J. Oceanography (JOC). 11(44): 116-132, Winter 2021

Journal of Oceanography
Homepage: joc.inio.ac.ir

ORIGINAL RESEARCH PAPER (Marine Science)

Evaluation of greenback grey mullet (*Chelon subviridis* quality during 16 day stored at refrigerator (4°C)

Ghani Kuvei,F.[1], Khodanazary, A.[2,*], Zamani, I.[3]

[1]*Mr.c student,Fisheries, Marine Natural Resources, Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran*

[2]*Associate Professor, Fisheries, Marine Natural Resources, Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran*

[3]*Associate Professor, Marine Biology, Marine Science, Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran*

ARTICLE INFO

Code: A-10-1341-2

Article History:
Received: 02/11/2019
Revised: 15/12/2020
Accepted: 19/06/2020

Keywords:
Chelonsubviridis
Quality index
Fish spoilage
Stored at refrigerator
Shelf life

*Corresponding author:
✉ *khodanazary@yahoo.com*

ABSTRACT

Background and Objectives: The objective of this study was to evaluate the whole greenback grey mullet *Chelon subviridis* quality stored on ice up to 16 days.

Methods: Changes during storage were observed with sensory evaluation (Quality Index Methode QIM), physicochemical evaluation including: pH, total volatile basic nitrogen (TVB-N), trimethylamine nitrogen (TMA-N),thiobarbitoric acid (TBA), free fatty acid (FFA), physical analysis (color) and bacterialanalyses including total mesophilic and psychrotrophic count. The maximum shelf life of whole greenback grey mullet stored in ice was determined with loss of freshness (sensorial, physico-chemical, color and microbiologica levaluations).

Findings: High correlation R2 ¼ 0.922 between Quality Index (QI) and storage time was verified. QI ranged from zero (maximum freshness) to 15 (total loss of freshness) and reached theacceptable limit for consumption (QI=12.66), which corresponds to a period of 12 days. The microbiological results showed an increase of mesohilic and psychrotrophic counts along the storage time. TVB-N ranged from12.60 to 17.55 mg N/ 100g, TMA-N from 3.58 to 16.00 mg N/ 100g, pH from 6.87 to 7.26, TBA from 0.66 to 1.93 and FFA from 1.05 to 8.41 in the first and16th day of storage, respectively. QI showed a linear relationship to storage time (QIM= 8.23× storage time-7.23, R^2= 0.988), and the remaining storage time could be estimated with an accuracy of ± days.A regression analysis using the acceptability limit set by the ICMSF (1986) mesophilic counts (7 log cfu/g) yielded a shelf life for Goldlined seabream *Rhabdosargus sarba*ysis displayed very strong correlations with storage time, and they may be considered suitable indicators for evaluating Goldlined seabream spoilage stored on ice.

Conclusion: It is suggested that whole greenback grey mullet has to be fresh and acceptable for consumption by cooling up to 12 days.

10.52547/joc.11.44.116

©2021 JOC. All rights reserved

NUMBER OF TABLES	NUMBER OF FIGURES	NUMBER OF REFERENCES
5	2	46

مقاله پژوهشی (علوم دریایی)

ارزیابی کیفیت ماهی کفال پشت سبز (*Chelon subviridis*) طی ۱۶ روز نگهداری در یخچال (۴ °C)

فاطمه غنی کووئی [۱]، آی ناز خدانظری [۲،*]، اسحاق زمانی [۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، شیلات، منابع طبیعی دریا، علوم و فنون دریایی، خرمشهر، ایران

[۲] عضو هیئت علمی، شیلات، منابع طبیعی دریا، علوم و فنون دریایی، خرمشهر، ایران

[۳] عضو هیئت علمی، زیست دریا، علوم دریایی، علوم و فنون دریایی، خرمشهر، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۱۱
تاریخ بازبینی: ۱۳۹۹/۰۹/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۳۰

واژگان کلیدی:
Chelon subviridis
شاخص‌های کیفی
فساد ماهی
نگهداری در یخچال
زمان ماندگاری

*نویسنده مسئول
✉ *khodanazary@yahoo.com*

چکیده

پیشینه و اهداف: هدف از مطالعه حاضر، ارزیابی کیفیت ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداریشده در یخچال به مدت ۱۶ روز بود.

روش‌ها: تغییرات طی نگهداری با ارزیابی حسی (روش شاخص کیفی QIM)، ارزیابی‌های فیزیکوشیمیایی شامل:pH، بازهای ازته فرار (TVB-N)، تری متیل آمین (TMA)، تیوباربیتوریک اسید (TBA)، اسید چرب آزاد (FFA)، آنالیز فیزیکی (رنگ سنجی)، و آنالیزهای باکتریاییشاملشمارش مزوفیل کل، سرمادوست، استافیلوکوکوس، انتروباکتریاسه و باکتری های تولید کننده H_2S مورد بررسی قرار گرفت. بیشترین طول مدت ماندگاری ماهی کفال پشت سبز کامل طی نگهداری در یخچال با کاهش تازگی (حسی، فیزیکوشیمیایی، رنگ و میکروبیولوژیکی) تعیین شد

یافته‌ها: همبستگی بالا ۰/۹۸۷ =R^2بین شاخص کیفی (QI) و زمان نگهداری تأیید شد. شاخص کیفی در دامنه صفر (بیشترین تازگی) و ۳۰/۶۶ (کاهش کل تازگی) بود و محدوده مورد قبول برای مصرف کننده (QI=۱۲/۳۳) بود که ۱۲ روز دوره نگهداری بود. نتایج میکروبیولوژیکی نشان داد که تعداد باکتری‌های مزوفیل، سرمادوست و استافیلوکوکوس، انتروباکتریاسه و باکتری‌های تولید کننده H_2S طی زمان نگهداری افزایش یافتند. میزان بازهای ازته فرار از ۶/۳۰ میلی گرم نیتروژن بر ۱۰۰ گرم تا ۲۸/۸۸ میلی گرم نیتروژن بر ۱۰۰ گرم، میزان تری متیل آمین از ۲/۵۳ میلی گرم نیتروژن بر ۱۰۰ گرم به ۱۵/۸۷ میلی گرم نیتروژن بر ۱۰۰ گرم، میزان pH از ۶/۸۷ تا ۷/۴۹، میزان تیوباربیتوریک اسید از ۰/۶۶ مالون آلدهید اکیوالان بر کیلوگرم نمونه تا ۱/۸۰ مالون آلدهید بر کیلوگرم نمونه و میزان اسید چرب آزاد از ۱/۰۵ درصد اولئیک اسید تا ۱/۳۹ درصد اولئیک اسید متغیر در روزهای صفر و ۱۶ به ترتیب بود. روش شاخص کیفی یک ارتباط خطی با زمان نگهداری (۹/۳۳۳-خطی زمان نگهداری× ۷/۹۳۳= روش شاخص کیفی، R=۰/۹۸۷) نشان داد و زمان نگهداری می‌تواند با دقت ±۳ روز تخمین زده شود. آنالیز رگرسیون با استفاده از محدوده قابل قبول تنظیم شده به وسیله ICMSF (۱۹۸۶) برای باکتری‌های مزوفیل (۷ log cfu/g) نشان داد که ماندگاری ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال ۱۱-۱۰ روز تخمین زده شده است. آنالیزهای TVB-N، pH، TBA، میکروبی، رنگ سنجی و حسی همبستگی خیلی بالا با زمان نگهداری دارد و ممکن است به عنوان شاخص‌های مناسب برای ارزیابی فساد ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال بررسی شود.

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه نشان داد که مدت ماندگاری ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال ۱۲ روز می باشد.

