



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Comparison of development of quality index of whole and gutted tigertooth croaker (*Otolithes ruber*) stored on ice

Soltani, R.¹, Khodanazary, A.^{1,2*}, Hosseini, S.M.¹

¹ Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran.

² Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 2024/12/13

Revised: 2025/04/19

Accepted: 2025/04/19

Keywords:

Otolithes ruber

Quality index

Ice

Shelflife

*Corresponding author:

✉khodanazary@yahoo.com

Doi: [10.52547/joc.15.60.5](https://doi.org/10.52547/joc.15.60.5)

ORID: [0000-0001-8960-7324](https://orcid.org/0000-0001-8960-7324)

ABSTRACT

Background and Objectives: The quality index method of tigertooth croaker (*Otolithes ruber*) stored on ice was carried out and its efficiency was compared with sensory, microbial and physicochemical evaluation methods.

Methods: Physicochemical analyzes (volatile nitrogen bases, pH and thiobarbituric acid), microbial (mesophilic and cold-loving) and sensory evaluation were performed on days 0, 4, 8, 12 and 16 of storage. In order to analyze the quantitative values obtained from the phyricochemical and microbial tests after controlling the normality of the data, the analysis of variance (ANOVA) test was used. To compare the means, Duncan's test was used at the probability level of 0.05. Also, Pearson's correlation was used to relate the correlation between physicochemical indices and bacteria with sensory scores.

Findings: The count of mesophilic and psychrophilic bacteria in tigertooth croaker showed a significant correlation with the time of storage in ice and increased during 16 days of storage. The amount of changes in the pH of the whole salted fish in ice increased during 16 days, but the gutted tigertooth croaker in ice increased until the 8th day and then decreased until the 12th day and increased again on the 16th day. The amount of volatile nitrogenous bases in tigertooth croaker stored on ice increased significantly after 16 days, although this amount was lower than the permissible limit until day 8. The amount of thiobarbutyric acid was below the permissible limit until the end of the storage period in ice.

Conclusion: According to the results of physicochemical, microbial and quality index analyses, the shelf life of tigertooth croaker on ice was estimated to be 8, during which tigertooth croaker has the necessary usefulness for consumption.



NUMBER OF TABLES

5



NUMBER OF FIGURES

1



NUMBER OF REFERENCES

35

مقاله پژوهشی

مقایسه توسعه شاخص کیفی ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) کامل و شکم خالی نگهداری شده در یخرضا سلطانی^۱، آری ناز خدانظری^{۱،۲*}، سید مهدی حسینی^۱^۱گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران.^۲گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۹/۲۳
 تاریخ بازبینی: ۱۴۰۴/۱/۳۰
 تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱/۳۰

واژگان کلیدی:
Otolithes ruber
 شاخص کیفی
 یخ
 ماندگاری

پیشینه و اهداف: روش شاخص کیفیت ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) نگهداری شده در یخ انجام گردید و کارایی آن برای ارزیابی تازگی با روشهای ارزیابی حسی، میکروبی و فیزیکوشیمیایی مقایسه شد. **روش‌ها:** آنالیزهای فیزیکوشیمیایی (بازهای ازته فرار، pH و تیوباربیتوریک اسید)، میکروبی (مزوفیل و سرما دوست) و ارزیابی حسی در روزهای ۰، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ نگهداری انجام شدند. به منظور تجزیه و تحلیل مقادیر کمی به دست آمده از آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی و میکروبی پس از کنترل نرمال بودن داده‌ها، از آزمون تجزیه واریانس (ANOVA) استفاده گردید. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده شد. همچنین جهت ارتباط همبستگی بین شاخص‌های فیزیکوشیمیایی و باکتری‌ها با امتیازهای حسی از همبستگی پیرسون استفاده شد.

یافته‌ها: میزان بار باکتری‌های مزوفیل و سرما دوست در ماهی شوریده با گذشت زمان نگره داری هم در یخ همبستگی معنی داری را با زمان نشان داد و طی ۱۶ روز نگره داری افزایش پیدا کرد. میزان تغییرات pH ماهی شوریده کامل در یخ طی ۱۶ روز افزایش ولی ماهی شوریده شکم خالی در یخ تا روز ۸ افزایش و سپس تا روز ۱۲ کاهش و در روز ۱۶ دوباره افزایش یافت. میزان بازهای ازته فرار ماهی شوریده نگره داری شده در یخ پس از ۱۶ روز به طور معنی داری افزایش یافت اگرچه این میزان تا روز ۸ پایین تر از حد مجاز بود. میزان تیوباربیتوریک اسید تا انتهای دوره نگهداری در یخ کمتر از حد مجاز بود.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج آنالیزهای فیزیکوشیمیایی، میکروبی و شاخص کیفی، ماندگاری ماهی شوریده در یخ ۸ روز تخمین زده شد، که در این مدت ماهی شوریده مطلوبیت لازم برای مصرف را دارد.

*نویسنده مسئول

✉ khodanazary@yahoo.com

Doi: 10.52547/joc.15.60.5

ORID:0000-0001-8960-7324

مقدمه

می باشد [۹]. در توسعه کلی QIM، ذخیره سازی نمونه های ماهی در دمای ۰ تا ۴ درجه سانتی گراد انجام می شود [۱۰]. به طور متفاوت، تغییرات در دمای ذخیره سازی، ماندگاری ماهی را تغییر می دهد و نتایج نهایی را تغییر می دهد. Campus و همکاران (۲۰۱۱) [۱۱] تازگی ماهی سی بریم (*Sparus aurata*) را که در دمای ۴ درجه سانتیگراد در بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده (MAP) ذخیره شده بود، ارزیابی کردند. حداکثر مدت نگهداری ۱۳ روز بود. از سوی دیگر، در دماهای بالاتر (۸ درجه سانتی گراد)، امتیاز شاخص کیفی به سرعت افزایش یافت. یکی از دلایل اصلی توسعه مطالعات QIM، ایجاد تخمینی برای ماندگاری محصول بر اساس ادراک حسی انسان است. بنابراین هدف از این بررسی، ارزیابی کیفیت ماهی شوریده شکم خالی و کامل نگهداری شده در یخ همراه با تغییرات میکروبیولوژیکی و فیزیکوشیمیایی بود.

روش پژوهش

آماده سازی و شرایط نگهداری ماهی

در این تحقیق، ماهی شوریده به صورت تازه از بازارچه ماهی فروشان شهرستان آبادان تهیه گردید. نمونه های ماهی و یخ به نسبت ۱ به ۲ (وزنی/وزنی) با جعبه های یونولیتی فوراً به آزمایشگاه فرآوری واقع در دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر منتقل گردیدند. با آب شهری شستشوی اولیه صورت گرفت و مجدداً با آب مقطر نمونه ها شستشو شدند. برای نمونه ۲ تیمار ماهی شکم خالی و کامل در یخ هرکدام جداگانه درون هر زیپ یک شدند که در نتیجه مجموعاً ۸ کیلوگرم وزن و بسته بندی شدند. ماهی های شکم خالی و کامل در یخچال نگهداری شدند. آنالیزهای حسی، فیزیکوشیمیایی، باکتریایی و حسی ماهی شوریده شکم خالی و کامل نگهداری شده در یخ در روز اول شروع آزمایش و سپس هر ۴ روز به مدت ۱۶ روز مورد آزمایش قرار گرفتند.

