ها استفاده می‌شود. صید بی‌رویه از تقاضای شدید برای خاویار کمیاب و با قیمت بالا ناشی می‌شود و اکنون شواهدی وجود دارد که مولدین ماده در اولین تولیدمثل و حتی در مرحله نابالغ در اکثر مناطق پراکنش ماهیان خاویاری اروپا صید می‌شوند. واضح است که حداقل راه برای جلوگیری از این صید بی‌رویه، تنظیم مقررات بین‌المللی از جمله ممنوعیت تجارت خاویار طبیعی است. در صورت ارائه راه‌های جایگزین برای تولید خاویار، این امر قابل قبول و امکان‌پذیر خواهد بود. یکی از آنها تولید خاویار با کیفیت مطلوب از گونه‌های پرورشی ماهیان خاویاری است (Feizabadi *et al.*, 2009).

خاویار یک ماده غذایی پرانرژی است که طعم و بویی بسیار خوشایند دارد. البته این امری نسبی هست. چیزی که اهمیت دارد، این است که از دیرباز به عنوان یک غذای مغذی و اشرافی در اکثر کشورهای توسعه یافته جایگاهی برای خود اختصاص داده است و نکته مهم‌تر اینکه خاویار ایران به عنوان یکی از برندهای با کیفیت نقش مهمی را در این میان ایفاء می‌کرده است. خاویار به لحاظ میکروبی و شیمیایی دارای فسادپذیری بسیار بالایی می‌باشد. ترکیب خاویار (پروتئین و چربی بالا)، وجود بقایای بافتی در خاویار از عوامل عمده این فساد محسوب می‌گردند. بنابراین، نقش فرایند تولید و بسته‌بندی مناسب در کنترل کیفیت خاویار برجسته‌تر می‌گردد و می‌تواند به عنوان یکی از پایه‌های اساسی در جلوگیری از فساد خاویار تلقی گردد (Salmani *et al.*, 2009).

کاهش ذخایر ارزشمند ماهیان خاویاری در دریای خزر و جهان، طولانی‌بودن سن خاویاردهی و بالا بودن هزینه پرورش گونه‌های مختلف ماهیان خاویاری از جمله مهمترین مسائل و مشکلاتی هستند که روش کنونی استحصال خاویار از این ماهیان که بصورت یکباره و با کشتن مولدین آن‌ها انجام می‌شود، را با چالش مواجه می‌سازند. در این راستا، یکی از مهمترین اقدامات علمی و فنی، استحصال تخمک اووله از آن‌ها به روش زنده با بکارگیری تکنیک ریزبرش مجرای تخمک‌بر بدون کشتن آنها می‌باشد. مشکل اساسی تخمک‌های اووله شده نازک‌شدن دیواره تخمک و نداشتن قوام لازم برای تولید خاویار مرغوب می‌باشد.

کاهش شدید ذخایر تاسماهیان و ارزشمند بودن مولدین آنها و لزوم حفظ ذخایر ژنتیکی آنها ضرورت جلوگیری از حذف یکباره مولدین ماهیان خاویاری را اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. از لحاظ فیزیولوژیک، تخمک ماهیان خاویاری به پرده تخمدانی چسبیده است و به منظور استحصال خاویار به ناچار اقدام به کشتن ماهیان مولد خاویاری می‌شود که با حذف یکباره ماهیان از چرخه حیات بر خطر انقراض آنها افزوده، و از طرفی هزینه تولید برای پرورش‌دهندگان در شرایط پرورشی را افزایش می‌دهد. امروزه، با داشتن دانش تکثیر مصنوعی ماهیان خاویاری و تکنیک ریز برش مجرای تخمک‌بر امکان استحصال تخمک اووله شده از مولدین ماهیان خاویاری بدون کشتن آنها وجود دارد (Koehler, 2017; Kazemi *et al.*, 2019). با انجام این تحقیق و دستیابی به نتایج مورد نظر ضمن جلوگیری از کشتن مولدین ماهیان خاویاری حین استحصال

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2025-2-858]

خاویار امکان استحصال چندباره خاویار از آنها فراهم گردید. از طرفی، با در دسترس‌بودن تکنیک هورمونوتراپی و ریزبرش مجرای تخمک‌بر و تناوبی بودن دوره رسیدگی جنسی در تاسماهیان (تقریباً هر دو سال یکبار) میزان بهره‌وری ماهیان خاویاری افزایش یافته، و گامی جدی در راستای حفظ ذخایر ارزشمند آنها برداشته شد.

مواد و روش‌ها

ماهیان مورد نظر از بین مولدین تاسماهی شیپ پرورشی تهیه شد. زمان دقیق اوولاسیون کامل، در فواصل زمانی قبل از تزریق با نمونه‌برداری از تخمک ۳ عدد از ماهیان ۱۰ ساله با میانگین وزنی ۳ ±۱۸ کیلوگرم که در مرحله IVc قرار داشتند، و نیز تعیین GV آنها مشخص گردید. به منظور اوولەکردن و تخمک‌گیری از مولدین، از هورمون LHRH A_2 استفاده شد (Bahmani *et al.,* 2012). هورمون‌تراپی به‌وسیله LHRH A2 طی دو مرحله به فاصله ۱۲ ساعت از یکدیگر صورت گرفت. همه مولدین ماده در دو مرحله با فاصله ۶ ساعت و به نسبت ۲۰ درصد به ۸۰ درصد و دوز ۱۰ میکروگرم بر کیلوگرم وزن ماهی مورد تزریق هورمون LHRH A2 قرارگرفتند (Bahmani *et al.,* 2017). پس از اطمینان از اوولە شدن تخمک مولدین ماهیان خاویاری، ابتدا با استفاده از تیغ اسکالپل برشی به میزان ۳ –۱/۵ سانتی‌متر در ناحیه مجرای اویداکت (لوله تخمک‌بر) شکافی ایجاد نموده و سپس با مالش نرم از ناحیه شکمی ماهی عملیات تخمک کشی صورت گرفت (Bahmani, 2005). برای عمل‌آوری تخمک اوولە از دو فرمول به شرح ذیل استفاده گردید.