مقدمه

کفال پشت سبز، *Chelon subviridis*، یکی از اعضای خانواده کفال ماهیان (Mugilidae) است که در آب‌های لب شور مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری یافت می‌شود و به دلیل سازگاری بسیار ویژه با تغذیه رسوبات سطحی همراه با اجزای ارگانیک به رسمیت شناخته شده است [۱]. میزان صید کفال ماهیان از خلیج فارس و دریای عمان در سال ۱۳۹۱، در عمق ۲۰ تا ۱۰ متری، ۰/۷ تن تخمین زده شده است [۲]. ماهی و غذاهای دریایی منبع عمده پروتئین‌های حیوانی در رژیم غذایی هستند و به خاطر اثرات مفیدشان در سلامت انسان نسبت به گوشت قرمز، مصرف آنها افزایش یافته است. یکی از اهداف صنعت فرآوری غذا، تأمین غذای ایمن، تازه و قابل قبول برای مصرف کننده می‌باشد. غذاهای دریایی بسیار فساد پذیر هستند [۳] و از طریق حواس انسانی قابل تشخیص می‌باشد [۳] یکی از مهم‌ترین مسائل مربوط به ماهی، تازگی است و مصرف کننده شدیداً مایل به انتخاب ماهی بسیار تازه می‌باشد [۴, ۵]. ارزیابی حسی، مهم‌ترین روش ارزیابی کیفیت و تازگی ماهی است [۳, ۵, ۶] که روش علمی کاربردی برای اندازه‌گیری، تجزیه و تحلیل و تفسیر عکس العمل‌ها نسبت به ویژگی‌های غذایی از طریق درک حواس بینایی، بویایی، چشایی، لامسه و شنوایی می‌باشد. اخیراً طرحی را که از مرحله تحقیق وارد مرحله تجاری شده است به عنوان شاخص کیفیت (QIM) می‌شناسند [۳]. این روش به طور وسیع جایگزینی برای سایر روش‌های حسی مرسوم می‌باشد [۶]. شاخص کیفیت (QIM) سیستم امتیازدهی برای ارزیابی تازگی و کیفیت محصولات شیلاتی است که ابتدا توسط واحد غذایی Tasmani توسعه یافت [۵] و بر اساس پارامترهای حسی مهم ماهی خام می‌باشد [۳]. همچنین به عنوان روشی مؤثر برای ارزیابی تازگی محصولات به شیوه‌ای سریع، آسان و مطمئن اهمیت دارد [۵, ۶]. این روش مطابق با خصوصیات هر گونه ماهی می‌باشد [۵, ۶]؛ و همچنین غیر مخرب است و تنها با مشاهده مستقیم خواص خود ماهی و ویژگی‌های گونه‌ای امکان پذیر است. QIM به طور عمده برای ارزیابی ماهی کامل و شکم خالی شده مورد استفاده قرار می‌گیرد [۳, ۷].QIM بر اساس ارزیابی برخی صفات قابل مشاهده ماهی خام (پوست، چشم‌ها، آبشش‌ها و غیره) با استفاده از سیستم امتیازدهی براساس درجه تخریب (از ۰ «تازه» تا ۳ «پیشرفت فساد») است [۳]. همچنین بر یک ویژگی واحد تاکید نمی‌شود ، بنابراین نمونه براساس یک معیار واحد رد نمی‌شود و تفاوت‌های جزئی در نتایج هر یک از معیارها به طور کلی نمره کل QIM را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد [۳]. نمره‌ها به منظور ارزیابی حسی کلی، تحت عنوان شاخص کیفیت (QI) خلاصه می‌شوند. QIM پارمترهای کیفی را به طور دقیق توصیف می‌کند و می‌تواند ماندگاری ماهی را ارزیابی کند [۸]. نتایج پروتکل روش شاخص کیفی شامل ۹ ویژگی کیفی و ۱۹ پارامتر برای ارزیابی ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال در جدول ۱ 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 ۳ امتیاز در ارتباط با ظاهر کلی، ۷ امتیاز در ارتباط با چشم، ۵ امتیاز در ارتباط با آبشش‌ها، ۲ امتیاز در ارتباط با باله‌ها، ۳ امتیاز در ارتباط با باله‌های مخرجی، ۳ امتیاز در ارتباط با ناحیه پشتی، ۴ امتیاز در ارتباط با ناحیه شکمی (داخلی)، ۲ امتیاز در ارتباط با ناحیه شکمی (خارجی) و ۵ امتیاز مربوط به گوشت است. همبستگی خطی معنی‌دار بین شاخص کیفی و زمان نگهداری در یخچال ممکن است برای پیش بینی ماندگاری ماهی استفاده شود. مجموع امتیازات به دست آمده برای ویژگی‌های حسی کفال پشت سبز نگهداری شده در یخچال با شاخص کیفی نشان داده می شود.فساد ماهی ناشی از ویژگی‌های ناخوشایند حسی می‌باشد که بیشتر به دلیل رشد باکتری است. میزان باکتری در ماهی‌های تازه صید شده معمولاً از 10^2 تا 10^7 cfu/cm^2 متفاوت می‌باشد. مهم‌ترین میکروارگانیزم های غذاهای دریایی، باکتری‌ها یا میکروارگانیزم‌های فاسد کننده و بیماری زا هستند که که میزان تری متیل آمین اکساید (TMAO) را کاهش می‌دهند [۹]. متابولیت‌های میکروبی دارای آستانه‌های کم بو هستند و در طی فاسد شدن ماهی، غلظت ترکیبات گوگردی، اسیدهای زنجیره کوتاه، ترکیبات الکلی، ترکیبات گوگردی و آمین‌ها افزایش می‌یابد. در ماهی خام، بافت در طول ذخیره سازی سرد، نرم شده زیرا آنزیم پروتئولیتیک ساختار عضله را مختل می‌کند. میزان چربی گوشت ماهی بر روی بافت تاثیرگذار است و هنگامی که چربی گوشت بالاست، گوشت نرم‌تر می‌شود و juiciness افزایش می‌یابد [۵]. سرعت واکنش‌های شیمیایی و بیوشیمیایی به طور لگاریتمی با درجه حرارت تغییر می‌کند، بنابراین کاهش دمای محصول، باعث کاهش فعالیت آنزیم‌ها، به ویژه در محصولات تازه می‌شود [۱۰]. همچنین دمای پایین نگهداری، باعث کاهش سرعت رشد باکتری‌ها در ماهی تازه می‌گردد. به خوبی مشخص است که درجه حرارت به علت تاثیرگذاری بر میزان رشد میکروبی، یکی از عوامل کنترل کننده کیفیت غذا و ایمنی مواد غذایی می‌باشد.در واقع، رشد باکتری‌ها (میکروارگانیزم فاسد کننده و بیماری زا) در نتیجه نگهداری غذا، عمدتاً به دما و زمان نگهداری بستگی دارد. بنابراین عملکرد زنجیره سرد در کیفیت و ایمنی محصولات بسیار مهم می‌باشد. به طور خاص، یکی از حساس‌ترین بخش‌های زنجیره سرد، نگهداری در خانه می‌باشد بنابراین مصرف کنندگان، ماهی و محصولات ماهی را در یخچال نگهداری می‌کنند. خدانظری و پورعاشوری در سال ۱۳۹۶ نشان دادند که میزان بارباکتریایی در ماهی شوریده کامل در مقایسه با ماهی شوریده شکم خالی به طور معنی داری کمتر بودکه می‌تواند به علت دستکاری پس

از صید در نتیجه تخلیه امعاءو احشا باشد [۱۱]. نتایج مشابه نشان می‌دهد که در ماهیان مختلف مورد مطالعه میزان بار باکتریایی در ماهیان شکم خالی بیشتر بوده است [۱۲-۱۵]. از آنجایی که ماهی کفال پشت سبز یکی از ماهی‌های بازارپسند در جنوب کشور می باشد. بنابراین هدف از این بررسی، ارزیابی کیفیت ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال همراه با تغییرات میکروبیولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و رنگ سنجی بود.

روش پژوهش

۱. آماده سازی و شرایط نگهداری

در این تحقیق، ماهی کفال پشت سبز به صورت تازه از بازارچه ماهی فروشان شهرستان آبادان تهیه گردید. نمونه‌های ماهی و یخ به نسبت ۱ به ۲ (وزنی/ وزنی) با جعبه‌های یونولیتی فوراً به آزمایشگاه فرآوری واقع در دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر منتقل گردیدند. سپس میانگین وزنی ۴۵/۸ گرم و میانگین طول کل ۱۵/۷۵ سانتیمتر اندازه گیری شدند و سپس با آب شهری شستشوی اولیه صورت گرفت و مجدداً با آب مقطر نمونه‌ها شستشو شدند. برای نمونه تیمار ماهی کامل در یخچال هرکدام جداگانه به میزان ۲۰۰ گرم درون هر زیپ پک که در نتیجه مجموعاً ۴ کیلوگرم وزن و بسته بندی شدند. ماهی ها در یخچال نگهداری شدند. آنالیزهای حسی، فیزیکوشیمیایی، باکتریایی و رنگ سنجی ماهی کفال پشت سبز نگهداری شده در یخچال در روز اول شروع آزمایش و سپس هر ۴ روز به مدت ۱۶ روز مورد آزمایش قرار گرفتند.

۱-۱ ارزیابی حسی

ارزیابی حسی برای توسعه روش شاخص کیفی ماهی خام بر اساس روش **Sant'Ana** و همکاران در سال ۲۰۱۱ بود [۱۶]. تخمین طرح روش شاخص کیفی جهت ارزیابی کیفیت ماهی خام نگهداری شده در یخ با ۹ پارامتر کیفی با امتیازات در دامنه تا ۰ تا ۳ که مجموع دامنه‌ها 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، قرنیه، مردمک، شکل و گردی چشم، رنگ و بو آبشش، باله‌ها، رطوبت و رنگ دم، الاستیسیته و رنگ باله پشتی، رنگ و بو ناحیه شکمی (داخلی)، جنبه کلی ناحیه شکم (خارجی)، رنگ، بو و استحکام گوشت بودند. ۱۵ افراد نیمه آموزش دیده شده طبق ISO در سال ۱۹۹۳ (ISO, 1993) جهت ارزیابی حسی استفاده شد. [۱۷]

۱-۲ آزمون‌های باکتریایی

برای شمارش باکتریایی، ۲۵ گرم گوشت چرخ شده ماهی را با ۲۲۵ میلی‌لیتر کلرور سدیم ۰/۹ درصد با هموژنایزر هموژن شد. جهت شمارش باکتریها و تعیین بار میکروبی مقدار ۱ سی‌سی از هر نمونه هموژن شده در شرایط استریل به ۹ میلی لیتر کلرور سدیم ۰/۹ درصد اضافه شد و پس از مخلوط کردن، از آن برای تهیه رقت‌های متوالی استفاده گردید. از این رقت‌ها برای کشت باکتریها در محیط‌های کشت موردنظر به شرح زیر استفاده شد. یک میلی‌لیتر از هر رقت برای کشت باکتریها به روش پورپلیت درمحیط پلیت کانت آگار (PCA) برای شمارش بارباکتریایی کل نمونه‌های کشت داده شد و پلیت‌ها به مدت ۴۸ ساعت در انکوباتور ۳۷ درجه سانتیگراد قرار گرفتند. برای شمارش انتروباکتریاسه محیط کشت VRBG مورد استفاده قرار گرفت. پس از کشت یک میلی‌لیتر از هررقت به روش پورپلیت، پلیت‌ها به مدت ۴۸-۷۲ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد انکوبه شدند و محیط کشت agerIRON برای شمارش و جداسازی باکتریهای تولید کننده SH_2 در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد به مدت ۷۲ ساعت و محیط کشت Baird parker برای شمارش و جداسازی باکتریهای استافیلوکوکوس در دمای ۳۷ درجه سانتیگرادبه مدت ۲۴ ساعت و محیط کشت MRSA برای شناسایی و جداسازی باکتریهای لاکتیک اسید در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد به مدت ۷۲ ساعت استفاده گردید و پس از طی مدت انکوباسیون کلنی‌ها شمارش شدند. برای شمارش باکتریها سرمادوست یک میلی لیتر از هررقت بر روی محیط کشت پلیت کانت آگار و با روش پور پلیت کشت داده شد و پلیت‌ها به مدت ۷ روز در دمای ۱۵ درجه سانتیگراد انکوبه شدند و پس از طی شدن مدت انکوباسیون شمارش کلنی‌ها انجام شد. شمارش کلنی‌ها برمبنای $\log_{10}(CFU)/g$ بیان گردید [۱۸].

۱-۳ شاخص‌های فیزیکوشیمیایی

اندازه‌گیری بازهای ازته فرار به روش کلدال و با تیتراسیون عصاره بدست آمده از آن انجام گرفت. بدین منظور ۱۰ گرم نمونه به همراه ۲ گرم اکسید منیزیم با افزودن ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به بالن کلدال متصل شد و عصاره مورد نظر به محلول متشکل از اسید بوریک ۲٪ و ۲-۱ قطره متیل رد به عنوان شاخص وارد شد. محلول زرد رنگ حاصله با اسید سولفوریک تا حاصل شدن رنگ ارغوانی تیتر شد و به صورت میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه ماهی بیان شد [۱۹]. برای اندازه گیری میزان pH، ۵ گرم از نمونه به مدت ۱ دقیقه با ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر همگن شده و میزان pH آن با دستگاه pH سنج (Metrohm ساخت کشور سوئیس) اندازه‌گیری شد [۲۰] شاخص تیوباربیتوریک اسید طبق روش Siripatrawan and Noipha (2012) [۲۱] با افزودن ۹۷/۵ میلی‌لیتر آب مقطر و ۲/۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۴ نرمال به ۱۰ گرم نمونه هموژن شده اندازه‌گیری شد. ۵ میلی‌لیتر از مایع حاصل از تقطیر این مخلوط به ۴ میلی‌لیتر معرف تیوباربیتوریک اسید(۰/۰۵۲ گرم معرف تیوباربیتوریک اسید± ۱۸ سی‌سی اسید استیک گلاسیال) افزوده 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 اندازه‌گیری شد. عدد جذب خوانده شده در ثابت ۷/۸ ضرب شد تا میزان تیوباربیتوریک اسید نمونه بدست آید. میزان تیوباربیتوریک اسید به‌صورت میلی‌گرم مالون آلدهید بر کیلوگرم نمونه بیان شد.میزان شاخص اسیدهای چرب آزاد با استخراج چربی از ۱۰ گرم نمونه گوشت با کمک کلروفرم/ متانول به روش Woyewoda et al. (1986) [۲۲] و تیتراسیون گروه‌های کربوکسیل آزاد موجود در آن با هیدروکسید سدیم صورت پذیرفت. کلروفرم، متانول و ۲-پروپانول به نسبت ۲:۱:۲ به همراه معرف متاکروزول ارغوانی به عصاره استخراج شده اضافه شد و تیتراسیون تا تغییر رنگ از زرد به آبی ادامه یافت.نتایج به‌صورت درصد اولئیک اسید[1] بیان شد. برای اندازه‌گیری تری متیل آمین از روش AOAC در سال ۱۹۹۵ استفاده شد [۱].