آزمون میکروبی نمونه ها

به منظور شمارش باکتریها و تعیین بار میکروبی مقدار ۱ گرم از هر نمونه هموزن شده در شرایط استریل به ۹ میلی لیتر کلرور سدیم ۰/۹ درصد اضافه شد و پس از مخلوط کردن، از آن برای تهیه رقت های متوالی استفاده شد. از این رقت ها برای کشت باکتریها در محیط های کشت موردنظر به شرح زیر استفاده شد. یک میلی لیتر از هر رقت برای کشت باکتریها به روش پورپلیت در محیط پلیت کانت آگار (PCA) برای شمارش بارباکتریایی مزوفیل نمونه ها کشت داده شد. پلیت ها به مدت ۴۸ ساعت در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. برای شمارش باکتریهای سرمادوست یک میلی لیتر از هر رقت بر روی محیط کشت پلیت کانت آگار و با روش پور پلیت کشت داده شد. پلیت ها به مدت ۷ روز در دمای ۴ درجه سانتیگراد انکوبه شدند و پس از طی شدن مدت انکوباسیون شمارش کلنی ها انجام شد. شمارش کلنی ها بر مبنای $\log_{10}(\text{cfu})/\text{g}$ بیان شدند [۱۲].

ماهی محصولی متشکل از پروتئین های با ارزش بیولوژیکی بالا و سرشار از ویتامین های A و D، مواد معدنی و اسیدهای چرب غیر اشباع است [۱]. ماهی به دلیل سطوح بالای اسیدهای آمینه آزاد و سایر مواد غیر نیتروژنی که به عنوان منبع مواد مغذی برای رشد میکروبی مورد استفاده قرار می گیرد، ماده غذایی بسیار فاسد شدنی است [۲]. ترکیب پروتئین آن دارای نسبت زیادی از اسیدهای آمینه ضروری است که اگرچه برای سلامت مصرف کننده مفید است، اما به سرعت در حال تخریب است. پس از انحلال جمود نعشی و ایجاد فرآیند اتولیز، پروتئازهای درون زازا اولین آنزیم هایی هستند که عمل می کنند و هیدرولیز پروتئین را تقویت می کنند و منجر به کاهش کیفیت می شوند [۳]. از این پس، کنترل سریع و کارآمد کیفیت این محصولات به چالشی برای مقامات بهداشت عمومی تبدیل می شود.

در مورد ماهی تازه ای که به عنوان یک محصول کامل فروخته می شود، حداقل فرآوری مبتنی بر شستشو و در نتیجه ذخیره سازی در سرد، مخصوصاً در یخ وجود دارد. اجرای این روش ها با هدف مهار رشد باکتری، عملکرد آنزیمی و اکسیداسیون، کمک به حفظ تازگی، ایمنی و افزایش ماندگاری آن است. تازگی و ماندگاری برای صنعت و مصرف کنندگان اهمیت حیاتی دارد، زیرا مقبولیت محصول و در نتیجه ارزش تجاری آن را تعیین می کند. به منظور ارزیابی تازگی و کیفیت ماهی، پروتکل هایی برای تشخیص و تعیین کمیت تغییرات در ویژگی های حسی آن ها پدید آمده است، مانند (۱) طرح اتحادیه اروپا [۴]، (۲) طرح توری (Torry) (Shewan et al., 1953) و (۳) روش شاخص کیفیت (QIM) [۵]. از بین آنها، متداول ترین روش به کار گرفته شده برای ارزیابی تازگی، QIM است. به گفته Olafsdóttir و همکاران (۱۹۹۷) [۶]، نمرات اختصاص داده شده توسط QIM دقیق هستند. با این حال، دقت این روش بستگی به ارزیاب بسیار آموزش دیده دارد زیرا یک روش حسی است. این اجازه می دهد تا اطلاعات خاصی در مورد وضعیت ماهی در طول ذخیره سازی با در نظر گرفتن تفاوت بین گونه های ماهی جمع آوری شود. طرح QIM حاصل به لیستی از ویژگی ها تبدیل می شود، با پارامترهای مرتبط که هر کدام با یک تغییر خاص همراه با توضیحات همراه است. اصطلاحات مورد استفاده برای توصیف باید تغییرات خاص مربوط به یک لحظه دقیق را بیان کند و به حالت های قبلی یا آینده نمونه وابسته نباشد. روش های عینی مانند آنالیز شیمیایی (تری متیل آمین؛ بازهای از ته فرار؛ شاخص K) اغلب برای ارزیابی تازگی محصول ماهی تبدیل شده استفاده می شود.

QIM یک رویکرد عملی و سریع برای ارزیابی تازگی و کیفیت ماهی در نظر گرفته می شود [۷]. QIM که توسط بخش تحقیقات غذای تاسمانی [۵] معرفی شد، نقاط بحرانی (از ۰ تا ۳) را به گونه ای که در حال ارزیابی هستند، تنظیم می کند [۸]. نمرات نزدیکتر به ۰ نشان دهنده تازگی و نمرات نزدیکتر به ۳ نشان دهنده وضعیت پیشرفته فساد است [۷] که نشان دهنده ظاهر پارامترهای ماهی هایی که مستقیماً با فروش و مصرف مرتبط است،

آنالیزهای فیزیکوشیمیایی

شاخص تیوباربیتوریک اسید

شدن رنگ ارغوانی تیترا شد و به صورت میلی گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه ماهی بیان شد [۱۴]. میزان بازهای ازته فرار از رابطه ۲ محاسبه گردید

رابطه (۲) حجم اسید سولفوریک = بازهای ازته فرار
مصرفی $\times ۱۴$

شاخص pH

برای اندازه گیری شاخص pH، ۵ گرم از نمونه به مدت ۱ دقیقه با ۴۵ میلی لیتر آب مقطر همگن شده و میزان pH آن با دستگاه pH سنج (Metrohm ساخت کشور سوئیس) اندازه گیری شد [۱۵].