فرمول ۱ (شاهد): عمل‌آوری خاویار اوولەشده با روش معمول افزودن ترکیب بوراکس و نمک کلرید سدیم ۴/۵ درصد

فرمول ۲: عمل‌آوری خاویار اوولەشده با ترکیب بوراکس و نمک کلرید کلسیم ۴/۵ درصد

مراحل خاویارسازی از تخمک اوولە شده

ابتدا ریزبرش مجرای تخمک‌بر ماهیان با رعایت استاندارد HACCP انجام شد. پس از استحصال تخمک‌های اوولە سیال شده و قراردادن آنها در آب سرد یا آب نمک و خارج‌کردن خونابه و مایعات با غربال، شستشوی خاویار با آب سرد و یخ انجام شد. پس از چکاندن آب با غربال الیافی و مخلوط‌کردن با مواد نگهدارنده و نمک و نیز ردکردن شوراب مازاد توسط الک مویی و فشار، پرکردن قوطی‌ها با خاویار (قوطی‌زدن خاویار) و بسته‌بندی مجدد تحت خلاء انجام شده، و پس از پاک‌کردن و برچسب‌زنی، قوطی‌ها در دمای یخچال نگهداری شدند (Motalebi, 2010).

بسته‌بندی مجدد تحت خلاء

قوطی‌های خاویار به منظور افزایش ماندگاری پس از انتقال به شرکت باهو خزر واقع در شهرستان کیاشهر استان گیلان مورد بسته‌بندی مجدد تحت خلاء با فشار منفی ۰/۸ میلی‌بار (بسته به نوع و مدل دستگاه متفاوت است) قرار گرفتند. در این فرآیند، هوایی که درون قوطی وجود دارد، کاملاً خارج شده، و عملیات بسته‌بندی در محیط خلاء انجام گردید.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2025-2-858]

آزمایشات حسی (ارگانولپتیک)

فاکتورهای مورد بررسی جهت ارزیابی حسی شامل قوام و دانه‌بندی، شکل ظاهری، طعم و مزه، شوری، بو، و مقبولیت کلی بود. بدین منظور، پس از آموزش‌های مقدماتی، تعداد ۱۵ نفر از محققین و خاویارسازان با سنین بین ۵۸ – ۴۰ سال، با تحصیلات دیپلم تا دکتری و نسبت مرد به زن (۹۰ به ۱۰ درصد) به عنوان ارزیاب انتخاب و با استفاده از روش هدونیک (۵ نقطه‌ای)، نمونه‌های تهیه شده را در بازه‌های زمانی تعیین شده برای آزمایشات حسی مورد ارزیابی قراردادند. بدین‌ترتیب که حداکثر نمره ۵ به منزله عالی‌بودن نمونه و ۱ کمترین نمره که نشان دهنده غیرقابل قبول بودن نمونه بود (Meilgaard *et al.,* 2007). نحوه آزمایش بدین‌ترتیب بود که در اتاق با شرایط نور معمولی و استریل مقداری خاویار با استفاده از ظروف یکبار مصرف از هر قوطی شیشه‌ای برداشت گردیده تا جداگانه توسط افراد تست شود. به منظور تغییر طعم و مزه در افراد پانل، حد واسط آزمایش هر نمونه از نوشیدن آب گرم استفاده گردید.

روش انجام آزمایشات فیزیکی و شیمیایی

اندازه‌گیری شاخص‌های شیمیایی شامل رطوبت، پروتئین خام، چربی و خاکستر بر اساس روش‌های استاندارد انجام شد (AOAC, 2005).

سنجش بازهای ازته فرار (TVB-N)

ابتدا در یک بالن تقطیر کلدال مقدار ۱۰ گرم نمونه، ۲ گرم پودر اکسید منیزیم، آب مقطر و چند عدد سنگ جوش ریخته شد. در یک ارلن مایر که به عنوان ظرف گیرنده زیر قسمت سردکننده دستگاه تقطیر قرار می‌گیرد، مقدار ۲۵ سانتی‌متر مکعب محلول اسیدبوریک ۲ درصد و چند قطره معرف متیل رد برموکرزول ریخته شد. پس از اتصال به دستگاه تقطیر، محتویات بالن حرارت داده شد تا طی مدت ۱۰ دقیقه به جوش آید و با همین دما عمل تقطیر به مدت ۲۵ دقیقه ادامه یافت. سپس محلول تقطیر شده با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تیتر گردید و با فرمول ۱۴ × حجم اسید مصرفی = TVB-N بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه محاسبه گردید (Parvaneh, 1998; Majedi, 1997).