۱-۴ رنگ سنج

رنگ سنج با استفاده از کالری متر (HunterLab, Model colourFlex, Virginia USA) سنجیده شد و سیستم رنگ سنجی CIE به صورت L*, a* وb* در نظر گرفته شد. رنج طیفی بین ۴۲۰ تا ۷۱۰ نانومتر، پهنای باند ۱۰ نانومتر، زمان اندازه‌گیری کمتر از ۳۰ ثانیه است. شاخص L* بیانگر روشنایی، مقدار آن از صفر تا صد (سفید- سیاه) و شاخص a بین قرمز (+) و سبز (-) و موقعیت b بین زرد (+) و آبی (-) متغییر است. شاخص کروما (C^*_{ab}) بیانگر غلظت رنگ، شاخص هیو (H^0_{ab})بیانگر خلوص رنگ و شاخص سفیدی است که با توجه به فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$C^*_{ab}= (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$, $H^0_{ab}= \arctan (b^*/a^*)$, Whiteness= $100-[(100-L)^2+ a^{*2}+ b^{*2}]^{1/2}$

۱-۵ آنالیز آماری

تجزیه وتحلیل آماری داده‌های حاصل با نرم افزارSPSS انجام پذیرفت. به منظور تجزیه وتحلیل مقادیر کمی به دست آمده از آزمایش‌های شیمیایی و میکروبی پس از کنترل نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف-اسمیرنوف[2] از تجزیه واریانس یک طرفه در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده گردید. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده شد. همچنین جهت ارتباط همبستگی بین شاخص‌های فیزیکوشیمیایی یا باکتری‌ها با امتیازهای حسی از همبستگی پیرسون استفاده شد. فاکتورها با استفاده از روش تحلیل مولفه‌های اساسی (PCA[3]) ارزیابی شدند. نتایج به دست آمده از روش شاخص کیفی با رگرسیون حداقل مربعات جزئی (PLS[4]) بود. رگرسیون با XLSTAT بررسی شد.

نتایج و بحث

۱. روش شاخص کیفی

مصرف‌کنندگان ماهی، معمولاً با توجه به بو و ظاهر ماهی تازگی آن را ارزیابی می‌کنند (Borges et al., 2013). به‌طور سنتی، عواملمختلفیبرایتعیینتازگیماهیاستفاده می‌شوند، ازجمله رنگودرخششآبشش، رنگپوستوبافت، رنگومیزان موکوس، بو وبافتگوشت که با چشم بررسی می‌شوند [۲۳]. به‌طورکلی، بوی بد عامل اصلی کاهش پذیرش ماهی است که به دلیل افزایش میزان نیتروژن غیر پروتئینی، میزان بالای چربی و آنزیم‌های اتولیتیک در بافت ماهی است. بوی ضعیف ناشی از اکسیداسیون لیپید و آمونیاک حاصل از فعالیت میکروبی و آنزیمی می‌تواند بر روی بوی فساد ماهی در طول زمان نگهداری تأثیر داشته باشد. به‌طور گسترده، ترکیبات حاصل از اکسیداسیون چربی مهم‌ترین عامل در ایجاد بو و طعم بد است. اندازه‌گیری ترکیبات حاصل از تخریب نوکلئوتید نیز می‌تواند برای تشخیص تازگی ماهی استفاده شود [۲۴]. روش شاخص کیفی بر اساس فرایند فساد و از دست دادن تازگی است و امتیازات منفی در رابطه با صفات ظاهری ماهی ازجمله سطحبدن، چشم‌ها، شکم و بافترا نشان می‌دهد [۷]؛ بنابراین روش شاخص کیفی یکی از روش‌های خوب جهت تشخیص تازگی ماهی کفال پشت سبز کامل و شکم خالی طی نگهداری در سرما می‌باشد. پروتکل ماهی کفال پشت سبز کامل طی نگهداری در یخچال، دارای حداکثر ۳۴ مجموع امتیازات حسیمی‌باشد که به پروتکل ماهی کفال (*Mugil platanus*)(امتیاز حسی کل= ۳۳ Andrade) و همکاران (۲۰۱۵) [۱۰] به آن اشاره‌کرده‌اند، نزدیک می‌باشد. تفاوت بین طرح‌های QIM نشان می‌دهد که این روش خاصی است که تفاوت‌های مشاهده‌شده در فرایند فساد را برای گونه‌های متفاوت در نظر می گیرد [۱]و این تفاوت در گونه ماهی به دلیل تفاوت تغییرات حسی ناشی از فعالیت‌های متابولیکی و میکروبی است [۸].

شاخص کیفی ماهی کفال پشت سبز کامل با زمان نگهداری افزایش یافت. شاخص کیفی در ابتدا و انتهای روزهای نگهداری (روز ۱ و روز ۱۶) ماهی کفال پشت سبز کامل به ترتیب ۰ و ۳۰/۶۶ بود. امتیازات بدست آمده به وسیله گروه آموزش دیده نشان داد که شاخص کیفی ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری در یخچال از روز ۰ تا روز ۴ برابر با ۰ تا ۵/۶۶ بود. میانگین شاخص کیفی از روز ۴ تا ۸ برابر با ۱۲/۳۳ بود و شاخص کیفی پس از روز ۱۲ برابر با ۲۳/۶۶ بود. میانگین امتیازات روز ۱۶ مشابه نتایج نشان داده شده در روز ۱۲ بود، زمانی که اعضای گروه پانل آموزش دیده نمونه‌ها را از روز ۱۲ رد کردند. بنابراین ویژگی‌های حسی ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال در روز ۱۲ و ۱۶ مشابه است. در روز ۱۲ و ۱۶، شمارش باکتری‌ها در ماهی کفال پشت سبز کامل بیشتر از log

[1] Oleic acid
[2] Kolmogorov-smirnov-
[3] Principle Component Method
[4] Partial least-square regression

۷ cfu/g بود (ICMSF, 1986)، که بالاتر از محدوده پیشنهادی در ماهی خام است.

جدول ۱: روش شاخص کیفی ماهی کفال پشت سبز کامل طی نگهداری در یخچال

Table 1: QIM scheme for assessing refrigerated storage whol greenback grey mullet (Chelon subviridis).

درجه تخریب	مشخصات		پارامتر	ویژگی کیفی
۰	•	رنگ روشن، واضح ومشخص، براق، روشنایی زیاد	پوست	ظاهر کلی
۱	•	کمی روشن، تغییر رنگ در اطراف، تقریباً براق، کاهش روشنایی		
۲	•	پوست خراشیده، رنگ پریده، چروک و شکست خورده، از دست دادن براقی، مات		
۰	•	با مخاط (موکوس)		
۱	•	بی مخاط (موکوس)		
۰	•	محکم، الاستیک، اثر انگشت به سرعت از بین می‌رود	بافت	
۱	•	نرم، سست، اثر انگشت با تأخیر از بین می‌رود		
۰	•	روشن (بلورین)	قرنیه	چشم
۱	•	روشن یا کمی تیره		
۲	•	مات		
۰	•	کمی مات، عدم وجود نقطه سفید	مردمک	
۱	•	مات، نقطه سقید کوچک		
۲	•	خاکستری مات، نقط سفید بزرگ		
۰	•	محدب	شکل	
۱	•	صاف یا تخت		
۲	•	مقعر		
۰	•	سالم	گردی	
۱	•	در حال فروپاشی		
۰	•	قرمز روشن و دارای اندکی موکوس	رنگ	آبشش
۱	•	قرمز و دارای مقداری موکوس		
۲	•	قرمز صورتی تا قهو ه ای و دارای مقداری موکوس		
۰	•	بوی تازگی و خاص گونه	بو	
۱	•	بوی خاص ماهی از بین رفته وآبشش فاقد بو		
۲	•	تندی کم تا متوسط		
۳	•	خیلی تند و تعفن آور		
۰	•	کشسان، مرطوب، کامل	(دمی شکمی پشتی)	باله‌ها
۱	•	کمی کشسان، برش خورده، کامل		
۲	•	بدون کشش، برش خورده، شکست خورده		
۰	•	کاملاً مرطوب	رطوبت	مربوط به دم
۱	•	با لبه‌های خشک		
۰	•	روشن	رنگ	
۱	•	تیره		
۰	•	کشسان	قابلیت ارتجاعی	مربوط به پشت
۱	•	بدون کشش		
۰	•	سبز تیره	رنگ	
۱	•	سبز روشن		
۲	•	آبی روشن تا تیره		
۰	•	رنگ تازه، خون قرمز روشن	رنگ	شکم (داخلی)
۱	•	زرد تازه یا صورتی، خون قرمز تیره		
۲	•	قهوه‌ای صورتی یا تیره و خون قهوه‌ای		
	•			
۰	•	تازه یا بی بو	بو	

۱	•	ترشیدگی، کمی آمونیومی		
۲	•	فاسد		
۰	•	انعطاف پذیر، براق و مرطوب	جنبه کلی	شکم (خارجی)
۱	•	از دست دادن انعطاف، کمی تغییر رنگ		
۲	•	غیر قابل انعطاف، خشک و تغییر رنگ داده		
۰	•	قرمز روشن و تیره	رنگ	گوشت
۱	•	قرمز روشن		
۲	•	تغییر رنگ به قهوه‌ای یا قرمز کم رنگ		
۰	•	تازه یا بی بو	بو	
۱	•	ترشیده، کمی آمونیومی		
۲	•	فاسد		
۰	•	سخت، متراکم	استحکام	
۱	•	نرم، رو به زوال		
۰-۳۴			مقبولیت کلی	

در توسعه پایانی روش شاخص کیفی، همه پارامترها یک افزایش خطی نشان دادند و همبستگی بالایی (R>۰/۵۷۷) با زمان نگهداری در یخچال مشاهده شد (جدول ۲). روش شاخص کیفی رابطه خطی و همبستگی بالا با زمان نگهداری دارد (R>۰/۹۸۷). نتایج نشان داد که مدل رگرسیونی به دست آمده دارای خطای میانگین مجذورات (MSE[1]) تقریباً ۳ روز (۳/۳۰۷) بین مقادیر اندازه‌گیری شده و پیش بینی شده با ۹۵ درصد اطمینان بود. خطای استاندارد روش شاخص کیفی ارائه‌شده توسط Andrade و همکاران (۲۰۱۵) [۱۰] برای ماهی کفال (*Mugilplatanus*) طی نگهداری در یخچال و یخ به ترتیب ۱ روز (۰/۹۴) و ۲ روز (۲/۱۵) بود. غنی کوویی و همکاران در سال ۱۳۹۷ [۲۵]دریافتند که خطای استاندارد روش شاخص کیفی ماهی کفال پشت سبز شکم خالی نگهداری شده در یخ، ۳ روز تخمین زده شده است. Ahmadi Shalhe و همکاران در سال ۲۰۱۸ [۱] نشان دادند که خطای استاندارد ماهی شانک مخطط کامل نگهداری شده در یخ ۶ روز تخمین زده شده است.