ارزیابی حسی برای توسعه روش شاخص کیفی ماهی خام بر اساس روش امتیاز دهی بود. تخمین طرح روش شاخص کیفی جهت ارزیابی کیفیت ماهی خام نگهداری شده در یخ و یخچال با ۹ پارامتر کیفی با امتیازات در دامنه ۰ تا ۳ که مجموع دامنه ها از ۰ (تازگی) تا ۳۴ (کاهش تازگی) جهت کسب امتیاز حسی کل یعنی شاخص تازگی به کار برده شد (جدول ۱). شاخص کیفی ماهی شامل ظاهر کلی، قرنی، مردمک، شکل و گردی چشم، رنگ و بوی آبشش، باله ها، رطوبت و رنگ دم، الاستیسیته و رنگ باله پشتی، رنگ و بوی ناحیه شکمی (داخلی)، جنبه کلی ناحیه شکم (خارجی)، رنگ، بو و استحکام گوشت بودند (جدول ۱). از ۱۵ فرد نیمه آموزش دیده شده طبق روش ISO, 1993 [۱۶] جهت ارزیابی حسی استفاده شد

اندازه گیری تیوباربیتوریک اسید طبق روش Siripatrawan and Noipha (2012) [۱۳] با افزودن ۹۷/۵ میلی لیتر آب مقطر و ۲/۵ میلی لیتر اسیدکلریدریک ۴ نرمال به ۱۰ گرم نمونه هموزن شده اندازه گیری شد. ۵ میلی لیتر از مایع حاصل از تقطیر این مخلوط به ۵ میلی لیتر معرف تیوباربیتوریک اسید افزوده شد و به مدت ۳۵ دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد. پس از سرد شدن میزان جذب مایع صورتی حاصل در طول موج ۵۳۸ نانومتر در دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. عدد جذب خوانده شده در عدد ثابت ۷/۸ ضرب شد تا میزان تیوباربیتوریک اسید نمونه بدست آید (رابطه ۱). میزان تیوباربیتوریک اسید به صورت میلی گرم مالون آلدهید بر کیلوگرم نمونه بیان شد.

رابطه (۱) $TBA_{value} = 7.8 \text{ Abs}_{538}$

Abs_{538} = میزان جذب در طول موج ۵۳۸ نانومتر

شاخص بازهای ازته فرار

اندازه گیری بازهای ازته فرار به روش کلدال و با تیتراسیون عصاره بدست آمده انجام گرفت. بدین منظور ۱۰ گرم نمونه به همراه ۲ گرم اکسید منیزیم با افزودن ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر به بالن کلدال متصل شد و عصاره مورد نظر به محلول متشکل از اسید بوریک ۲٪ و ۱-۲ قطره متیل رد به عنوان شاخص وارد شد. محلول زرد رنگ حاصله با اسید سولفوریک تا حاصل

جدول ۱- روش شاخص کیفی ماهی شوریده کامل و شکم خالی طی نگهداری در یخ

ویژگی کیفی	پارامتر	مشخصات	درجه تخریب
ظاهر کلی	پوست	• رنگ روشن، واضح و مشخص، براق، روشنایی زیاد	۰
		• کمی روشن، تغییر رنگ در اطراف، تقریباً براق، کاهش روشنایی	۱
		• پوست خراشیده، رنگ پریده، چروک و شکست خورده، از دست دادن براقی، مات	۲
	بافت	• با مخاط (موکوس)	۰
		• بی مخاط (موکوس)	۱
چشم	قرنیه	• روشن (بلورین)	۰
		• روشن یا کمی تیره	۱
	مردمک	• مات	۲
		• کمی مات، عدم وجود نقطه سفید	۰
	شکل	• مات، نقطه سفید کوچک	۱
		• خاکستری مات، نقطه سفید بزرگ	۲
	گردی	• محدب	۰
		• صاف یا تخت	۱
		• مقعر	۲
		• سالم	۰
		• در حال فروپاشی	۱

ادامه جدول جدول ۱- روش شاخص کیفی ماهی شوریده کامل و شکم خالی طی نگهداری در یخ

۰	۱	۲	رنگ	آبشش	• قرمز روشن و دارای اندکی موکوس • قرمز و دارای مقداری موکوس • قرمز صورتی تا قهوه ای و دارای مقداری موکوس
۰	۱	۲	بو	بو	• بوی تازگی و خاص گونه • بوی خاص ماهی از بین رفته و آبشش فاقد بو • تندی کم تا متوسط • خیلی تند و تعفن آور
۰	۱	۲	لدمی شکمی پشتی	باله ها	• کشسان، مرطوب، کامل • کمی کشسان، برش خورده، کامل • بدون کشش، برش خورده، شکست خورده
۰	۱	۲	مرطوبت	مربوط به دم	• کاملاً مرطوب • با لبه های خشک
۰	۱	۲	رنگ	رنگ	• روشن • تیره
۰	۱	۲	قابلیت ارتجاعی	مربوط به پشت	• کشسان • بدون کشش
۰	۱	۲	رنگ	رنگ	• سبز تیره • سبز روشن • آبی روشن تا تیره
۰	۱	۲	رنگ	شکم (داخلی)	• رنگ تازه، خون قرمز روشن • زرد تازه یا صورتی، خون قرمز تیره • قهوه ای صورتی یا تیره و خون قهوه ای
۰	۱	۲	بو	بو	• تازه یا بی بو • ترشیدگی، کمی آمونومی • فاسد
۰	۱	۲	جنبه کلی	شکم (خارجی)	• انعطاف پذیر، براق و مرطوب • از دست دادن انعطاف، کمی تغییر رنگ • غیر قابل انعطاف، خشک و تغییر رنگ داده
۰	۱	۲	رنگ	گوشت	• قرمز روشن و تیره • قرمز روشن • تغییر رنگ به قهوه ای یا قرمز کم رنگ
۰	۱	۲	بو	بو	• تازه یا بی بو • ترشیده، کمی آمونومی • فاسد
۰	۱	۲	استحکام	استحکام	• سخت، متراکم • نرم، رو به زوال
۳۴-۰				مقبولیت کلی	

امتیازهای حسی از همبستگی پیرسون استفاده شد. برای مقایسه نمونه‌های با و بدون پوست از آزمون t-مستقل استفاده شد.

نتایج و بحث

ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی ماهی شوریده کامل و شکم خالی نگهداری شده در یخ

بازهای از ته به عنوان شاخصی کیفی و نشانه فساد، تجزیه و شکستن پروتئین‌ها در ماهی به حساب می‌آیند که به وسیله این شاخص می‌توان مدت زمان

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل با نرم افزار SPSS انجام پذیرفت. به منظور تجزیه و تحلیل مقادیر کمی به دست آمده از آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی و میکروبی پس از کنترل نرمال بودن داده‌ها، از آزمون تجزیه واریانس (ANOVA) استفاده گردید. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده شد. برای تعیین رابطه بین زمان نگهداری یخ و QI از تحلیل همبستگی پیرسون با فاصله اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. همچنین جهت ارتباط همبستگی بین شاخص‌های فیزیکوشیمیایی و باکتری‌ها با

معنی دار با زمان نگهداری نشان نداد. تولید اسیدلاکتیک حاصل از فعالیت باکتری‌های اسید لاکتیک و تجزیه ATP و رها سازی فسفات در طی نگهداری می تواند باعث کاهش موقتی pH شود [۲۰]. در مطالعه حاضر نیز روند افزایش pH سپس کاهش موقت و پس از آن دوباره افزایش pH مشاهده شد. مشابه همین نتایج، در مطالعه Ghani Kuvei و همکاران، پس از نگهداری ماهی کفال در سرما، روند افزایش pH تا روز ۱۲ و سپس افت pH مشاهده شد. آنها اظهار داشتند که تجزیه گلیکوزن در فیله ماهی ممکن است سبب افزایش دی اکسید کربن در بافت ماهیچه ماهی کفال و کاهش pH باشد [۲۱]. میزان pH در ماهی شوریده شکم خالی و ماهی شوریده کامل تفاوت معنی داری نشان نداد ($P > 0.05$).