اندازه‌گیری پراکسید

برای اندازه‌گیری پراکسید از روش Lea استفاده گردید (Takagi *et al.,* 1978). که در این روش حدود یک گرم از نمونه خاویار در یک لوله آزمایش خشک و تمیز توزین گردید و یک گرم پور یدور پتاسیم به آن افزوده شد. سپس ۲۰ سانتی‌متر مکعب از حلال (اسید استیک و کلروفرم) به آن اضافه گردید. لوله آزمایش در یک بشر در حال جوش بمدت ۳۰ ثانیه قرار گرفت. سپس محتوی لوله آزمایش دوبار و هر بار با ۲۵ سانتی‌متر مکعب آب شسته و به ارلن مایر اضافه شد. نمونه با محلول هیپوسولفیت سدیم ۱/۵۰۰ نرمال تیتر شده و از چسب نشاسته به عنوان معرف استفاده شد. عدد پراکسید از مقدار هیپوسولفیت سدیم مصرف شده بر حسب سانتی‌متر مکعب بدست آمد. با ضرب کردن عدد حاصل در ۲، عدد پراکسید بر حسب میلی‌اکی والان برای ۱۰۰۰ گرم نمونه محاسبه گردید (Parvaneh, 1998; Borella *et al.,* 2015).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2025-2-858]

روش اندازه‌گیری pH

اندازه‌گیری pH با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتالی Multiline P ۴ (WTW) به روش (APHA, 1998) انجام شد.

سنجش درصد جذب نمک

میزان ۵ گرم از نمونه پس از له شدن توسط همزن شیشه‌ای بوسیله آب مقطر به حجم ۲۵۰ سانتی‌متر مکعب رسانده شد. پس از ۲۴ ساعت، بعد از هم‌زدن محلول، مقدار ۵۰ سانتی‌متر مکعب از آن برداشت گردید و ۰/۵ تا ۱ سانتی‌متر مکعب کرومات پتاسیم ۵ درصد به آن افزوده شد و با نیترات نقره ۰/۱ نرمال تا پیدایش رنگ آجری سنجش گردید (Parvaneh, 1998). درصد جذب نمک از فرمول زیر محاسبه شد:

درصد جذب نمک = ۵/۸۵ × a/b × ۱۰

۵/۸۵: یک میلی‌لیتر نیترات نقره معادل ۰/۰۰۵۸۵ گرم کلرور سدیم است.

a: حجم نیترات نقره مصرفی

b: وزن نمونه در ۵۰ سانتی‌متر مکعب، معادل یک گرم

تجزیه و تحلیل آماری

ابتدا بررسی نرمال‌بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف – اسمیرنوف و همگنی واریانس داده‌ها با آزمون لون انجام شده و به منظور ارزیابی پارامترهای مختلف شیمیایی و میکروبی در زمان‌های مختلف ماندگاری از تست‌های Anova استفاده گردید. جهت مقایسه واریانس‌ها و ارزیابی معنی‌دار بودن داده‌ها، از روش t - test استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم افزار SPSS ورژن ۲۲ انجام شد.

نتایج

وضعیت دان‌بندی و ظاهری تیمارهای اولیه

بر اساس نتایج حاصل، وضعیت دان‌بندی خاویار اوله به شرح جدول ۱ بود.

شاخص‌های شیمیایی

از نظر تغییرات کمی درصد پروتئین، رطوبت، چربی و خاکستر تفاوت معنی‌داری بین تیمار آزمایشی و شاهد نشان نداد ($p>۰/۰۵$) (جدول ۲)

جدول ۱: نتایج وضعیت دان‌بندی و ظاهری خاویار اوله تاسماهی شیپ (*A. nusiventris*) در فرمول‌های مورد استفاده

Table 1: Results of the grain and appearance status of the ovulated caviar of the Ship sturgeon (*A. nusiventris*) in the formulas used

Formula	Formula description	Apearance and grain status
1 (Control)	Processing of ovulated caviar using the usual method of adding 4.5% sodium chloride salt and borax	Weak 3 grain
2	Processing of ovulated caviar using a combination of borax and 4.5% calcium chloride salt	It was found to be desirable in terms of grain size and appearance and was considered as a preparation.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2025-2-858]

جدول ۲: نتایج شاخص‌های شیمیایی خاویار اوواله تاسماهی شیپ (*A. nusiventris*)تولید شده با روش‌های مختلف

Table 2: Results of chemical indices of ovulatd caviar in *A. nusiventris* produced by different methods

Indices (percent based on wet weight)	Formula 1 (control)	Formula 2 (treatment containing calcium salt)
Moisture	54.1	58.3
Fat	4.51	3.97
Protein	19.90	19.96
Ash	2.88	2.39

شاخص‌های میکروبی

از نظر شمارش کلی اولیه در نمونه‌های خاویار اوواله شده بسیار پایین و در حد کمتر از ۱۰۰۰CFU/gr بود که بیانگر کیفیت مناسب خاویار و رعایت GMP، GHP و HACCP مطلوب در واحد عمل‌آوری خاویار می‌باشد. شمارش کلی نمونه‌های تیمار پس از ۶ ماه ماندگاری در دمای یخچال به ترتیب ۴/۳ و ۴/۱ در شاهد و تیمار حاوی نمک کلریدکلسیم بود که اختلاف معنی‌داری داشت (p<۰/۰۵) (جدول ۳). بر اساس نتایج تغییرات شمارش کلی‌فرم در ماه ششم ماندگاری به ترتیب ۱/۵ و ۱/۴ در تیمارهای شاهد و حاوی نمک کلسیم بود. مقادیر رشد کپک و مخمر در پایان ماه ششم ماندگاری به ترتیب ۲/۶ و ۱/۷ لوگ کلنی در هر گرم در تیمارهای شاهد و حاوی نمک کلسیم بود (جدول ۳).