۲. آنالیز میکروبی

میزان بار باکتریایی در ماهی تازه برابر با 10^{6}-10^{7}cfu/g می‌باشد [۱۳].pH گوشت ماهی‌ها به دلیل میزان پایین کربوهیدرات و اسیدلاکتیک ناچیزی که در اثر جمود نعشی تولید می‌شود، معمولاً بالاتر از ۶ بوده که در رشد باکتری‌های عامل فساد از عوامل تأثیرگذار می‌باشد. از طرف دیگر وجود ترکیبات نیتروژنی غیر پروتئینی مانند اسیدهای آمینه آزاد و نوکلئوتیدها، ماهی‌ها را به بستر مناسبی برای رشد میکروارگانیسم‌ها تبدیل می‌نماید [۲۶]. میزان اولیه بار باکتریایی مزوفیل در ماهی کفال پشت سبز کامل طی نگهداری در سرما در روز صفر ۳/۹۴ log10 cfu/g بود؛ که مشابه نتایج به‌دست‌آمده از ماهی pintado (میانگین ۳/۶ تا ۴/۴ $\log_{10}$ cfu/g) می‌باشد [۲۷]. تغییرات بار باکتری‌های مزوفیل ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال در جدول ۳ مشاهده می‌شود. میزان بار باکتری‌های مزوفیل در ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال از ۳/۹۴ log10 cfu/g در روز صفر به ۷/۴۶$\log_{10}$ cfu/g در روز ۱۶ افزایش یافت. میزان بار باکتری‌های مزوفیل در ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال با گذشت زمان نگهداری افزایش یافت. باکتری‌های مزوفیل ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال همبستگی معنی‌دار (p<۰/۰۵) با زمان نگهداری (r=۰/۹۲۲) دارد. میزان باکتری‌های مزوفیل ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال در روز ۱۲ بالاتر از حد مجاز اعلام شده برای آبزیان خام (۷ $\log_{10}$ cfu/g) است [۱۸].

در جدول ۳ تغییرات بار باکتریایی سرمادوست ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال مشاهده می‌شود. میزان این شاخص در ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال با گذشت زمان نگهداری افزایش یافت. میزان بار باکتری‌های سرمادوست در نمونه نگهداری شده در یخ از ۳/۹۷ $\log_{10}$ cfu/g در روز صفر به ۶/۲۵$\log_{10}$ cfu/g در روز ۱۶ افزایش یافت. باکتری‌های سرمادوست گرم منفیمثل سودوموناس‌ها[2]، آلتروموناس‌ها[3]، شوانلاها[4] و فلاووباکترها[5]بیشترین گروه میکروارگانیسم‌های عامل فساد ماهی و فراورده‌های آن در شرایط نگهداری هوازی در دماهای سرد می‌باشند [۱۸, ۲۶]. باکتری‌های سرمادوست ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال همبستگی معنی‌دار (p<۰/۰۵) با زمان نگهداری (r=۰/۹۷۶) دارد.

[1]Mean square of errors

[2]- *Pseudomonas* spp.
[3]- *Alteromonas* spp.
[4]- *Shewanella* spp.
[5]- *Flavobacterium* spp.

فساد براثر بار باکتریایی انتروباکتریاسه، درنتیجه آلودگی آب، زنجیره غذایی ماهی یا تأخیر در سردسازی ماهی پس از صید ایجاد می‌شود [۶, ۲۸]. وجود باکتری‌های انتروباکتریاسه مانند اشرشیا کلی (که مختص دستگاه گوارش انسان هستند) در گوشت ماهی، نشانگر آلودگی مدفوعی آب‌ها است [۲۹, ۳۰]. ازاین‌رو، ماهی‌ها می‌توانند حامل عفونت‌های باکتریایی غذایی باشند که از نظر سلامت عمومی انسان حائز اهمیت می‌باشد [۱]. در جدول ۳ تغییرات بار باکتریایی انتروباکتریاسه ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال مشاهده می‌شود. میزان این شاخص در ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال با گذشت زمان نگهداری افزایش یافت. میزان بار باکتری‌های انتروباکتریاسه در ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال از ۲/۹۹ $\log_{10}$ cfu/g در روز صفر به $\log_{10}$ ۴/۹۴cfu/g در روز ۱۶ افزایش یافت. باکتری‌های انتروباکتریاسه ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال همبستگی معنی دار ($p<۰/۰۵$) با زمان نگهداری ($r = ۰/۹۹۶$) دارد.

باکتری استافیلوکوکوس به ندرت از فرآورده‌های دریایی که تازه صید می‌گردند، جداشده است ولی در فرآورده‌هایی که تهیه آن‌ها مستلزم دستکاری زیاد انسان است، ایجاد مشکل می‌کند. در جدول ۳ تغییرات بار باکتریایی استافیلوکوکوس ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال مشاهده می‌شود.

جدول ۲: میانگین امتیازهای برای هر پارامتر کیفی ارزیابی شده با روش شاخص کیفی (QIM) ماهی کفال پشت سبز کامل ذخیره شده در یخچال و همبستگی روزها نگهداری شده در یخچال

Table 2: Average scores for each quality parameters assessed with the QIM scheme for whol greenback grey mullet (Chelon subviridis) stored in the refrigerator and the correlation to days in the refrigerator.

پارامتر / روزهای نگهداری در یخچال	۰	۴	۸	۱۲	۱۶	r
ظاهر کلی پوست	۰/۰۰^{c}±۰/۰۰	۰/۶۶^{b}±۰/۳۳	۱/۰۰^{b}±۰/۰۰	۲/۰۰^{a}±۰/۰۰	۲/۰۰^{a}±۰/۰۰	۰/۹۳۶*
ظاهر کلی بافت	۰/۰۰^{b}±۰/۰۰	۰/۳۳^{ab}±۰/۳۳	۰/۶۶^{ab}±۰/۳۳	۱/۰۰^{a}±۰/۰۰	۱/۰۰^{a}±۰/۰۰	۰/۷۷۰*
قرنیه چشم	۰/۰۰^{b}±۰/۰۰	۰/۳۳^{b}±۰/۳۳	۰/۳۳^{b}±۰/۳۳	۰/۳۳^{b}±۰/۳۳	۲/۰۰^{a}±۰/۰۰	۰/۷۰۷*
مردمک چشم	۰/۰۰^{b}±۰/۰۰	۰/۶۶^{a}±۰/۳۳	۱/۰۰^{a}±۰/۰۰	۱/۰۰^{a}±۰/۰۰	۱/۳۳^{a}±۰/۶۶	۰/۷۸۳*
شکل چشم	۰/۰۰^{c}±۰/۰۰	۰/۰۰^{c}±۰/۰۰	۰/۳۳^{c}±۰/۳۳	۱/۰۰^{b}±۰/۰۰	۲/۰۰^{a}±۰/۰۰	۰/۸۹۶*
گودی چشم	۰/۰۰^{b}±۰/۰۰	۰/۶۶^{ab}±۰/۳۳	۰/۶۶^{ab}±۰/۳۳	۰/۶۶^{ab}±۰/۳۳	۱/۰۰^{a}±۰/۰۰	۰/۵۷۷*
رنگ آبشش	۰/۰۰^{c}±۰/۰۰	۰/۳۳^{c}±۰/۳۳	۱/۰۰^{b}±۰/۰۰	۱/۳۳^{b}±۰/۶۶	۲/۰۰^{a}±۰/۰۰	۰/۹۱۶*
بو آبشش	۰/۰۰^{c}±۰/۰۰	۰/۶۶^{bc}±۰/۳۳	۱/۰۰^{b}±۰/۰۰	۲/۳۳^{a}±۰/۳۳	۲/۳۳^{a}±۰/۳۳	۰/۸۹۸*
باله‌ها	۰/۰۰^{b}±۰/۰۰	۰/۰۰^{b}±۰/۰۰	۰/۶۶^{b}±۰/۳۳	۱/۶۶^{a}±۰/۳۳	۱/۶۶^{a}±۰/۳۳	۰/۸۴۹*
رطوبت دم	۰/۰۰^{b}±۰/۰۰	۰/۰۰^{b}±۰/۰۰	۰/۳۳^{b}±۰/۳۳	۱/۰۰^{a}±۰/۰۰	۱/۰۰^{a}±۰/۰۰	۰/۸۵۰*
رنگ دم	۰/۰۰^{b}±۰/۰۰	۰/۶۶^{a}±۰/۳۳	۱/۰۰^{a}±۰/۰۰	۱/۰۰^{a}±۰/۰۰	۱/۰۰^{a}±۰/۰۰	۰/۷۴۶*
قابلیت ارتجاعی مربوط به پشت	۰/۰۰^{b}±۰/۰۰	۰/۰۰^{b}±۰/۰۰	۰/۳۳^{ab}±۰/۳۳	۰/۶۶^{ab}±۰/۳۳	۱/۰۰^{a}±۰/۰۰	۰/۷۷۰*
رنگ مربوط به پشت	۰/۰۰^{b}±۰/۰۰	۰/۰۰^{b}±۰/۰۰	۰/۳۳^{b}±۰/۳۳	۱/۶۶^{a}±۰/۳۳	۱/۶۶^{a}±۰/۳۳	۰/۸۲۸*
رنگ شکم (داخلی)	۰/۰۰^{b}±۰/۰۰	۰/۳۳^{b}±۰/۳۳	۰/۳۳^{b}±۰/۳۳	۱/۶۶^{a}±۰/۳۳	۲/۰۰^{a}±۰/۰۰	۰/۸۵۳*
بو شکم (داخلی)	۰/۰۰^{c}±۰/۰۰	۰/۰۰^{c}±۰/۰۰	۰/۳۳^{c}±۰/۳۳	۱/۰۰^{b}±۰/۰۰	۲/۰۰^{a}±۰/۰۰	۰/۸۹۶*
جنبه کلی شکم (خارجی)	۰/۰۰^{c}±۰/۰۰	۰/۳۳^{bc}±۰/۳۳	۱/۰۰^{abc}±۰/۰۰	۱/۳۳^{ab}±۰/۶۶	۱/۶۶^{a}±۰/۳۳	۰/۷۶۱*
رنگ گوشت	۰/۰۰^{b}±۰/۰۰	۰/۰۰^{b}±۰/۰۰	۱/۰۰^{a}±۰/۰۰	۲/۰۰^{a}±۰/۰۰	۲/۰۰^{a}±۰/۰۰	۰/۹۴۹*
بو گوشت	۰/۰۰^{b}±۰/۰۰	۰/۶۶^{b}±۰/۳۳	۰/۶۶^{b}±۰/۶۶	۱/۰۰^{ab}±۰/۰۰	۲/۰۰^{a}±۰/۰۰	۰/۷۶۱*
استحکام گوشت	۰/۰۰^{b}±۰/۰۰	۰/۰۰^{b}±۰/۰۰	۰/۳۳^{b}±۰/۳۳	۱/۰۰^{a}±۰/۰۰	۱/۰۰^{a}±۰/۰۰	۰/۸۵۰*