شاخص تیوباریتوریک اسید یا شاخص TBA به منظور ارزیابی اکسیداسیون لیپیدی و محصولات آن از جمله مالون دی آلدهید به کار می رود [۲۲]. مالون دی آلدهید مولکولی آلی از اسیدهای چرب با پیوند چندگانه است که در اثر تجزیه اسیدهای چرب غیر اشباع طی اکسیداسیون چربی تشکیل می شود و به عنوان شاخص ارزیابی روند تغییرات اکسیداسیون چربی استفاده می شود [۲۳]. جدول ۲ تغییرات میزان تیوباریتوریک اسید ماهی شوریده کامل و شکم خالی نگهداری شده در یخ طی ۱۶ روز نگهداری نشان می دهد. میزان تیوباریتوریک اسید ماهی شوریده کامل و شکم خالی طی نگهداری شده در یخچال به تدریج افزایش یافتند. افزایش اولیه میزان تیوباریتوریک اسید به دلیل عدم توقف فرآیند اکسیداسیون لیپیدی در سرما و ادامه فعالیت باکتری‌های سرما دوستی نظیر سودوموناس ها باشد که قادر به تولید آنزیم‌های لیپاز و فسفولیپاز هستند و می توانند موجب آزاد شدن اسیدهای چرب شوند [۲۴]. این اسیدهای چرب آزاد در ادامه فرآیند اکسیداسیون لیپیدی تبدیل به ترکیبات آلی نظیر آلدهیدها و کتون‌ها می شوند که بو و طعم نامطلوبی در ماهی ایجاد می کنند و م در نهایت موجب فساد در ماهی می شوند [۲۳]. حداکثر سطح تیوباریتوریک اسید ۸ میلی گرم مالون آلدهید بر کیلوگرم به عنوان حد قابل قبول محصولات دریایی تازه است. میزان تیوباریتوریک اسید ماهی شوریده کامل و شکم خالی نگهداری شده در یخ کمتر از حد مجاز بود.

ماندگاری محصولات دریایی را ارزیابی کرده و تخمین زد [۱۷]. جدول ۲ تغییرات میزان بازهای ازته فرار ماهی شوریده کامل و شکم خالی نگهداری شده در یخ طی ۱۶ روز نگهداری نشان می دهد. میزان بازهای ازته فرار ماهی شوریده کامل و شکم خالی نگهداری شده در یخ به طور معنی داری پس از ۱۶ روز افزایش نشان داد که با توجه به تغییرات pH، چنین روندی برای بازهای ازته فرار کاملاً منطقی به نظر می رسد. فعالیت باکتری‌های سرمادوستی از جمله *Shewanella putrefaciens* و *Photobacterium phosphoreum* منجر به تولید آنزیم‌های اتولیتیک و آنزیم‌های درونی می شود که با اتولیز پروتئین سبب شکستن ترکیبات آلی نظیر تری متیل آمین اکسیدها و پپتیدها می شود که میزان بازهای نیتروژنی را افزایش می دهد [۱۸ و ۱۹]. بنابراین می توان نتیجه گیری کرد که افزایش بار باکتریایی می تواند خود دلیلی بر افزایش بازهای ازته باشد. طبق کمیسیون اروپا [۴]، بالاترین سطح توصیه شده بازهای ازته فرار ۳۵ میلی گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه های تازه است. میزان بازهای ازته فرار در ماهی شوریده کامل و شکم خالی نگهداری شده در یخ، تا روز ۸ پایین تر از حد مجاز بود که نشان میداد کیفیت ماهی در حد مطلوب بود. میزان بازهای ازته فرار در ماهی شوریده شکم خالی در مقایسه با ماهی شوریده کامل بالاتر بود ($P > 0.05$).

جدول ۲ تغییرات میزان pH ماهی شوریده کامل و شکم خالی نگهداری شده در یخ طی ۱۶ روز نگهداری نشان می دهد. تغییرات میزان pH ماهی شوریده کامل و شکم خالی نگهداری شده در یخ طی ۱۶ روز نشان داد که میزان pH ماهی شوریده کامل در یخ به طور معنی داری افزایش داشت. در طی فرآیند بعداز جمود پس از مرگ، تجزیه ترکیبات نیتروژنی سبب افزایش pH بافت‌های ماهی می شود که این امر پدیده می تواند حاصل افزایش تولید ترکیبات تجزیه شده قلیایی و همچنین فعالیت بیشتر باکتری‌ها باشد و در نهایت به کاهش کیفیت گوشت ماهی و فساد آن ختم می شود [۲۰]. در حالی که، میزان pH ماهی شوریده شکم خالی در یخ به طور معنی داری تا روز ۸ افزایش و سپس در روز ۱۲ به طور معنی داری کاهش پیدا کرد و سپس در روز ۱۶ افزایش یافت. میزان pH ماهی شوریده کامل و شکم خالی نگهداری شده در یخ همبستگی

جدول ۲- ارزیابی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی ماهی شوریده کامل و شکم خالی نگهداری شده در یخ

۱۶	۱۲	۸	۴	۰	
					TVBN
۵۱/۱۵ ^{Aa} ±۱/۲۴	۴۵/۲۵ ^{Ab} ±۰/۴۹	۳۲/۴۵ ^{Ac} ±۰/۲۰	۲۲/۹۱ ^{Ad} ±۰/۲۸	۱۲/۵۵ ^{Ac} ±۰/۱۴	ماهی کامل
۵۳/۲۰ ^{Aa} ±۰/۹۲	۳۷/۹۵ ^{Bb} ±۰/۲۵	۲۸/۹۵ ^{Bc} ±۰/۲۵	۱۸/۴۰ ^{Bd} ±۰/۵۲	۱۲/۵۵ ^{Ac} ±۰/۱۴	ماهی شکم خالی
					pH
۶/۹۵ ^{Aa} ±۰/۰۸	۶/۴۰ ^{Ab} ±۰/۰۰	۶/۲۵ ^{Bc} ±۰/۰۲	۶/۱۵ ^{Ac} ±۰/۰۲	۵/۹۵ ^{Ad} ±۰/۰۲	ماهی کامل
۶/۹۰ ^{Aa} ±۰/۰۵	۶/۰۵ ^{Bcd} ±۰/۰۸	۶/۴۰ ^{Ab} ±۰/۰۰	۶/۲۰ ^{Ac} ±۰/۰۵	۵/۹۵ ^{Ad} ±۰/۰۲	ماهی شکم خالی
					TBA
۴/۸۶ ^{Aa} ±۰/۰۹	۳/۷۵ ^{Ab} ±۰/۰۶	۲/۳۷ ^{Ac} ±۰/۰۵	۱/۳۶ ^{Ad} ±۰/۰۴	۰/۷۰ ^{Ae} ±۰/۰۸	ماهی کامل
۴/۲۹ ^{Aa} ±۰/۲۵	۳/۲۲ ^{Bb} ±۰/۱۳	۲/۰۵ ^{Bc} ±۰/۱۰	۱/۰۳ ^{Bd} ±۰/۰۲	۰/۷۰ ^{Ad} ±۰/۰۸	ماهی شکم خالی

حروف کوچک متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار طی دوره نگهداری در هر تیمار می باشد ($P < 0.05$). حروف بزرگ متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارها می باشد ($P < 0.05$).