جدول ۳: تغییرات بار میکروبی، شمارش کلی‌فرم، رشد کپک و مخمر خاویار اوواله تاسماهی شیپ (*A. nusiventris*) طی ۶ ماه ماندگاری

Table 3: Changes in microbial load, coliform count, mold and yeast growth of *A. nusiventris* ovulated caviar during 6 months

Indices	Total microbial count (logarithm of colonies per gram)		Coliform count (logarithm of colonies per gram)		Mold and yeast growth (logarithm of colonies per gram)	
Shelf life (Month)	Formula 1 (control)	Formula 2 (treatment containing (calcium salt)	Formula 1 (control)	Formula 2 (treatment containing calcium salt))	Formula 1 (control)	Formula 2 (treatment containing calcium salt))
1	2.2	2.6	0.2	0.5	1.3	1
2	3.3	3.1	0.3	0.7	1.6	1.1
3	3.38	3.5	0.7	0.9	1.7	1.3
4	4	3.6	1	1	2	1.4
5	4.1	4	1.2	1.3	2.4	1.6
6	4.3	4.1	1.5	1.4	2.6	1.7

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2025-2-858]

تغییرات شمارش اشرشیاکلی، استافیلوکوس اورئوس کوآگولازمیت، سالمونلا، کلستریدیوم احیاء کننده سولفیت و لیستریامونوسیتوژنز در خاویار اووله طی ٦ ماه ماندگاری در دمای یخچال (٤ - ٠ °C)

بر اساس نتایج حاصل میکروب‌های اشرشیاکلی، استافیلوکوس اورئوس کوآگولازمیت، سالمونلا، کلستریدیوم احیاءکننده سولفیت و لیستریامونوسیتوژنز در تیمار شاهد و و تیمار حاوی نمک کلسیم مشاهده نگردید.

تغییرات pH و درصد جذب نمک

تغییرات مقدار pH به ترتیب ۶/۹۰ و ۶/۹۸ در تیمارهای شاهد و حاوی نمک کلسیم پس از ۶ ماه ماندگاری در دمای یخچال بود. براساس نتایج حاصل روند تغییرات در جذب نمک با گذشت زمان ماندگاری افزایشی بود و در همه تیمارها در ماه ششم نسبت به ماه‌های اولیه نگهداری افزایش معنی‌داری داشت (p<۰/۰۵) (جدول ۴).

جدول ۴: تغییرات pH و درصد جذب نمک خاویار اووله تاسماهی شیپ (*A. nusiventris*) در دمای یخچال طی ۶ ماه ماندگاری

Table 4: Changes in pH and percentage of salt absorption in ovulated caviar of A. nusiventris at refrigerator temperature during 6 months of shelf - life

Indices	pH		Salt absorbtion (%)	
Shelf life (month)	Formula 1 (Control)	Formula 2 (treatment containing calcium salt)	Formula 1 (Control)	Formula 2 (treatment containing calcium salt)
0	6.06	6	–	–
1	6.13	6.12	3.3	3.4
2	6.38	6.35	3.4	3.4
3	6.56	6.37	3.4	3.6
4	6.73	6.51	3.6	3.6
5	6.84	6.57	3.8	3.7
6	6.90	6.70	3.9	3.9

تغییرات بازهای ازته فرار کل (TVB-N) و عدد پراکسید (PV^2)

نتایج نشان داد که تغییرات TVB-N در تیمار حاوی نمک کلرید کلسیم در مقایسه با شاهد از حد مجاز استاندارد (۱۹/۷ میلی‌گرم درصد) پایین‌تر بوده و پس از ۶ ماه ماندگاری قابلیت مصرف داشت. بر اساس نتایج حاصل، تغییرات میزان پراکسید در همه تیمارها با گذشت مدت زمان نگهداری افزایش تدریجی داشت و بسته به نوع تیمار متفاوت بود. عدد پراکسید در نمونه خاویار اووله عمل‌آوری شده با نمک کلرید کلسیم کمتر از حد مجاز استاندارد (۱۰ میلی‌اکی والان در هزار گرم) در دمای یخچال پس از ۶ ماه نگهداری بود و قابلیت مصرف داشت (جدول ۵).

2.Peroxide Value

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2025-2-858]

جدول ۵: تغییرات کیفیت خاویار اوول تاسماهی شیپ (*A. nusiventris*) در دمای یخچال طی ۶ ماه ماندگاری

Table 5: Changes in the quality of ovulated caviar of A. nusiventris during 6 months of storage at refrigerated temperature

Indices	TVB-N (mg/100 g)		PV (meq/1000 g)	
Shelf - life (months)	Formula 1 (control)	Formula 2 (treatment containing calcium salt)	Formula 1 (control)	Formula 2 (treatment containing calcium salt)
1	12.9	12.4	1.1	1
2	14.5	14.3	1.2	1.1
3	15.1	14.7	1.2	1.1
4	15.8	15	1.3	1.2
5	17.4	15.6	1.3	1.3
6	19.8	16.3	1.4	1.3

شاخص‌های حسی (ارگانولپتیک)

نمونه‌های خاویار به لحاظ حسی مانند طعم و بو، قوام و بافت و پذیرش کلی توسط سیستم پنج نقطه‌ای هدونیک (۱ خیلی بد، ... و ۵ خیلی‌خوب) مورد ارزیابی قرار گرفتند. امتیاز ۳ و بالاتر از آن قابل قبول برای مصرف اعلام گردید (جدول ۶).