حروف کوچک متفاوت در هر ردیف، نشان دهنده تفاوت معنی دار طی دوره نگهداری در هر تیمار می‌باشد ($p<۰/۰۵$). * نشان دهنده تفاوت معنی دار

جدول ۳: ارزیابی بارمیکروبی ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال

Table 3: Microbiological evaluation of whol greenback grey mullet (Chelon subviridis) during refrigerated storage (log CFU/g).

	۰	۴	۸	۱۲	۱۶	r
باکتری‌های مزوفیل	۳/۹۴^{c}±۰/۰۰	۳/۸۰^{c}±۰/۳۳	۴/۸۷^{b}±۰/۳۱	۷/۱۳^{a}±۰/۰۶	۷/۴۶^{a}±۰/۱۰	۰/۹۲۲*
باکتری‌های سرمادوست	۳/۹۷^{e}±۰/۰۰	۴/۸۰^{d}±۰/۰۰	۵/۳۲^{c}±۰/۰۱	۶/۱۹^{b}±۰/۰۱	۶/۲۵^{a}±۰/۰۱	۰/۹۷۶*
انتروباکتریاسه	۲/۹۹^{e}±۰/۰۲	۳/۶۰^{d}±۰/۰۰	۳/۹۹^{c}±۰/۰۲	۴/۶۰^{b}±۰/۰۰	۴/۹۴^{a}±۰/۰۰	۰/۹۹۶*
استافیلوکوکوس	۳/۷۲^{d}±۰/۰۰	۳/۸۹^{d}±۰/۰۰	۳/۹۹^{c}±۰/۰۲	۴/۲۵^{b}±۰/۰۱	۵/۵۸^{a}±۰/۰۰	۰/۸۶۲*
باکتری‌های تولید کننده H_2S	۲/۳۴^{e}±۰/۰۱	۳/۸۷^{d}±۰/۰۰	۴/۲۰^{c}±۰/۰۱	۴/۹۴^{b}±۰/۰۰	۵/۱۰^{a}±۰/۰۲	۰/۹۴۵*

حروف کوچک متفاوت در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی دار طی دوره نگهداری می‌باشد ($p<۰/۰۵$). * نشان دهنده تفاوت معنی دار

میزان این شاخص در ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال با گذشت زمان نگهداری افزایش یافت. میزان بار باکتری‌های استافیلوکوکوس در ماهی کفال پشت سبز نگهداری شده در یخچال از ۳/۷۲ log_{10} cfu/g در روز صفر به ۵/۵۸log_{10} cfu/g در روز ۱۶ افزایش یافت. باکتری‌های استافیلوکوکوس ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال همبستگی معنی دار ($p<۰/۰۵$) با زمان نگهداری ($r = ۰/۸۶۲$) دارد. طی مطالعه Simon و Sanjeev در سال ۲۰۰۷ [۳۱]، در ۱۷٪ محصولات ماهی استافیلوکوکوس اورئوس یافت شد. شرایط مختلفی نظیر تأخیر در فرآوری، عدم سردسازی کافی، بهداشت شخصی ضعیف و آلودگی پس از فرآوری و عمل‌آوری باعث رشد استافیلوکوکوس و افزایش بار باکتریایی آن در غذاهای دریایی می‌شود [۲۱, ۳۲].

باکتری‌های تولیدکننده H_2S به علت تولید کمپلکس‌های سولفید بر روی محیط کشت، کلنی‌های خاکستری یا سیاه‌رنگ ایجاد می‌کنند، درواقع ترکیبات پروتئینی حاوی سولفور هستند که براثرآنزیم‌های باکتری‌های تولیدکننده H_2S آزادشده و درنهایت در محیط به سولفید تبدیل می‌شوند. این باکتری‌ها از عوامل رایج فساد در مواد غذایی متنوع مانند ماهی سرد شده هستند [۳۳]. در جدول ۳ تغییرات باکتری‌های تولید کننده H_2S ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال مشاهده می‌شود. میزان این شاخص در ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال با گذشت زمان نگهداری افزایش یافت. میزان بار باکتری‌های باکتری‌های تولید کننده H_2S در ماهی کفال پشت سبز نگهداری شده در یخچال به ترتیب از log_{10} ۳/۳۴ cfu/g در روز صفر به ۵/۱۰ log_{10} cfu/g در روز ۱۶ افزایش یافت. باکتری‌های باکتری‌های تولید کننده H_2S ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال همبستگی معنی دار ($p<۰/۰۵$) با زمان نگهداری ($r = ۰/۹۴۵$) دارد. به‌طور خاص، باکتری‌های تولیدکننده H_2S با فساد ماهی در ارتباط هستند [۳۳]. در این مطالعه تعداد این باکتری‌ها با گذشت زمان نگهداری افزایش یافت و این روند افزایشی بامطالعه Erkan و Özden در سال ۲۰۰۸ مطابقت دارد [۱۴].

۳. آنالیز فیزیکوشیمیایی

تجزیه ترکیبات نیتروژنی در طول نگهداری ماهی منجر به افزایش pH گوشت می‌شود که بخشی از این افزایش ممکن است مرتبط با تولید ترکیبات قلیایی باشد. چنین افزایشی در pH می‌تواند نشانگر رشد باکتری‌ها، کاهش کیفیت و درنهایت فساد ماهی باشد [۲۶]. تغییرات میزان pH ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال طی ۱۶ روز در جدول ۴ نشان داده شده است. میزان pH اولیه در ماهی کفال پشت سبز کامل ۶/۸۷ بود. میزان pH ماهی کامل طی نگهداری در یخچال به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p>۰/۰۵$). افزایش pH با گذشت زمان نگهداری را می‌توان به فعالیت آنزیم‌های اتولیتیک و باکتری‌های پروتئولیتیک فاسد کننده ماهی نسبت داد [۳۴]. در بررسی حاضر با افزایش میزان بازهای ازته فرار در طول دوره انتظار چنین روندی برای pH انتظار می‌رفت. میزان pH ماهی کفال پشت سبز نگهداری شده در یخچال همبستگی معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) با زمان نگهداری دارد ($R=۰/۸۶۰$).

بازهای ازته فرار یک شاخص کیفی است که نشانگر میزان فساد، تجزیه و شکستن پروتئین‌ها می‌باشد [۳۵]و به‌عنوان روشی برای ارزیابی مدت ماندگاری محصولات دریایی مورداستفاده قرار می‌گیرد [۱]. تغییرات میزان بازهای ازته فرار ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال طی ۱۶ روز در جدول ۴ نشان داده شده است.میزان بازهای ازته فرار ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال تا روز ۴ به طو معنی دار تغییر نداشتند ($p>۰/۰۵$) ولی از روز ۸ میزان بازهای ازته فرار به طور معنی داری افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). از آنجا که حضور باکتری‌ها در گوشت منجر به اتولیز پروتئین‌ها و تجزیه آنها [۳۵]، شکستن ترکیباتی از جمله‌تری متیل آمین اکسیدها، پپتیدها، آمینواسیدها و غیره می‌شود [۲۶].مقادیر بیشتر بار باکتریایی مشاهده شده در نمونه‌ها می‌تواند توجیهی برای افزایش میزان بازهای نیتروژنی در آنها باشد. میزان۳۰ میلی گرم نیتروژن به ازای ۱۰۰گرم نمونه گوشت [۱]به عنوان حداکثر میزان قابل قبول بازهای ازته فرار در گوشت آبزیان پیشنهاد شده است. در این مطالعه، میزان بازهای ازته فرار در نمونه‌ها پایین‌تر از حد مجاز بود که نشان دهنده کیفیت خوب ماهی کفال پشت سبز نگهداری شده در یخچال بود. بازهای ازته فرار ماهی کفال پشت سبز نگهداری شده در یخچال همبستگی معنی دار با زمان نگهداری دارد ($R=۰/۹۵۲$).

تغییرات میزان تری متیل آمین ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال طی ۱۶ روز در جدول ۴ نشان داده شده است. میزان تری متیل آمین ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده طی نگهداری در یخچال به طور معنی دار افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). تری متیل آمین بخشی از ترکیبات بازی فرار است که از تجزیه‌تری متیل آمین اکساید (TMAO) موجود در گوشت ماهیان توسط فعالیت آنزیمی باکتریایی تولید می‌شود [۱].Regenstein در سال ۱۹۹۱، مقدار مجازتری متیل آمین را ۸-۶ میلی گرم‌تری متیل آمین در ۱۰۰ گرم نمونه برای ماهی عنوان کردند [۳۶]، در حالی که Teskerdzic and Pifeifer در سال ۱۹۸۷ مقدار ۱۰ میلی گرم‌تری متیل آمین در ۱۰۰ گرم نمونه را به عنوان حد مجاز این شاخص برای ماهی پیشنهاد کردند [۳۷]. در بررسی حاضر میزان تری متیل آمین ماهی کفال پشت سبز تا روز ۹، پایین‌تر از حد مجاز بود. افزایش میزان تری متیل آمین با بار باکتری‌ها به خصوص باکتری‌های سرمادوست رابطه مستقیم دارد. تری متیل آمین ماهی کفال پشت سبز نگهداری شده در یخچال همبستگی معنی‌دار با زمان نگهداری دارد ($R=۰/۹۰۰$). تغییرات میزان تیوباربیتوریک اسید ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال طی ۱۶ روز در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴: فاکتورهای فیزیکوشیمیایی ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال

Table4: Whol Greenback grey mullet (Chelon subviridis) physicochemical parameter changes during refrigerated storage