ارزیابی بار میکروبی ماهی شوریده کامل و شکم خالی نگهداری

شده در یخ

جدول ۳ تغییرات بار باکتری های مزوفیل و سرمادوست ماهی شوریده کامل و شکم خالی نگهداری شده در یخ طی ۱۶ روز نگهداری نشان می دهد. میزان اولیه باکتری های مزوفیل و سرمادوست به ترتیب $\log_{10}$ ۲/۵۴cfu/g و $\log_{10}$ ۱/۹۸ بود که نشان دهنده تازگی ماهی می باشد. زیرا طبق مطالعات نشان داده شده است که میزان بار میکروبی ماهی

تازه در حدود 10^2 تا 10^6 می باشد [۲۵]. میزان فساد میکروبی ماهی به نوع فلور میکروبی، شرایط فیزیکی و شیمیایی نگهداری نظیر میزان اکسیژن و دما وابسته است [۲۶]. میزان بار باکتری های مزوفیل و سرمادوست در ماهی شوریده کامل و شکم خالی با گذشت زمان نگهداری، طی نگهداری در یخ به طور معنی داری افزایش پیدا کرد. تعداد باکتری های سرمادوست در ماهی شکم خالی در مقایسه با ماهی کامل به طور معنی داری بیشتر بود که علت می تواند دستکاری ماهی در حین تخلیه امعا و احشا باشد.

جدول ۳- ارزیابی تغییرات بار میکروبی ماهی شوریده کامل و شکم خالی نگهداری شده در یخ

۱۶	۱۲	۸	۴	۰	
					باکتری های مزوفیل
$8/27^{Aa} \pm 0.07$	$7/78^{Ab} \pm 0.11$	$5/41^{Ac} \pm 0.17$	$2/77^{Ad} \pm 0.00$	$2/54^{Ad} \pm 0.14$	ماهی کامل
$7/95^{Ba} \pm 0.03$	$7/33^{Bb} \pm 0.04$	$3/38^{Bc} \pm 0.04$	$3/30^{Bc} \pm 0.00$	$2/54^{Ad} \pm 0.14$	ماهی شکم خالی
					باکتری های سرمادوست
$8/11^{Ba} \pm 0.00$	$7/64^{Aa} \pm 0.12$	$6/76^{Ab} \pm 0.38$	$3/91^{Ac} \pm 0.10$	$1/98^{Ad} \pm 0.04$	ماهی کامل
$8/16^{Aa} \pm 0.01$	$7/18^{Bb} \pm 0.03$	$6/35^{Ac} \pm 0.12$	$3/32^{Ad} \pm 0.36$	$1/98^{Ae} \pm 0.04$	ماهی شکم خالی

حروف کوچک متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار طی دوره نگهداری در هر تیمار می باشد ($P < 0.05$). حروف بزرگ متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارها می باشد ($P < 0.05$).

شاخص کیفی در ابتدا و انتهای روزهای نگهداری (روز ۰ و روز ۱۶) ماهی شوریده کامل و شکم خالی نگهداری شده در یخ به ترتیب (۰ و ۲۸) و (۰ و ۳۲) بود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد در پروتکل ماهی شوریده کامل و شکم خالی نگهداری شده در یخ حداکثر مجموع امتیازات حسی ۳۴ بود که مطابق با پروتکل گزارش شده در کفال خاکستری *Chelon subviridis* می باشد [۲۱] (Ghani Kuvei et al. 2019) و به پروتکل گزارش شده در شانک لکه سیاه (*Pagellus bogaraveo*) (با امتیاز حسی ۳۰) توسط Sant'Ana و همکاران [۲۷]، ماهی کفال (*Mugil platanus*) (با امتیاز حسی ۳۳) گزارش شده توسط Andrade و همکارانش در سال ۲۰۰۵ [۲۸]، نزدیک است. در صورتی که نتایج کاملاً متفاوتی با پروتکل مربوط به ماهی شانک خط طلایی (*Rhabdosargus sarba*) پس از نگهداری در یخ و یخچال (با امتیاز حسی ۱۵)، گزارش شده توسط Huidobro و همکاران در سال ۲۰۰۰ [۲۹] و بز ماهی (*Mullus barbatus*) (با امتیاز حسی ۱۸) نشان داد [۳۰]. تفاوت در پروتکل های مختلف بیانگر این نکته است که هر روش در فرآیند فساد گونه های متفاوت، با یکدیگر تفاوت دارد [۳۱]. این تفاوت در فرآیند فساد هر گونه ماهی مربوط به تفاوت در تغییرات حسی ناشی از فعالیت های متابولیکی و میکروبی می باشد [۳۱]. روش شاخص کیفی تغییرات کیفی ماهی شوریده کامل و شکم خالی را در طی روزهای نگهداری در یخ توصیف می کند. ماندگاری این ماهی در یخ با مجموع امتیازات حسی ۳۴، ۸ روز تخمین زده شد. در مطالعه ماهی تنباکو (*Colossoma macropomum*)

روش شاخص کیفی ماهی شوریده کامل و شکم خالی نگهداری شده

در یخ

در مطالعه حاضر از روش شاخص کیفی جهت تشخیص تازگی ماهی شوریده نگهداری شده در یخ استفاده شد. نتایج روش شاخص کیفی شامل ۹ ویژگی کیفی و ۱۹ پارامتر برای ارزیابی ماهی شوریده کامل و شکم خالی نگهداری شده در یخ در جدول ۲ و ۳ نشان داده شده است. پارامترها از ۰ تا ۱، ۰ تا ۲ و ۰ تا ۳ بر طبق خصوصیات مشاهده شده امتیازدهی شدند. بیشترین امتیاز ۳۴ است که شامل ۴ امتیاز در ارتباط با ظاهر کلی، ۷ امتیاز در ارتباط با چشم، ۵ امتیاز در ارتباط با آبشش ها، ۲ امتیاز در ارتباط با باله ها، ۲ امتیاز در ارتباط با باله های مخرجی، ۳ امتیاز در ارتباط با ناحیه پشته، ۴ امتیاز در ارتباط با ناحیه شکمی (داخلی)، ۲ امتیاز در ارتباط با ناحیه شکمی (خارجی) و ۵ امتیاز مربوط به گوشت است. مجموعه امتیازات به دست آمده به عنوان شاخص کیفیت (QI) جهت تعیین ویژگی های حسی ماهی شوریده کامل و خالی در یخ مورد استفاده قرار گرفت. همبستگی خطی معنی دار بین شاخص کیفی و زمان نگهداری در یخ جهت پیشبینی ماندگاری ماهی استفاده شد. ارتباط بین شاخص کیفی و زمان نگهداری طی نگهداری در یخ برای ماهی شوریده کامل و شکم خالی به شکل همبستگی خطی بود. مجموع امتیازات به دست آمده برای ویژگی های حسی طی نگهداری ماهی شوریده کامل نگهداری شده در یخ و یخچال با شاخص کیفیت در شکل ۱a و ۲a نشان داده شده است. شاخص کیفیت ماهی شوریده کامل و شکم خالی با زمان نگهداری افزایش یافت (جداول ۲ و ۳).