جدول ۶: نتایج ارگانولپتیک (حسی) خاویار اوول تاسماهی شیپ (*A. nusiventris*) طی ۶ ماه ماندگاری در دمای یخچال

Table 6: Organoleptic (sensory) results of ovulated caviar from A. nusiventris during 6 months of storage at refrigerated temperature

Quality	Smell					Salinity					Taste					Appearance					Grain				
	1 month shelf- life																								
Samples	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Control	–	6	7	2	–	1	4	8	2	-	–	6	7	2	–	–	7	6	2	–	6	–	-	8	-
Calcium chloride	–	1	8	2	–	-	3	6	5	1	-	-	7	5	3	-	4	6	4	2	6	3	1	1	5
	3 months shelf - life																								
Samples	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Control	15	–	–	–	-	14	–	1	-	-	15	–	–	–	-	14	1	–	-	-	15	–	–	–	-
Calcium chloride	-	-	2	8	5	-	-	2	9	4	-	1	1	8	4	-	-	2	2	11	-	–	3	–	12
	6 months shelf - life																								
Samples	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Control	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Calcium chloride	-	3	5	1	6	-	6	7	2	1	-	2	2	4	7	-	3	1	5	6	-	1	1	8	4

1 – Unacceptable; 2 – Average; 3 – Good; 4 – Very good; 5 – Excellent

Explanation: The number of panelists was 15.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2025-2-858]

بحث

خاویار عالی و درجه یک (Imperial) خاویاری است که با توجه به گونه ماهیان خاویاری از تخمک-های مرحله چهار (IV_b) این ماهیان استحصال می‌شود. ولی هر ساله در فصل صید و تخم‌ریزی تعدادی از ماهیان در مرحله پنج (V) رسیدگی جنسی قرار داشته و تخمک‌های آنها به علت رسیدگی زیاد (سستی غشاء) به مقدار زیادی خاویار فشرده تبدیل می‌شوند (Zare Gashti *et al.*, 2005) که ارزش تجاری پایین‌تری نسبت به خاویار معمولی دارد.

در این تحقیق، تخمک‌های اوولهٔ شده از طریق هورمون‌تراپی از طریق مجاورت بیرونی با استفاده از یکی از مولکول‌های انتقال دهنده سیگنال که بطور طبیعی در دیواره تخمک رخ می‌دهد، از قبیل پراکسید هیدروژن و یا کلرید کلسیم تیمار شدند. در این حالت آنزیم اووپراکسیداز (Ovoperoxidase) فعال می‌شود که باعث شکل‌گیری و سخت شدن غشای خارج سلولی تخمک می‌شود. تیمار کاملاً بی‌ضرر برای سفت کردن تخمک‌های اوولهٔ شده که از نظر قانون غذا مورد قبول باشد، تیمار آنها با استفاده از یک مولکول می‌باشد که بطور طبیعی در سلول تخمک رخ می‌دهد که در غیر اینصورت متابولیسم نرمال سلول به منظور جلوگیری از پلی‌اسپرمی اتفاق می‌افتد. میزان سفتی تخمک از طریق مدیریت زمان قابل تنظیم می‌باشد. تخمک‌های سفت‌شده بطور مصنوعی را می‌توان زیر میکروسکوپ الکترونی با استفاده از ساختارهای ویژه تشخیص داد و می‌توان بهتر نگهداری نمود. زیرا این روش علاوه بر اینکه اثرات ضد باکتریایی دارد، بلکه از کریستالیزه شدن تیروزین جلوگیری می‌کند (Koehler, 2017).

تاکنون تخمک زنده فقط برای اهداف تولیدمثلی استفاده می‌شد. در طی دو دهه اخیر، حجم پرورش ماهیان خاویاری در ایران و جهان بطور معنی‌داری افزایش یافته است. تعدادی از مزارع ماهیان خاویاری که اقدام به تولید خاویار نموده‌اند، با مشکلاتی از قبیل عمل‌آوری خاویار از تخمک‌های خام اوولهٔ شده مواجه هستند. تعدادی از اختلافات اساسی بین خصوصیات تخمک‌های تولید شده از ماده‌هایی که به روش کشتار تولید می‌شوند، وجود دارد که به آنها اجازه مصرف توسط انسان را نمی‌دهد. این حقیقت که تخمک اوولهٔ شده در مرحله IVc رسیدگی قراردارد، برخلاف مرحله IV_b نمی‌توان از طریق تکنولوژی سنتی عمل‌آوری نمود. تلاش‌هایی جهت توسعه یک تکنولوژی برای تولید خاویار از تخمک اوولهٔ ماهیان خاویاری طی دو دهه گذشته انجام شده است (Koehler, 2017). همانطور که می‌دانید تکنیک‌های سنتی عمل‌آوری تخمک ماهیان خاویاری شامل کشتن و سلاخی‌کردن ماهیان ماده، بیرون کشیدن تخمدان‌ها و عمل‌آوری و فروش خاویار بود (Zaitsev *et al.*, 2004). با این وجود، تکنولوژی سنتی نمک‌زدن خاویار برای تولید خاویار از تخمک اوولهٔ شده قابل قبول نمی‌باشد (Ginsburg, 1968).