	۰	٤	۸	۱۲	۱٦	r
TVBN	٦/۳۰^{c}±۰/٤۰	۷/۰۰^{c}±۰/۸۰	۱۷/٦۸^{b}±۱/۲۲	۲۵/٦۸^{a}±۱/۹٤	۲۸/۸۸^{a}±۱/۷۱	۰/۹۵۲*
TMA	۲/۵۳^{d}±۰/۵۲	۳/٤٦^{cd}±۰/۷۵	٦/۲۸^{bc}±۱/۳۱	۸/٦۲^{b}±۱/٤٤	۱۵/۸۷^{a}±۱/۰۵	۰/۹۰۰*
pH	٦/۸۷^{c}±۰/۰۱	۷/۰۷^{b}±۰/۰۵	۷/۱۷^{b}±۰/۰۷	۷/۱۳^{b}±۰/۰٦	۷/٤۹^{a}±۰/۰۰	۰/۸٦۰*
TBA	۰/٦٦^{d}±۰/۱۱	۰/۵٤^{cd}±۰/۰۸	۰/۸۹^{c}±۰/۰۳	۱/۲۱^{b}±۰/۰۸	۱/۸۰^{a}±۰/۱۱	۰/۸۸۷*
FFA	۱/۰۵^{b}±۰/۰۱	۱/۰۵^{b}±۰/۱۰	۱/۰۵^{b}±۰/۰۰	۱/٤۹^{a}±۰/۱۱	۱/۳۹^{ab}±۰/۱۷	۰/٦٤۹*

حروف کوچک متفاوت در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی دار طی دوره نگهداری می‌باشد ($p<۰/۰۵$). * نشان دهنده تفاوت معنی دار

میزان تیوباربیتوریک اسید ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال در روز اول ۰/۶۶ میلی‌گرم مالون آلدهید اکیوالان بر کیلوگرم نمونه بود. میزان تیوباربیتوریک اسید ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال به طور معنی‌دار افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). افزایش تیوباربیتوریک اسید می‌تواند به دلیل کمبود آب بخش‌هایی از ماهی و افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب اشباع نشده باشد [۳۴]. حداکثر میزان قابل قبول تیوباربیتوریک اسید برای کیفیت مطلوب ماهی (منجمد، یخچال‌گذاری شده و یا نگهداری شده در یخ) ۵ میلی‌گرم مالون آلدهید اکیوالان بر کیلوگرم نمونه است در حالی که تا ۸ میلی‌گرم مالون آلدهید اکیوالان بر کیلوگرم نمونه هم قابل مصرف است [۱۸]. میزان تیوباربیتوریک اسید در نمونه‌های نگهداری شده در یخ در طول نگهداری کمتر از حد مجاز بود. تیوباربیتوریک اسید ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال همبستگی معنی دار با زمان نگهداری دارد ($R=۰/۸۸۷$). اکسیداسیون چربی در ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال حداقل مقدار مجاز جهت مصرف آبزیان می‌باشد. بنابراین شاخص تیوباربیتوریک اسید، شاخص مناسبی برای ارزیابی کیفی ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال نمی‌باشد.

تغییرات میزان اسیدهای چرب آزاد ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال طی ۱۶ روز در جدول ۴ نشان داده شده است. در روز صفر، میزان اسیدهای چرب آزاد در ماهی کفال پشت سبز نگهداری شده در یخچال ۱/۰۵ درصد اولئیک اسید بود. با افزایش زمان نگهداری، افزایش اسیدهای چرب آزاد در ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال مشاهده شد. اسید چرب آزاد ممکن است براثر فعالیت باکتری‌های سرمادوست به‌ویژه گونه سودوموناس باشد که منجر به تولید لیپاز و فسفولیپاز و درنهایت باعث افزایش اسیدچرب آزاد می‌شود [۳۸]. اسیدهای چرب آزاد ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال همبستگی معنی دار با زمان نگهداری دارد ($R=۰/۶۴۹$).

۴. رنگ سنجی

ظاهر فرآورده‌های غذایی، از نظر ظاهر و همچنین قابلیت دست یابی، پارامتر مهمی برای مصرف کننده است. رنگ، هم روی ساختار بافت و هم روی غلظت رنگدانه اثر می‌گذارد [۳۹]. در این تحقیق رنگ سنجی بر اساس مؤلفه‌های L*a*b* کمی گردیده است. مقادیر مؤلفه a* نامحدود است و مقادیر مثبت معادل رنگ قرمز و مقادیر منفی معادل رنگ سبز است، مقادیر مؤلفه b* نامحدود است و مقادیر مثبت معادل رنگ زرد و مقادیر منفی معادل رنگ آبی است و شاخص L* معادل روشنایی تصویرکه بین ۰ معادل مشکی و ۱۰۰ معادل انعکاس کامل نور می‌باشد. از a* و b* برای تغییر مقادیر هیو (H*) (معرف شدت رنگ) و کروما (C_{ab}) (معرف غلظت رنگ)، استفاده گردید. جدول ۵ شاخص a* (میزان قرمزی به سبزی) تیمارهای مختلف ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال طی دوره نگهداری ۱۶ روز را نشان می‌دهد. میزان اولیه a*، در روز صفر ۱۶/۵۹ بود. با افزایش دوره ی نگهداری میزان قرمزی تیمارهای مختلف ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال طی دوره‌ی نگهداری کاهش یافت ($p<۰/۰۵$). جدول ۵ شاخص b* (تغییرات پارامتر زردی به آبی) تیمارهای مختلف ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال طی دوره نگهداری ۱۶ روز را نشان می‌دهد. میزان پارامتر b* با افزایش زمان نگهداری افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). میزان اولیه b* در روز صفر ۱۲/۱۹ بود. جدول ۵ تغییرات پارامتر روشنایی L*م اهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال طی دوره ۱۶ روز را نشان می‌دهد. میزان روشنایی با افزایش دوره‌ی نگهداری کاهش یافت ($p<۰/۰۵$). پارامتر L* در روز صفر ۵۰/۰۹ بود. جدول ۵ تغییرات غلظت رنگ یا شاخص کروما (C_{ab}) تیمارهای مختلف ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال طی دوره نگهداری ۱۶ روز را نشان می‌دهد. میزان شاخص کروما ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال طی دوره‌ی نگهداری کاهش یافت ($p<۰/۰۵$). شاخص کروما در روز صفر ۲۰/۶۲ بود. جدول ۵ میزان تغییرات هیو (H^{0}_{ab}) ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال طی دوره نگهداری ۱۶ روز را نشان می‌دهد. میزان شدت رنگ (H*) برای همه نمونه‌ها در روز صفر ۰/۷۵ بود. افت رنگ در طی دوره‌ی نگهداری ممکن است با اکسیداسیون لیپیدها، اکسیداسیون پروتئین‌های همو گلوبین و میوگلوبین، فعالیت‌های غیر آنزیمی بین تولیدات حاصل از اکسیداسیون لیپید و گروه‌های آمینی پروتئین و فساد میکروبی مرتبط باشد [۲۱].

جدول ۵: تغییرات پارامترهای رنگ سنجی ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال به مدت ۱۶ روز

Table 5: Whol Greenback grey mullet (Chelon subviridis) color parameters changes during refrigerated storage.

تیمارها	زمان نگهداری (روز)					
	۰	۴	۸	۱۲	۱۶	r
a	۱۶/۵۹±۰/۱۷^{a}	۱۱/۶۵±۰/۵۴^{b}	۱۲/۰۲±۰/۴۶ ^{b}	۱۳/۰۳±۰/۴۸^{b}	۹/۷۶±۰/۵۰^{c}	-۰/۷۴۱*
b	۱۲/۱۹±۰/۹۱^{b}	۱۴/۰۸±۰/۵۲^{ab}	۱۵/۱۰±۰/۲۹^{a}	۱۲/۴۸±۰/۵۲^{b}	۱۵/۱۷±۱/۱۸^{a}	۰/۳۷۳
L	۵۰/۰۹±۱/۵۳^{a}	۴۷/۹۶±۰/۰۵^{ab}	۴۷/۹۸±۰/۷۳^{ab}	۴۵/۶۹±۱/۶۲^{b}	۴۵/۶۸±۱/۴۶^{b}	-۰/۶۵۰*
C	۲۰/۶۲±۰/۴۰^{a}	۱۸/۳۰±۰/۰۶^{ab}	۱۹/۲۹±۰/۵۱^{ab}	۱۸/۰۴±۰/۷۱^{b}	۱۸/۰۳±۱/۲۷^{b}	-۰/۵۴۱*
H	۰/۷۵±۰/۰۰^{c}	۰/۸۷±۰/۰۴^{b}	۰/۸۹±۰/۰۰^{b}	۰/۶۲±۰/۰۴^{d}	۰/۹۹±۰/۰۱^{a}	۰/۲۳۷
سفیدی	۴۶/۰۰±۱/۵۷^{a}	۴۴/۸۴±۰/۰۴^{a}	۴۴/۵۲±۰/۸۶^{a}	۴۵/۷۵±۴/۱۸^{a}	۴۲/۷۱±۰/۹۹^{a}	-۰/۲۵۳

حروف کوچک متفاوت در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار طی دوره نگهداری در هر تیمار می‌باشد (P<۰/۰۵).

۵. همبستگی بین آنالیزهای حسی، باکتریایی و فیزیکوشیمیایی

در ارزشیابی حسی مواد خوراکی، تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA) راهی برای تجسم ارتباط بین پارامترهای کیفی ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال و صفات حسی آن فراهم می‌کند. در واقع PCA برای ایجاد منظره‌ی ساده شده‌ای از مجموعه داده‌های چند بعدی به کار می‌رود. مجموعه داده‌ها با توجه به همبستگی متغییرهای اصلی به داده‌های کوچک‌تری تبدیل می‌شوند و در نتیجه‌ی آن مولفه‌های اصلی شکل می‌گیرند. بیشترین مقدار واریانس داده‌ها در مولفه‌ی اصلی ۱ (PCA1) و سپس به ترتیب در PCA2، PCA3 ....، جای می‌گیرند (شکل ۲a). مولفه‌های اصلی با هم همبستگی ندارند. پارامترها شامل ویژگی‌های مورد استفاده پروتوکل روش شاخص کیفی (بافت، بو و رنگ) همچنین باکتری‌های مروفیل، باکتری‌های سرمادوست، بازهای ازته فرار، pH، تری متیل آمین، تیوباربیتوریک اسید، اسیدهای چرب آزاد بود. در تحلیل مولفه‌ها، تنها دو مؤلفه با مقدار ۹۹/۳۱ درصد استفاده شد و اولین مولفه‌های اصلی (PC1) ۸۶ درصد است در حالی که دومین مولفه‌های اصلی (PC2) ۱۳/۳۲ درصد تغییرات در پارامترهای کیفی به عنوان یک تابع زمان نگهداری بود. نخستین مولفه‌های اصلی استخراج شده، بیشترین مقدار پراکندگی داده‌ها را در کل مجموعه داده‌ها در نظر می‌گیرد. این امر بدان معنا است که نخستین مؤلفه، حداقل با تعدادی از متغییرها همبسته است. دومین مؤلفه اصلی استخراج شده، دو ویژگی مهم دارد. این مؤلفه بیشترین واریانس مجموعه داده‌ها که توسط مولفه‌های اصلی اول محاسبه نشده است را در بر می‌گیرد. یعنی دومین مؤلفه با تعدادی از متغییرهای مشاهده شده که همبستگی بالایی با جزء اول ندارند همبسته است. ویژگی دیگر این است که مؤلفه دوم با مؤلفه اول همبستگی ندارد. همبستگی بین دو مؤلفه صفر است. پارامترها با مولفه‌های اصلی شامل باکتری مزوفیل (۰/۹۶۹)، باکتری سرمادوست (۰/۹۸۶)، بازهای ازته فرار (۰/۹۹۷)، تری متیل آمین (۰/۹۷۲)، pH (۰/۸۱۴)، تیوباربیتوریک اسید (۰/۸۲۹)، اسیدهای چرب آزاد (۰/۹۸۳)، حسی (۰/۹۸۷) است.