شخص کیفی و زمان نگهداری ماهی سبب می شود تا ماندگاری ماهی به راحتی مورد ارزیابی قرار گیرد. هرچند تایید این ارزیابی به کمک آنالیزهای میکروبی نیز نیازمند است [۳۴]. بر اساس آنالیزهای میکروبی در این مطالعه، شمارش باکتری‌های مزوفیل و سرمادوست در ماهی شوریده شکم خالی و شکم پر در طی نگهداری در یخ در روز ۱۲ بیش از $7 \log_{10} \text{CFU/g}$ بود [۳۵]. که این میزان بیش از حد مجاز برای ماهی خام می باشد. علاوه همه پارامترها همبستگی خطی بالایی را با زمان نگهداری ماهی در یخ نشان دادند ($R > 0.775$). در روش شاخص کیفیت رابطه خطی و همبستگی بالایی با زمان نگهداری ماهی مشاهده شد ($R > 0.994$). در ماهی شوریده نگهداری شده در یخ، شاخص کیفیت می تواند برای ماهی کامل طبق معادله خطی $1/8 \times \text{زمان نگهداری} - 2/8$ و برای ماهی شکم خالی طبق معادله $2/15 \times \text{زمان نگهداری} - 1/8$ محاسبه شود.

نیز ماندگاری ماهی طی نگهداری ماهی در یخچال (با امتیاز حسی ۱۲/۳۴) روز تخمین زده شد [۳۲]. در حالیکه در مطالعه کیفی ماهی شانک کفال خاکستری طی نگهداری در سرما، ۱۲ روز بود [۲۱]. مدت ماندگاری ماهی سوف شکم خالی در یخ (با امتیاز حسی ۳۲) ۷ روز گزارش شد [۳۳]. به نظر می رسد مدت ماندگاری ماهی کاملاً وابسته به دمای نگهداری آن است. ماندگاری ماهی در دمای پایین (نظیر نگهداری در یخ و در یخچال)، سبب پایین آمدن سطح فعالیت میکروارگانیسم ها شده و به مطلوبیت و مدت ماندگاری بیشتر بافت بدن ماهی کمک می کند [۲۸].

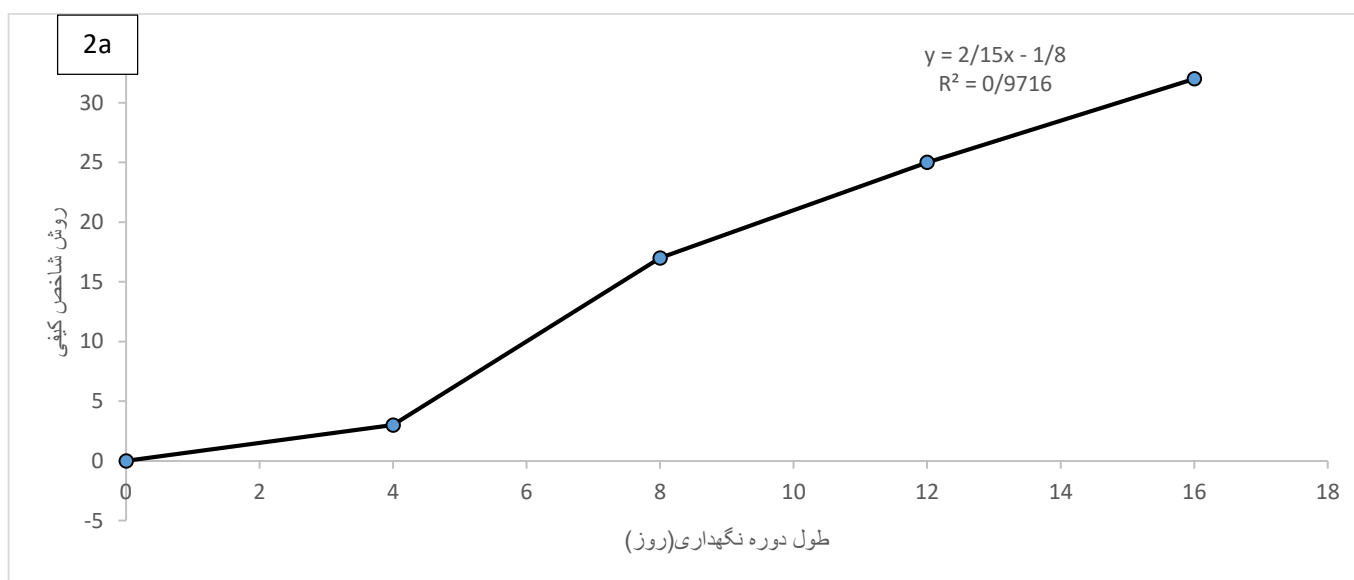
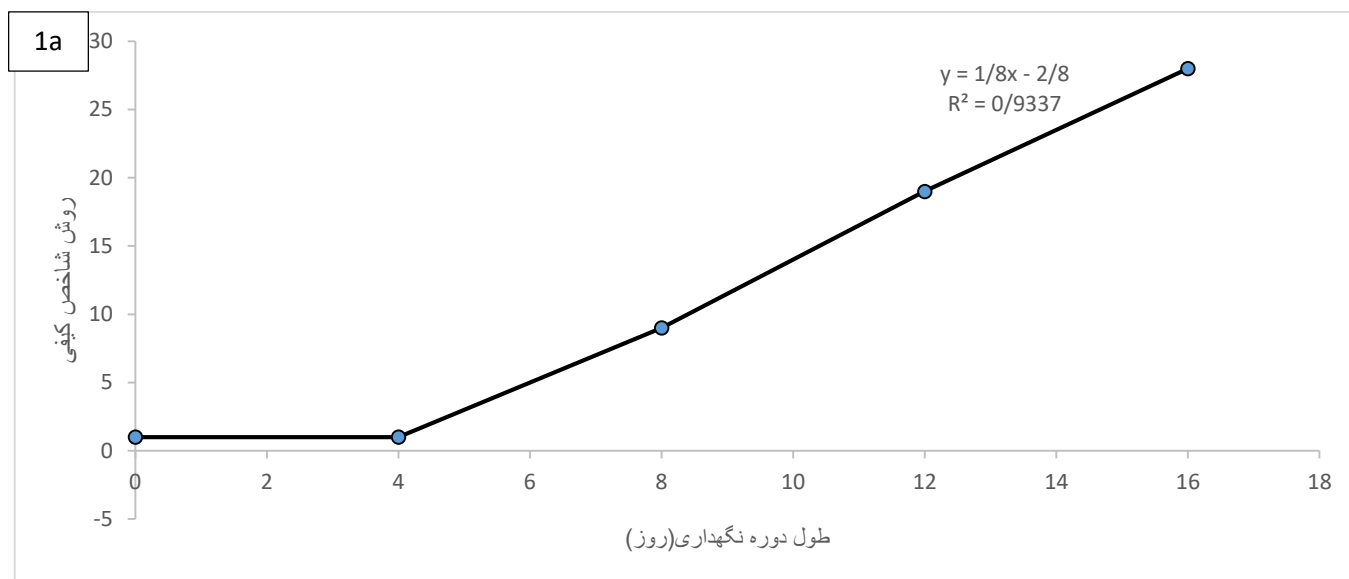
شاخص کیفی در ماهی شوریده شکم خالی و کامل نگهداری شده در یخ از روز صفر تا چهار به ترتیب ۰-۳/۷۳ و ۰-۲/۲۱ بود. میانگین شاخص کیفی در روز ۱۲ برای این ماهی در حالت شکم خالی و کامل نگهداری شده در یخ به ترتیب ۲/۱۱ و ۱۹/۳ و برای ماهی شوریده خالی و کامل نگهداری شده در یخچال به ترتیب ۳۴/۲ و ۳۰/۳ مشاهده شد. وجود همبستگی خطی بین