از طریق ویژگی‌های لمسی – بصری از قبیل رنگ، شکل و قابلیت ارتجاعی خاویار تولید شده به روش زنده در دو مرحله اول عمدتاً کیفیت مطلوب می‌باشد. خاویار پمپاژ شده معمولاً در برخی موارد ضعیف، و در برخی موارد همراه با وجود لکه‌هایی می‌باشد که از اولین دسته از نظر رنگ روشن‌تر و از نظر اندازه و بافت ضعیف‌تر می‌باشد. چون فرآیند اوولاسیون خاویار جهت جداسازی تخمک‌ها از قسمت‌های مختلف

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2025-2-858]

تخمدان با سرعت‌های متفاوتی جریان می‌یابد، وضعیت رسیدگی تخمک‌ها در زمان استحصال متفاوت است و در نتیجه در برخی موارد از یک مولد ماده می‌توان تخمک‌های متفاوتی از کوچک تا بزرگ و روشن تا تیره استحصال نمود (Koehler, 2017). نتایج مشاهدات ما مطابق با یافته‌های قبلی توسط دیگر محققین می‌باشد که بیان نمودند تخمک‌های اوواله شده معمولاً از نظر اندازه و شرایط فیزیولوژیکی نه تن‌ها بین افراد متفاوت است، بلکه در یک فرد نیز متفاوت می‌باشد (Dettlaff *et al.,* 1981). وجود تفاوت در اندازه تخمک‌های اوواله شده در ماهی یک ویژگی معمول در ماهیان خاویاری می‌باشد. این پدیده به دلیل کیفیت متفاوت از نظر صفات ارثی تخمک، شرایط محیطی، غذادهی و غیرهمزمانی رسیدگی گناد، روش‌ها و دوره زمانی استحصال تخمک می‌باشد (Chebanov and Billard, 2001).

تکنولوژی‌ایی که امکان استحصال خاویار از تخمک‌های ماهیان خاویاری در مرحله V رسیدگی جنسی را که قرن‌ها به روش سنتی تولید می‌شد، را فراهم می‌سازد، استحصال خاویار بدون کشتن آنها می‌باشد. در ارتباط با روش زنده استحصال خاویار و شرایط رو به کاهش ذخایر ماهیان خاویاری در آبهای طبیعی، این تکنولوژی نگرش‌های خوبی برای توسعه تجاری ماهیان خاویاری در آینده فراهم می‌کند (Koehler, 2017; Koehler *et al.,* 2020).

خاویاری که به روش زنده استحصال می‌شود، از نظر ویژگی‌های بصری و لمسی از قبیل رنگ، شکل و خاصیت ارتجاعی، عموماً از کیفیت خوبی برخوردار است. خاویار اوواله در برخی موارد نیز نسبتاً ضعیف است. گاهی اوقات با وجود ترشحات خونی و از نظر رنگ روشن‌تر، قوام ضعیف و نیز اندازه آن با خاویار معمولی متفاوت است. از آنجایی که، فرآیند اوواله‌شدن برای تک تک تخمک‌ها از قسمت‌های مختلف تخمدان با سرعت‌های متفاوتی انجام می‌شود، وضعیت بلوغ آنها در زمان دریافت تخمک متفاوت است، در نتیجه در برخی موارد، تخمک‌های متفاوتی قابل تشخیص است. از یک ماهی ماده، از تخمک‌های تیره کوچک تا روشن بزرگ ممکن است استحصال شود.

نتایج مشاهدات ما با داده‌های قبلی به‌دست‌آمده توسط سایر نویسندگان، که بیان داشتند تخمک‌های اوواله شده، معمولاً از نظر اندازه و وضعیت فیزیولوژیکی نه تن‌ها در ماهیان مختلف، بلکه در ماهیان مشابه نیز متفاوت است، مطابقت دارد (Dettlaff *et al.,* 1981). وجود انواع تخمک‌های اوواله در یک مولد ماده یک ویژگی مشترک ماهی خاویاری است. پدیده کیفیت متفاوت تخمک‌ها نیز به دلیل ویژگی‌های ارثی، شرایط زندگی، تغذیه و بلوغ غیر همزمان تخمدان‌ها، روش‌ها و زمان تخمک‌گذاری است (Dettlaff *et al.,* 1981).

نتایج تحقیق حاضر از نظر روند تغییرات شاخص‌های ماندگاری از قبیل آزمایشات فیزیکی، شیمیایی و حسی (ارگانولپتیک) با نتایج سایر محققین (Zare Gashti, 2005; Motalebi *et al.,* 2010, 2018) تقریباً همخوانی داشت. در تحقیق حاضر، نتایج شاخص‌های ماندگاری نشان داد که تیمار عمل‌آوری شده با کلرور کلسیم طی ۶ ماه ماندگاری در دامنه قابل قبولی قرار داشت. این در حالی بود که تیمار شاهد (تیمار عمل‌آوری شده با نمک سدیم) مدت زمان ماندگاری کمتری (تا ۳ ماه) داشت. TVB-N به عنوان یکی از شاخص‌های تعیین کیفیت در تازگی خاویار بوده و برابر

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2025-2-858]