شکل ۲b تشکیل ۴ گروه نمونه‌ها نشان می‌دهد. نمونه‌ها ذخیره شده در روز صفر در بخش یک چهارم PC1 و PC2 منفی قرار داشت، بنابراین نشان دهنده تازه بودن محصول می‌باشد. نمونه ذخیره شده در روز ۴ و ۸ در یک چهارم PC1 منفی و یک چهارم PC2 مثبت قرار داشت، بنابراین نسبت به حالت قبلی متفاوت است و نشان دهنده کاهش تازگی است. نمونه‌ها ذخیره شده در روزهای ۱۶ در یک چهارم PC1 و PC2 مثبت قرار داشت، بنابراین نشان دهنده آن است که آنها مشابه بودند و نسبت به دیگران متفاوت است. نهایتاً، نمونه‌های ذخیره شده در روز ۱۲ در یک چهارم PC1 مثبت و یک چهارم PC2 منفی قرار داشت که نشان دهنده تفاوت آنها از دیگر نمونه‌های ماهی است.

نتیجه‌گیری

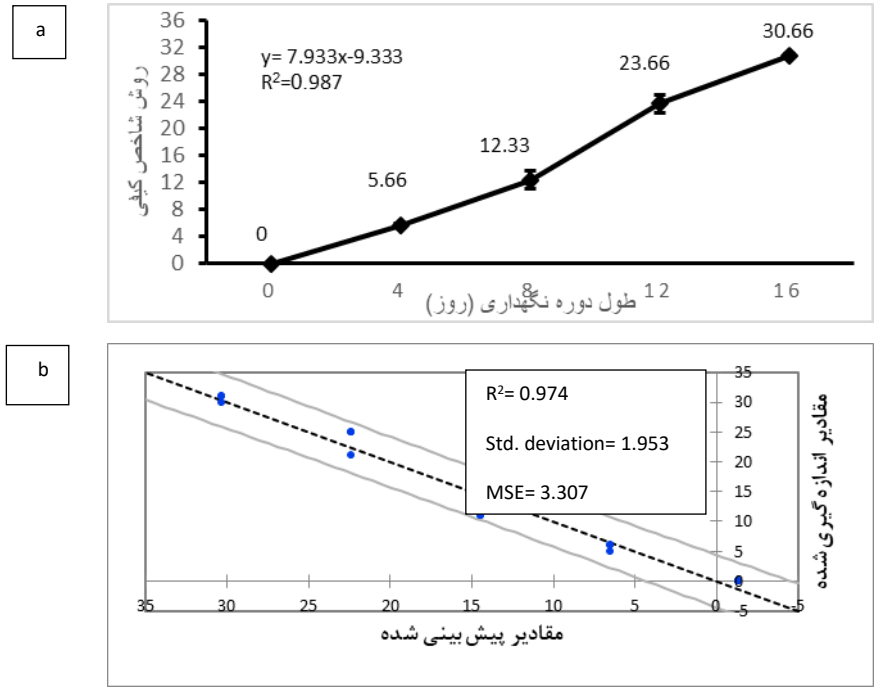
نتایج مطالعه نشان داد که پارامترهایی که بیشترین حساسیت نسبت به تغییرات در طول زمان نگهداری ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال دارند شامل بازهای ازته فرار، تری متیل آمین، تیوباربیتوریک اسید، اسیدهای چرب آزاد، شمارش باکتریایی و ارزیابی حسی می‌باشد. بنابراین این پارامترها ممکن است شاخص‌های خوبی جهت ارزیابی فساد ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال باشند. نتایج ارزیابی حسی، بهترین کیفیت ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخ را ۱۲ روز نشان داد. همچنین ماندگاری ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخ را ۱۰ تا ۱۱ روز تخمین زد. شاخص کیفی محاسبه‌شده ماهی کفال پشت سبز کامل با زمان ذخیره‌سازی طی نگهداری در یخچال با فرمول (۹/۳۳۳- خطی زمان نگهداری× ۷/۹۳۳= روش شاخص کیفی) می‌تواند برای ارزیابی ماندگاری ماهی استفاده شود. [۱۱, ۲۰, ۴۰-۴۶]

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله نویسندگان سهم یکسانی داشتند.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»



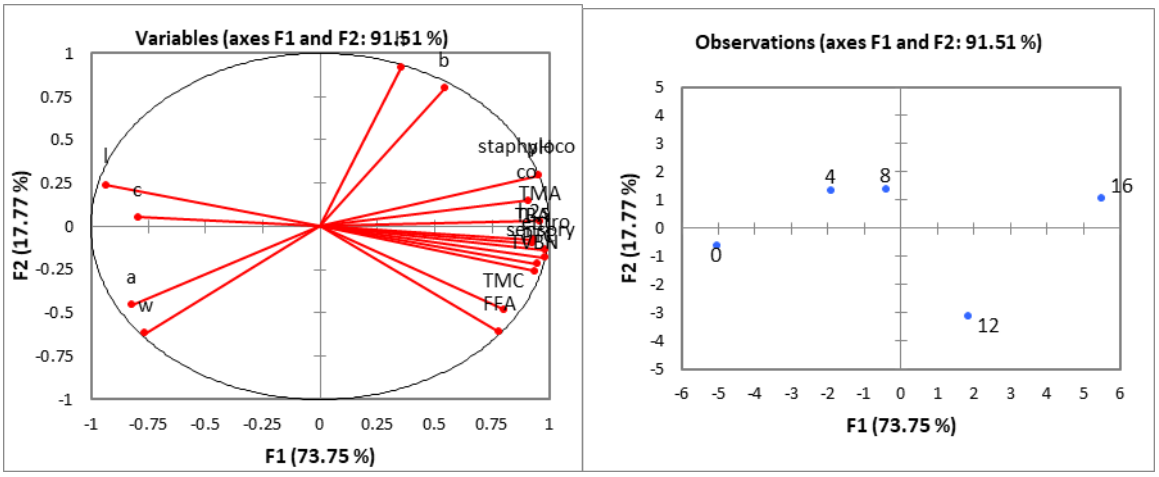
شکل ۱: (a) همبستگی خطی بین روش شاخص کیفی و زمان نگهداری ماهی کفال پشت سبز کامل در طی نگهداری در یخچال

(b) رگرسیون حداقل مربعات جزئی برای روش شاخص کیفی ماهی کفال پشت سبز طی نگهداری در یخچال و مقادیر پیش بینی شده

Fig. 1: (a) Linear correlation between QIM and storage time of whol greenback grey mullet (Chelon subviridis) during the refrigerated storage;

(b) Partial Least Squares (PLS) regression for Quality Index Method (QIM) of greenback grey mullet (Chelon subviridis)

during the refrigerated storage and the predicted values.



شکل ۲: تحلیل مولفه‌های اصلی مطالعه پارامترهای کیفی ماهی کفال پشت سبز کامل نگهداری شده در یخچال:

(a) پارامترها شاخص کیفی شامل: ویژگی‌های حسی، باکتری مزوفیل، باکتری سرمادوست، بازهای ازته فرار، تری متیل آمین، pH، تیوباربیتوریک اسید، اسیدهای چرب آزاد

(b) ۱= روز ۱، ۴= روز ۴، ۸= روز ۸، ۱۲= روز ۱۲ و ۱۶= روز ۱۶.

Fig. 2: Principal Component Analysis (PCA) of the study quality parameters of whol Greenback grey mullet (Chelon subviridis) storedat refrigerator:

(A) the parameters of the quality index as follows: sensory, TMC, PTC, TVBN, TMA, pH, TBA, FFA

(B) 1 = day 1, 4 = day 4, 8 = day 8, 12 = day 12 and 16 = day 16.