جدول ۴- میانگین امتیازها برای هر پارامتر کیفی ارزیابی شده با روش شاخص کیفی ماهی شوریده کامل نگهداری شده در یخ و همبستگی روزهای نگهداری شده در یخ

روزهای نگهداری در یخ	پارامتر	۰	۴	۸	۱۲	۱۶	r
ظاهر کلی پوست	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۸۹۴*
ظاهر کلی بافت	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۷۵*
قرنیه چشم	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۸۹۴*
مردمک چشم	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۲/۰۰	۰/۹۴۹*
شکل چشم	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۲/۰۰	۰/۹۴۹*
گودی چشم	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۸۹۴*
رنگ آبشش	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۶۰۲*
بو آبشش	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۲/۰۰	۰/۹۴۹*
باله ها	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰	۰/۹۴۴*
رطوبت دم	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۷۵*
رنگ دم	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۷۵*
قابلیت ارتجاعی مربوط به پشت	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۸۹۴*
رنگ مربوط به پشت	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۸۹۴*
رنگ شکم (داخلی)	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۷۵*
بو شکم (داخلی)	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۲/۰۰	۰/۹۴۹*
جنبه کلی شکم (خارجی)	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۲/۰۰	۰/۹۴۴*
رنگ گوشت	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۲/۰۰	۰/۹۴۴*
بو گوشت	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۲/۰۰	۰/۹۴۴*
استحکام گوشت	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۲/۰۰	۰/۹۴۴*

جدول ۵- میانگین امتیازها برای هر پارامتر کیفی ارزیابی شده با روش شاخص کیفی ماهی شوریده شکم خالی نگهداری شده در یخ و همبستگی روزهای نگهداری شده در یخ

پارامتر روزهای نگهداری در یخ	۰	۴	۸	۱۲	۱۶	r
ظاهر کلی پوست	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۲/۰۰	۱/۰۰	۰/۶۳۲*
ظاهر کلی بافت	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۷۵*
قرنیه چشم	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۷۵*
مردمک چشم	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۵۰	۱/۰۰	۰/۷۱۸*
شکل چشم	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۵۰	۱/۰۰	۰/۷۱۸*
گودی چشم	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۵۰	۱/۰۰	۰/۷۱۸*
رنگ آبشش	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۶۷۴*
بو آبشش	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۲/۰۰	۱/۰۰	۰/۲۵۸*
باله ها	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۲/۰۰	۱/۰۰	۰/۶۳۲*
رطوبت دم	۰/۰۰	۰/۰۵	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۷۵*
رنگ دم	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۲۵۸*
قابلیت ارتجاعی مربوط به پشت	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۰/۰۰	۰/۷۷۵*
رنگ مربوط به پشت	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۵۵*
رنگ شکم (داخلی)	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۷۵*
بو شکم (داخلی)	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۲/۰۰	۱/۰۰	۰/۶۳۲*
جنبه کلی شکم (خارجی)	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۵۰	۱/۰۰	۰/۷۱۸*
رنگ گوشت	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۲/۰۰	۱/۰۰	۰/۶۳۲*
بو گوشت	۰/۰۰	۰/۰۵	۱/۰۰	۲/۰۰	۱/۰۰	۰/۵۱۳*
استحکام گوشت	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۰۰	۰/۹۹۸*



شکل ۱- همبستگی خطی بین شاخص کیفی (QI) و طول دوره نگهداری در یخ ماهی شوریده کامل (a)، همبستگی خطی بین شاخص کیفی (QI) و طول دوره نگهداری در یخ ماهی شوریده شکم خالی (b).

of five farmed Brazilian freshwater fish species from different families. PLOS ONE, 12(6).

[2] Monteiro, M. L. G., Mársico, E. T., Mano, S. B., da Silva Alves, T., Rosenthal, A., Lemos, M., . . . Conte-Junior, C. A. (2018). Combined effect of high hydrostatic pressure and ultraviolet radiation on quality parameters of refrigerated vacuum-packed tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets. Scientific Reports, 8(1), 9524.

تعارض منافع

«هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

منابع

[1] Rodrigues, B. L., Canto, A. C. V. da C. S., da Costa, M. P., da Silva, F. A., Mársico, E. T., & Conte-Junior, C. A. (2017). Fatty acid profiles