استاندارد ملی ایران مقدار مجاز TVB-N حداکثر ۳۰ میلی‌گرم ازت آزاد در ۱۰۰ گرم خاویار می‌باشد. حد مجاز استاندارد تعیین شده یعنی ۱۰ میلی‌اکی والان در روغن و چربی‌ها می‌باشد (Romeu-Nadal *et al.*, 2007). پراکسید یکی از متابولیت‌های اولیه اکسیداسیون چربی می‌باشد و نقش اساسی را در تجزیه چربی‌ها به ترکیبات کربونیل و سایر ترکیبات ایفاء می‌کند (Jeyakumari *et al.*, 2016). افزایش مقدار pH بیشتر در اثر تولید بازهای فرار و یا در نتیجه آنزیم‌های خودی و یا تأثیر آنزیم‌های میکروبی می‌باشد (Manat *et al.*, 2005). در تحقیق حاضر، مشخص گردید که دامنه تغییرات pH ۰/۴ ± ۶/۵ می‌باشد که احتمالاً این تفاوت به دلیل یکنواخت نبودن میزان جذب نمک و ماده نگهدارنده می‌باشد (Zare Ghashti *et al.*, 2005).

چربی مواد غذایی در زمان نگهداری علاوه بر اکسیداسیون در اثر هیدرولیز باعث بوجود آمدن اسیدهای چرب آزاد می‌گردد که تجمع این اسید چرب باعث تغییرات بافتی، اکسیداسیون و ایجاد طعم بد در زمان نگهداری مواد غذایی در دمای یخچالی می‌باشد (Sequeira-Munoz *et al.*, 2006). تولید اسید چرب آزاد در اثر هیدرولیزآسیل گلیسرول یا اتیل آستر بوده که تأثیر مهمی در کیفیت مواد غذایی دارد. اسیدهای چرب آزاد همچنین بدلیل حساسیت به اکسیده شدن این روند را تسریع می‌کنند (Aubourg, 2001). Zare Gashti و همکاران (۲۰۰۵)، بهینه‌سازی خاویارهای فوق رسیده تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) در زمان تکثیر زمان تکثیر از طریق روش‌های اسمزی و فیزیکی را مورد مطالعه قرار دادند و بیان داشتند که بهترین فرمول برای عمل‌آوری خاویارهای آسترا از مولدین تزریق شده و تزریق نشده، فرمول عمل‌آوری با آب نمک‌های ۵ و ۲۰ درصد، و برای عمل‌آوری خاویار سوروگا فرمول آب نمک ۵ درصد و نمک خشک خالص بود.

در تحقیق حاضر، شاخص‌های حسی (ارگانولپتیک) از قبیل طعم، مزه، بو، قوام، بافت و غیره خاویار اوله عمل‌آوری شده با نمک کلرور کلسیم نیز متناسب با تغییرات شاخص‌های بیوشیمیایی طی ۶ ماه ماندگاری در محدوده قابلیت مصرف قرار داشت که می‌تواند به دلیل قابلیت نفوذ بیشتر نمک کلسیم در غشای تخمک در مقایسه با نمک سدیم و در نتیجه افزایش قابلیت نگهداری و مدت زمان ماندگاری آن باشد (Koehler *et al.*, 2020).

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه خاویار اوله شده از نظر قوام، دان‌بندی و بافت با خاویارهای معمولی متفاوت بوده و ضعیف‌تر است، از روش سنتی نمی‌توان برای عمل‌آوری آنها به منظور تولید خاویار با دان مناسب و بازارپسند استفاده نمود. در این تحقیق از نمک کلرید کلسیم برای عمل‌آوری خاویار اوله استفاده شد. بررسی مدت زمان ماندگاری خاویار در قوطی‌های شیشه‌ای واکیوم شده و در دمای یخچال (°C ۴- ۰) بیانگر روند تغییرات شاخص‌های ماندگاری همانند خاویار معمولی بوده و در برخی فرمول‌ها حتی مدت ماندگاری بالاتر بود. با توجه به نتایج سنجش شاخص‌های کیفی میکروبی، شیمیایی و حسی (ارگانولپتیک) خاویار اوله تولید شده، قابلیت مصرف را دارد.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2025-2-858]

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می‌دانیم که از حمایت‌های همکاران محترم سپاسگزاری نماییم.