References

1. A. O. A. C. Official methods of analysis (14th ED). Whashington,DC:Association of Official analytical chemists1995.
2. Valinasab T. The amount of biomass in the Persian Gulf and the Sea of Oman by the broom area method. *Nation Fish Sci Res Institute*. 2013:247-249.
3. Barbosa A, Vaz-Pires P. Quality index method (QIM): development of a sensorial scheme for common octopus (Octopus vulgaris). *Food Control*. 2004;**15**:161-168. **doi:** 10.1016/S0956-7135(03)00027-6
4. Sharifian S, Zakipour E, Mortazavi MS, Arshadi A. Quality assessment of tiger tooth croaker (Otolithes ruber) during ice storage. *Int J food Prop*. 2011;**14**:309-318. **doi:** 10.1080/10942910903177822
5. Sveinsdóttir K, Martinsdóttir E, Hyldig G, Jørgensen B, Kristbergsson K. Application of quality index method (QIM) scheme in shelf-life study of farmed Atlantic salmon (Salmo salar). *J Food Sci*. 2002;**67**:1570-1579. **doi:** 10.1111/j.1365-2621.2002.tb10324.x
6. Huidobro A, Pastor A, Tejada M. Quality index method developed for raw gilthead seabream (Sparus aurata). *Int J Food Sc*. 2000;**65**:1202-1205. **doi:** 10.1111/j.1365-2621.2000.tb10265.x
7. Lanzarin M, Ritter DO, Novaes SF, Monteiro MLG, Almeida Filho ES, Máralém ET, et al. Quality Index Method (QIM) for ice stored gutted Amazonian Pintado (Pseudoplatystoma fasciatum× Leiarius marmoratus) and estimation of shelf life. *LWT Food Sci Technol*. 2016;**65**:363-370. **doi:** 10.1016/j.lwt.2015.08.019
8. Ritter DO, Lanzarin M, Novaes SF, Monteiro MLG, Almeida Filho ES, Mársico ET, et al. Quality Index Method (QIM) of gutted ice-stored hybrid tambatinga (Colossoma macropomus× Piaractus brachypomum) and study of shelf life. *LWT Food Sci Technol*. 2016;**67**:55-61. **doi:** 10.1016/j.lwt.2015.10.041
9. Novotny L, Dvorska L, Lorencova A, Beran V, Pavlik I. Fish: a potential source of bacterial pathogens for human beings. A review. *Veterinarni Med UZPI Czech Repub*. 2004;**9**:343-358. **doi:** 10.17221/5715-VETMED
10. Andrade SCS, Mársico ET, Franco RM, Mano SB, Conte jr CA, Freitas MQ, et al. Effect of storage temperature at the quality index methods scheme and shelf life study of mullet (Mugil platanus). *J Food Qual*. 2015;**38**:60-70. **doi:** 10.1111/jfq.12123
11. Khodanazary A, Pourashouri P. Chemical, microbiological and sensory changes in whole and gutted tigertooth croaker (Otolithes ruber) during ice storage. Veterinary research and biological products. 2017;**117**:155-167.
12. Cakli S, Kilinc B, Cadun A, Dincer T, Tolasa S. Quality differences of whole ungutted sea bream (Sparus aurata) and sea bass (Dicentrarchus labrax) while stored in ice. *Food Control*. 2007;**18**:391-397. **doi:** 10.1016/j.foodcont.2005.11.005
13. Erkan N, Özden Ö. Gutted and un-gutted sea bass (Dicentrarchus labrax) stored in ice: influence of fish quality and shelf-life. *Int J Food Prop*. 2006;**9**:331-345. **doi:** 10.1080/10942910600596373
14. Erkan N, Özden Ö. Quality assessment of whole and gutted sardines (Sardina pilchardus) stored in ice. *Int J Food Sci Technol*. 2008;**43**:1549-1559. **doi:** 10.1111/j.1365-2621.2007.01579.x
15. Viji P, Tanuja S, Ninan G, Lalitha KV, Zynudheen AA, Binsi PK, et al. Biochemical, textural, microbiological and sensory attributes of gutted and ungutted sutchi catfish (Pangasianodon hypophthalmus) stored in ice. *J Food Sci Technol*. 2015;**52**(6):3312-3321. **doi:** 10.1007/s13197-014-1358-y **pmid:** 26028712
16. Sant'Ana LS, Soares S, Vaz-Pires P. Development of a quality index method (QIM) sensory scheme and study of shelf-life of ice-stored blackspot seabream (Pagellus bogaraveo). *LWT Food Sci Technol*. 2011;**44**:2253-2259. **doi:** 10.1016/j.lwt.2011.07.004
17. ISO. 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.1993.
18. Sallam KI. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food Control*. 2007;**18**(5):566-575. **doi:** 10.1016/j.foodcont.2006.02.002 **pmid:** 17471315
19. Goulas AE, Kontominas MG. Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (Scomberjaponicus): Biochemical and sensory attributes. *Food Chem*. 2005;**93**:511-520. **doi:** 10.1016/j.foodchem.2004.09.040
20. Suvanich V, Jahncke ML, Marshall DL. Changes selected chemical quality characteristics of channel catfish frame mince during chill and frozen storage. *Food Sci Biotech*. 2000;**65**:24-29. **doi:** 10.1111/j.1365-2621.2000.tb15950.x
21. Siripatrawan U, Noipha S. Active film from chitosan incorporating green tea extract for shelf life extension of pork sausages. *Food Hydrocolloid*. 2012;**27**:102-108. **doi:** 10.1016/j.foodhyd.2011.08.011
22. Woyewoda AD, Shaw SJ, Ke PJ, Burns BG. Recommended laboratory methods for assessment of fish quality. *Canadia Tech Report Fish Aquatic Sci*. 1986:1448.
23. Gomez-Sala B, Herranz C, Diaz-Freitas B, Hernandez PE, Sala A, Cintas LM. Strategies to increase the hygienic and economic value of fresh

fish: Biopreservation using lactic acid bacteria of marine origin. *Int J Food Microbiol*. 2016;**223**:41-49. **doi:** 10.1016/j.ijfoodmicro.2016.02.005 **pmid:** 26890359
24. Gokoglu N, Yerlikaya P, Topuz OK, Buyukbenli HA. Effects of plant extracts on lipid oxidation in fish croquette during frozen storage. *Food Sci Biotech*. 2012;**21**:1641-1645. **doi:** 10.1007/s10068-012-0218-7
25. Ghani Kuvei F, A. K, I. Z. Application of quality index method for determination of shelf life of gutted greenback grey mullet (Chelon subviridis) stored at ice. *IRAN SCI FISHERIES J*. 2018;**27**:127-141.
26. Gram L, Huss H. Microbiological spoilage of fish and fish products. *Food Microbiol*. 1996;**33**:121-137. **doi:** 10.1016/0168-1605(96)01134-8
27. Delbem ACB, Garbelini JS, Lara JAF. Vida de prateleira do pintado resfriado e conservado em gelo obtido em pesca artesanal no Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantana2012.
28. Chouliara I, N. SL, Riganakos K, Kontaminas MG. Preservation of salted, vacuum-packaged, refrigerated sea bream (Sparus aurata) fillets by irradiation: microbiological, chemical and sensory attributes. *Food Microbiol*. 2004;**21**:351-359. **doi:** 10.1016/S0740-0020(03)00065-0
29. Comi G, https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100502-6.00011-X. Spoilage of meat and fish. In The Microbiological Quality of Food2017.
30. Guzman MC, Bistoni Mde L, Tamagnini LM, Gonzalez RD. Recovery of Escherichia coli in fresh water fish, Jenynsia multidentata and Bryconamericus iheringi. *Water Res*. 2004;**38**(9):2367-2373. **doi:** 10.1016/j.watres.2004.02.016 **pmid:** 15142798
31. Simon SS, Sanjeev S. Prevalence of enterotoxigenic Staphylococcus aureus in fishery products and fish processing factory workers. *Food control*. 2007;**18**:1565-1568. **doi:** 10.1016/j.foodcont.2006.12.007
32. Wieneke AA, Roberts D, Gilbert RJ. Staphylococcal food poisoning in the United Kingdom, 1969-90. *Epidemiol Infect*. 1993;**110**(3):519-531. **doi:** 10.1017/s0950268800050949 **pmid:** 8519317
33. Gram L, Trolle G, Huss HH. Detection of specific spoilage bacteria from fish stored at low (0 ºC) and high (20 ºC) temperatures. *Int J Food Microbiol*. 1987;**4**:65-72. **doi:** 10.1016/0168-1605(87)90060-2
34. Kilincceker O, Dogan IS, Kucukoner E. Effect of edible coatings on the quality of frozen fish fillets. *LWT Food Sci Technol*. 2009;**42**:868-873. **doi:** 10.1016/j.lwt.2008.11.003
35. El-Deen G, El-Shamery MR. Studies on contamination and quality of fresh fish meats during storage. *Academ J Biol Sci*. 2010;**2**:65-74. **doi:** 10.1016/B978-0-08-100502-6.00011-X
36. Regenstein JM. Introduction to Fish Technology. Van Nostrand Reinhold, New York.1991.
37. Teskeredzic Z, Pfeifer K. Determining the degree of freshness of rainbow trout (Salmo gairdneri) cultured in brackish water. *J Food Sci*. 1987;**52**:1101-1102. **doi:** 10.1111/j.1365-2621.1987.tb14286.x
38. Nirmal NP, Benjakul S. Retardation of quality changes of Pacific white shrimp by green tea extract treatment and modified atmosphere packaging during refrigerated storage. *Int J Food Microbiol*. 2011;**149**(3):247-253. **doi:** 10.1016/j.ijfoodmicro.2011.07.002 **pmid:** 21798614
39. Ginés R, Valimrsdottir T, Sveinsdottir K, Thorarense H. Effects of rearing temperature and strain on sensory characteristics, texture, colour and fat of Arctic charr (Salvelinus alpinus). *Food Qual Preference*. 2004;**15**:177-185. **doi:** 10.1016/S0950-3293(03)00056-9
40. Ahmadi Shalhe M, Khodanazary A, Hosseini SM. Development of a quality index method (QIM) scheme for whole Goldlined seabream Rhabdosargus sarba stored in ice. *Int J Food Prop*. 2018;**21**:2539-2549. **doi:** 10.1080/10942912.2018.1536147
41. Brahmi S, Touati A, Dunyach-Remy C, Sotto A, Pantel A, Lavigne JP. High Prevalence of Extended-Spectrum beta-Lactamase-Producing Enterobacteriaceae in Wild Fish from the Mediterranean Sea in Algeria. *Microb Drug Resist*. 2018;**24**(3):290-298. **doi:** 10.1089/mdr.2017.0149 **pmid:** 28805537
42. Castro P, Millán R, Penedo JC, Sanjuán E, Santana A, Caballero MJ. Effect of storage conditions on total volatile bases nitrogen determinations in fish muscle extracts. *J Aquat Food Prod Technol*. 2012;**21**:519-523. **doi:** 10.1080/10498850.2011.610917
43. Connell JJ. Methods of assessing and selecting for quality.In: Connell JJ (ed) Control of fish quality. Fishing News Books, Oxford1990.
44. De Oliveira MCSD, Araujo YF, de Lima Marques J, da Silva ICR, Freire DO, Orsi DC. Microbiological evaluation and development of quality index method (QIM) scheme for farmed pintado fish (Pseudoplatystoma corruscans). *Africa J Microbiol Res*. 2017;**11**:426-432. **doi:** 10.1016/B978-0-08-100502-6.00011-X
45. Fatema K, Omar WMW, Isa MM. Analysis of stomach contents in green back mullet, Chelon subviridis from Merbok Estuary, Malaysia. *Bangladesh J Zool*. 2015;**43**:153-156. **doi:** 10.3329/bjz.v43i1.26151
46. ICMSF. Microorganisms in foods. The international commission on microbiological specifications for foods of the international union of biological societies. Oxford: Blachwell Scientific Publications1986.

AUTHOR(S) BIOSKETCHES

Ghani Kuvei, F., Mr.c student, Fisheries Engineering, Khorramshahr University of marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran.

✉ *faghkov@gmail.com*

0000-0002-7877-6752

Khodanazary, A., Fisheries Engineering/ Assistant Professor,Khorramshahr University of marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran.

✉ *khodanazary@yahoo.com*

0000-0001-8960-7324

Zamani, I., Academic field/ Assistant Professor,Khorramshahr University of marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran.

✉ *Isaac.zfr@gmail.com*

0000-0001-8969-9150

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Citation (Vancouver) *Ghani Kuvei, F.; Khodanazary, A., Zamani, I., (2021). Evaluation of greenback grey mullet (Chelon subviridis quality during 16 day stored at refrigerator (4oC). J. of Oceanography., Spring 2021; 11(44): 127-143 (17 pages).*

http://doi.org/10.12345/joc.11.44.116

http://joc.inio.ac.ir/article-1-1586-fa.html

https://orcid.org/0000-0002-8311-5238

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.