- [12] Sallam, K.I., 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food Control*, 18, pp. 566–575.
- [13] Siripatrawan, U. and Noipha, S., 2012. Active film from chitosan incorporating green tea extract for shelf life extension of pork sausages. *Food Hydrocolloids*, 27, pp. 102–108. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.08.011>
- [14] Goulas, A.E. and Kontominas, M.G., 2005. Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): Biochemical and sensory attributes. *Food Chemistry*, 93, pp. 511–520. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.09.040>
- [15] Suvanich, V., Jahncke, M.L. and Marshall, D.L., 2000. Changes selected chemical quality characteristics of channel catfish frame mince during chill and frozen storage. *Food Science*, 65, pp. 24–29.
- [16] ISO.1993. Sensory analysis—general guidance for the selection, training and monitoring of assessors. Part 1: Selected assessors, 8586-1. Genf, Switzerland: The International Organization for Standardization. P 1–10.
- [17] Bekhit AE-DA, Holman BW, Giteru SG, Hopkins DL (2021) Total volatile basic nitrogen (TVB-N) and its role in meat spoilage: A review *Trends in Food Science & Technology* 109:280-302.
- [18] Semeano AT, Maffei DF, Palma S, Li RW, Franco BD, Roque AC, Gruber J (2018) Tilapia fish microbial spoilage monitored by a single optical gas sensor *Food Control* 89:72-76
- [19] Etemadian Y, Shabanpour B, Mahoonak AS, Shabani A (2012) Combination effect of phosphate and vacuum packaging on quality parameters of Rutilus frisii kutum fillets in ice *Food Research International* 45:9-16
- [20] Wang H, Zhu Y, Zhang J, Wang X, Shi W (2018) Study on changes in the quality of grass carp in the process of postmortem *Journal of Food Biochemistry* 42:e12683
- [21] Ghani Kuvei F, Khodanazary A, Zamani I (2019) Quality index method (QIM) sensory scheme for gutted greenback grey mullet *Chelon subviridis* and its shelf life determination *International Journal of Food Properties* 22:618-629
- [22] Cheng J-H, Sun D-W, Pu H-B, Wang Q-J, Chen Y-N (2015) Suitability of hyperspectral imaging for rapid evaluation of thiobarbituric acid (TBA) value in grass carp
- [3] Delbarre-Ladrat, C., Chéret, R., Taylor, R., & Verrez-Bagnis, V. (2006). Trends in postmortem aging in fish: Understanding of proteolysis and disorganization of the myofibrillar structure. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(5), 409–421
- [4] EC (1995). Commission of the European Community, decision 95/149/EC of 8 March 1995 fixing the total volatile basic nitrogen (TVB-N) limit values for certain categories of fishery products and specifying the analysis methods to be used. Brussels, Belgium: EC.
- [5] Bremner, H. A. (1985). A convenient, easy to use system for estimating the quality of chilled seafood. *Fish Processing Bulletin*, 7, 59–70.
- [6] Olafsdóttir, G., Martinsdóttir, E., Oehlenschläger, J., Dalgaard, P., Jensen, B., Undeland, I., . . . Nilsen, H. (1997). Methods to evaluate fish freshness in research and industry. *Trends in Food Science & Technology*, 8, 258–265.
- [7] Sveinsdóttir, K., Hyldig, G., Martinsdóttir, E., Jørgensen, B. and Kristbergsson, K., 2003. Quality Index Method (QIM) scheme developed for farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Food Quality and Preference*, 14(3), pp. 237–245. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(02\)00081-2](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(02)00081-2)
- [8] Guillerme-Regost, C., Haugen, T., Nortvedt, R., Carlehög, M., Lunestad, B. T., Kiessling, A., & Rørås, A. M. B. (2006). Quality characterization of farmed atlantic halibut during ice storage. *Journal of Food Science*, 71(2), S83–S90.
- [9] Vaz-Pires, P., & Seixas, P. (2006). Development of new quality index method (QIM) schemes for cuttlefish (*Sepia officinalis*) and broadtail shortfin squid (*Illex coindetii*). *Food Control*, 17(12), 942–949.
- [10] Martinsdóttir, E., Sveinsdóttir, K., Luten, J. B., Schelvis-Smit, R., & Hyldig, G. (2001). Reference manual for the fish sector: Sensory evaluation of fish freshness. The Netherlands: QIM Eurofish.
- [11] Campus, M., Bonaglini, E., Cappuccinelli, R., Porcu, M. C., Tonelli, R., & Roggio, T. (2011). Effect of modified atmosphere packaging on Quality Index Method (QIM) scores of farmed gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) at low and abused temperatures. *Journal of Food Science*, 76(3), S185–S191.

- [29] Huidobro A, Pastor A, Tejada M (2000) Quality index method developed for raw gilthead seabream (*Sparus aurata*) Journal of Food Science 65:1202-1205
- [30] Bernardi, D.C., Mársico, E.T. and Freitas, M.Q.d., 2013. Quality Index Method (QIM) to assess the freshness and shelf life of fish. Brazilian archives of biology and technology, 56, pp. 587-598.
- [31] Mayrla CSDdO, Yohanna FA, Julyanna dLM, Izabel CRdS, Daniel OF, Daniela CO (2017) Microbiological evaluation and development of quality index method (QIM) scheme for farmed pintado fish (*Pseudoplatystoma corruscans*) African Journal of Microbiology Research 11:426-432
- [32] Araújo WSC, De Lima CLS, Peixoto Joele MRS, Lourenço LDFH (2017) Development and Application of the Quality Index Method (QIM) for farmed Tambaqui (*Colossoma macropomum*) stored under refrigeration Journal of Food Safety 37:e12288
- [33] Borges, A.B., Conte-Junior, C.A., Franco, R.M. and Freitas, M.Q., 2013. Quality Index Method (QIM) developed for pacu *Piaractus mesopotamicus* and determination of its shelf life. Food research international, 54, pp.311-317. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.07.012>
- [34] Huang YZ, Liu Y, Jin Z, Cheng Q, Qian M, Zhu BW, Dong XP (2021) Sensory evaluation of fresh/frozen mackerel products: A review Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 20:3504-3530
- [35] Comi G (2017) Spoilage of meat and fish. In: The microbiological quality of food. Elsevier, pp 179-210
- (*Ctenopharyngodon idella*) fillet Food Chemistry 171:258-265
- [23] Domínguez R, Pateiro M, Gagaoua M, Barba FJ, Zhang W, Lorenzo JM (2019) A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products Antioxidants 8:429
- [24] Nirmal NP, Benjakul S (2011) Retardation of quality changes of Pacific white shrimp by green tea extract treatment and modified atmosphere packaging during refrigerated storage International Journal of Food Microbiology 149:247-253
- [25] Erkan, N., 2005. Changes in quality characteristics during cold storage of shucked mussels (*Mytilus galloprovincialis*) and selected chemical decomposition indicators. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85, pp. 2625-2630.
- [26] Sheng L, Wang L (2021) The microbial safety of fish and fish products: Recent advances in understanding its significance, contamination sources, and control strategies Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 20:738-786
- [27] Sant'Ana LS, Soares S, Vaz-Pires P (2011) Development of a quality index method (QIM) sensory scheme and study of shelf-life of ice-stored blackspot seabream (*Pagellus bogaraveo*) LWT-Food Science and Technology 44:2253-2259
- [28] Andrade S, Mársico E, Franco R, Mano S, Conte Jr C, Freitas M, Cruz A (2015) Effect of Storage Temperature at the Quality Index Method Scheme and Shelf-Life Study of Mullet (*Mugil platanus*) Journal of Food Quality 38:60-70

AUTHOR(S) BIOSKETCHES

Khodanazary, A., Associate Professor, Fisheries, Marine Natural Resources, Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran
✉ khodanazary@yahoo.com  0000-0001-8960-7324

Soltani, R., Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran.

Hosseini, S.M., Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran.



HOW TO CITE THIS ARTICLE



<http://doi.org/10.52547/joc.15.60.5>



<http://joc.inio.ac.ir/>



<https://orcid.org/0000-0001-8960-7324>



COPYRIGHTS

©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

در فایل بدون نام، این بخش حذف شود

AUTHOR(S) BIOSKETCHES

Khodanazary, A., Associate Professor, Fisheries, Marine Natural Resources, Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran
✉ khodanazary@yahoo.com  0000-0001-8960-7324

Soltani, R., Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran.

Hosseini, S.M., Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran.



HOW TO CITE THIS ARTICLE



<http://doi.org/10.52547/joc.15.60.5>



<http://joc.inio.ac.ir/article-1-1831-fa.html>



<https://orcid.org/0000-0001-8960-7324>



COPYRIGHTS

©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.