منابع

1. AOAC., 2005. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis (14th) Arlington, VA.
2. Aubourg, S.P., 2001. Fluorescence study of the pro-oxidant effect of free fatty acids on marine lipids. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *81*(4), pp.385–390. DOI: 10.1002/1097-0010(200103)81:4<385::AID-JSFA821>3.0.CO;2-X
3. Bahmani, M., Yousefi, A., Kazemi, R., Pourdehghani, M., Hallajian, A., Dejandian, S. and Jalilpour, J., 2012. Biotechnic of brood stocking, artificial propagation and some physiological indices in farmed *Acipenser nudiventris* . *Iranian Scientific Fisheries Journal, 21*(3), pp.1–12. [In Persian]
4. Bahmani, M., Yazdani, M.A., Pourali, H.R., Yousefi Jordehi, A., Sharafar Masouleh, A. and Pajhand, Z., 2017. Comprehensive Guide to Sturgeon Breeding and Breeding. Ministry of Agricultural Jihad Publications. 400 p.
5. Borella, L., Vasconi, M., Caprino, F., Bellagamba, F., Pazzaglia, M. and Moretti, V., 2015. Chemical composition of caviar from farmed sturgeon: Composition between four different species. Conference. ASPA. University of Milan, Italy.
6. Chebanov, M. and Billard, R., 2001. The culture of sturgeons in Russia: production of juveniles for stocking and meat for human consumption. *Aquatic Living Resources*, *14*(6), pp.375–381. DOI: 10.1016/S0990-7440(01)01122-6
7. Dettlaff, T.A., Ginsburg, A.S. and Schmalhausen, O.I., 1981. Development of acipenserid fishes. Maturation of oocytes, fertilization, development of embryos and prelarvae. Nauka, Moscow[In Persian]
8. Feizabadi, Y., Gholamnejad, M. and Sadeghi, M., 2009. Study of factors affecting Iranian caviar exports. *Journal of Agricultural Economics Research*, 1(1), pp.1–16. [In Persian]
9. Ginsburg, A.S., 1968. Fertilization in Fishes and the Problem of Polyspermy. Moscow: Nauka. [In Russian]
10. Jeyakumari, A., George, N., Joshy, C.G., Parvathy, U., Zynodheen, A.A. and Lalita, K.V., 2016. Effect of chitosan on shelf life of restructured fish products from pangasius (*Pangasianodon hypophthalmus*) surimi during chilled storage. *Journal of Food Science and Technology*, *53*(4), pp.2099–2107. DOI: 10.1007/s13197-016-2174-3
11. Kazemi, R., Hallajian, A., Bahmani, M., Pourdehghani, M., Yousefi Jourdehi, A. and Yarmohammadi, M., 2019. Implementation Guide for Artificial Propagation of Sturgeon Fish by Microsection Method. ISBN Publications. *Agricultural Education Publication*. 20 P. [In Persian]
12. Koehler, A., 2017. Method for processing ovulated eggs of aquatic animals into delicacy foods and ovulated eggs processed using the methods. Patent. 84 P.
13. Koehler, A., Lucassen, M., Marx, U. and Mathes, M., 2020. Histology and proteins of caviar from immature and from mature and activated eggs of Beluga and Siberian sturgeon under different production conditions. Germany. DOI: 10.13140/RG.2.2.18355.37923.
14. Majedi, M., 1997. Methods of Chemical Testing of Food Materials. Jihad Publishing House. 121 P. [In Persian]
15. Manat, C., Soottawat, B., Wonnop, V. and Cameron, F., 2005. Changes of pigments and color in sardine (*Sardinella gibbosa*) and mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) muscle during iced storage. *Food Chemistry*, *93*(4), pp.607–617.
16. Meilgaard, M.C., Civille, GV. and Carr, B.T., 2007. Editors. Sensory evaluation techniques. Boca Raton, FL, USA: CRC Press; DOI: 10.1201/b16452.
17. Motalebi, A., 2010. Health and Seafood Industries. Tehran. Iranian Fisheries Research and Education Institute. pp.89-104. DOI:10.1016/j.foodchem.2004.10.035

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2025-2-858]

18. Motalabi, M., Bahmani, M., Yousefi Jourdahi, A., Safari, R., Azami, L., Adel, M., Bakhshandeh, T., Pourgholam, M., Jalilpour, J., Ghadiri-Abianeh, M., Yaghoubzadeh, Z., Ahmadi, F., Farahbod Roudbarki, A. and Yazdani, M.A., 2018. Investigating the possibility of increasing the shelf life of Siberian sturgeon caviar through packaging with chitosan film combined with lysozyme, acetic acid and natamycin nanoparticles. Final report of the approved research project. *Caspian Sea Sturgeon International Research Institute*. 72 P. [In Persian]
19. Parvaneh, V., 1998. Quality control and chemical testing of food products. Tehran University Press. 325 P. [In Persian]
20. Romeu-Nadal, M., Chavez-Servin, J.L., Castellote, A.I., Rivero, M. and Lopez-Sabater, M.C., 2007. Oxidation stability of the lipid fraction in milk powder formulas. *Food Chemistry*, *100*(2), pp.756-763. DOI:10.1016/j.foodchem.2005.10.037.
21. Salmani, A., Safari, R., Soltani, M. and Tavakoli, H.R., 2009. Growth and toxigenesis behavior of 730 Clostridium botulinum type E in Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) Caviar prepared 731 with various preservatives. *International Journal of Veterinary Research*, *3*, pp.17-23.
22. Sequeira-Munoz, A., Chevalier, D., LeBail, A., Ramaswamy, H.S. and Simpson, B.K., 2006. Physicochemal changes induced in carp (*Cyprinus carpio*) fillets by high pressure processing at low temperature. *Innovative Food Science Emerging Technologies*, *7*, pp.13–18.
23. Takagi, T., Mitsuno, Y. and Masumura, M., 1978. Determination of peroxide value by the colorimetric iodine method with protection of iodide as cadmium complex. DOI: 10.1007/BF02533257
24. Zare Gashti, Q., Kouchakian, A., Shamshirkar, M., Nahavandi, R., Shavar, A. Salmani, A., Majedi, M. and Moradi, Y., 2005. Optimization of overriped caviar during propagation through osmotic and physical methods. Final report of the research project. 62 P. [In Persian]
25. Zaitsev, V., Kizevetter, I., Lagunov, L., Makarova, T., Minder, L. and Podsevalov, V., 2004. Fish Curing and Processing. University Press of the Pacific. 740 P.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2025-2-858]