



University of Tehran

Journal of Fisheries

Home Page: <https://jfisheries.ut.ac.ir>

Online ISSN: 2423-7809

Quality and shelf-life assessment of large-head hair-tail (*Trichiurus lepturus*) during iced storage

Naser Parhizkar¹ | Salim Sharifian^{2*}

1. Department of Fisheries, Faculty of Marine Sciences, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran. Email: naser.parhizkar78@gmail.com
2. Corresponding Author, Department of Fisheries, Faculty of Marine Sciences, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran. Email: sharifian.salim@hotmail.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:

Received: 03 February 2025

Revised: 13 July 2025

Accepted: 19 July 2025

Published online: 23 September 2025

Keywords:

Ice storage,
Large-head hair-tail,
Quality,
Shelf-life.

ABSTRACT

The quality of fresh fish is the most important concern for the industry and consumers. So far, several methods have been used to maintain the quality of fish during the storage. Storage in ice has always been one of the widely methods using for preserving fishery products, especially when offering them to customers. Large-head hair-tail fish (*Trichiurus lepturus*) is one of the commercial species caught in the waters of the Persian Gulf and the Oman Sea, which is generally caught for export. The purpose of the present study was to evaluate the quality and shelf life of large-head hair-tail fish during 12 days of storage in ice using sensory (QIM), chemical indicators (pH, TVB-N, TMA, FFA, PV, TBA) and microbial (total counts of mesophilic and psychrophilic bacteria) indicators. The results of chemical evaluation showed that the pH of meat during the storage period reached from 6.38 in fresh fish to 7.13 at the end of the period. The amount of TMA and TVB-N increased significantly during the storage period and reached 11.44 and 32.15 mgN/100 g, respectively, at the end of the storage period. All indicators of fat spoilage increased significantly with increasing days of storage. The total number of mesophiles and psychrophiles (log CFU/g meat) bacteria in fresh fish and the beginning of the storage period were equal to 2.79 and 1.35, respectively, and with increasing days of storage, it became 6.78 and 10.97. The results of sensory evaluation showed that the total scores of QIM on the 0, 3th, 6th, 9th and 12th days of storage were equal to 0, 7.85, 11.95, 18.60 and 22.00, respectively. A high correlation was seen between microbial assessment and QIM indices. In total, the results of chemical, microbial and sensory evaluation showed that the shelf life of large-head hair-tail fish during the storage period in ice was about 8-9 days.

Cite this article: Parhizkar, N., Sharifian, S. (2025). Quality and shelf-life assessment of large-head hair-tail (*Trichiurus lepturus*) during iced storage. *Journal of Fisheries*, 78 (3), 247-260. DOI: <http://doi.org/10.22059/jfisheries.2025.389859.1448>



© The Author(s) **Publisher:** University of Tehran Press.
DOI: <http://doi.org/10.22059/jfisheries.2025.389859.1448>



دانشگاه تهران

شیلات، مجله منابع طبیعی ایران

سایت نشریه: <https://jfisheries.ut.ac.ir>

شاپا الکترونیکی: ۷۸۰۹-۲۴۲۳

ارزیابی کیفی و مدت ماندگاری ماهی یال اسبی سربزرگ (*Trichiurus lepturus*) طی نگهداری در یخ

ناصر پرهیزکار^۱ | سلیم شریفیان^{۲*}

۱. گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران. رایانامه: naser.parhizkar78@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران. رایانامه: sharifian.salim@hotmail.com

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله:

پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۴/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۲۸

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۷/۰۱

کلیدواژه:

تازگی،

کیفیت،

ماهی یال اسبی سربزرگ،

نگهداری در یخ.

کیفیت ماهی تازه مهمترین نگرانی برای صنعت و مصرف‌کنندگان است. تاکنون از روش‌های متعددی برای حفظ کیفیت ماهی در طی نگهداری ماهی استفاده شده است. نگهداری در یخ همواره یکی از روش‌های پرکاربرد نگهداری محصولات شیلاتی به‌ویژه هنگام عرضه آن به مشتریان بوده است. ماهی یال اسبی سربزرگ (*Trichiurus lepturus*) یکی از گونه‌های تجاری صید شده در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان است که عموماً جهت صادرات صید می‌شود. هدف از مطالعه حاضر ارزیابی کیفی و مدت ماندگاری ماهی یال اسبی سربزرگ طی ۱۲ روز نگهداری در یخ با استفاده از شاخص‌های حسی (QIM)، شاخص‌های شیمیایی (pH، TVB-N، TMA، FFA، PV، TBA) و شاخص میکروبی (شمار کلی باکتری‌های مزوفیل و سرمادوست) بوده است. نتایج ارزیابی شیمیایی نشان داد که pH گوشت در طی دوره نگهداری از ۶/۳۸ در ماهی تازه به ۷/۱۳ در انتهای دوره رسیده است. میزان TMA و TVB-N در طول دوره نگهداری به‌طور معنی‌داری افزایش و به‌ترتیب به ۱۱/۴۴ و ۳۲/۱۵ میلی گرم ازت فرار در صد گرم گوشت در انتهای دوره نگهداری رسید. تمامی شاخص‌های فساد چربی به‌طور معنی‌داری با افزایش روزهای نگهداری افزایش یافت. شمار کلی مزوفیل‌ها و سرمادوست‌ها (لگاریتم پرگنه در هر گرم گوشت) در ماهی تازه و شروع دوره نگهداری به‌ترتیب برابر با ۲/۷۹ و ۱/۳۵ بود و با افزایش روزهای نگهداری به ۶/۷۸ و ۱۰/۹۷ لگاریتم پرگنه در هر گرم گوشت یال اسبی در روز دوازدهم رسید ($P < 0.05$). نتایج ارزیابی حسی نشان داد که مجموع نمرات QIM در روزهای صفر، سوم، ششم، نهم و دوازدهم به‌ترتیب برابر با ۰، ۷/۸۵، ۱۱/۹۵، ۱۸/۶۰ و ۲۲/۰۰ بوده است. همبستگی بالایی بین ارزیابی میکروبی و شاخص‌های QIM مشاهده شد. در مجموع نتایج ارزیابی شیمیایی، میکروبی و حسی نشان داد که مدت ماندگاری ماهی یال اسبی طی دوره نگهداری در یخ حدود ۸-۹ روز می‌باشد.

استناد: پرهیزکار، ناصر، شریفیان، سلیم (۱۴۰۴). ارزیابی کیفی و مدت ماندگاری ماهی یال اسبی سربزرگ (*Trichiurus lepturus*) طی نگهداری در یخ. نشریه شیلات، مجله منابع

طبیعی ایران، ۷۸ (۳)، ۲۶۰-۲۴۷. DOI: <http://doi.org/10.22059/jfisheries.2025.389859.1448>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jfisheries.2025.389859.1448>



۱. مقدمه

در بسیاری از کشورهای دنیا از جمله ایران، آبزیان و ماهی جزء تولیدات مهم اقتصادی اند. براساس آخرین آمار منتشر شده توسط سازمان خواروبار جهانی ۱۵ تا ۲۰ درصد از پروتئین‌های حیوانی از منابع آبی حاصل شده است. وجود مقادیر بالای اسیدهای چرب چند غیراشباعی، کلسترول پایین و پروتئین‌های با ارزش غذایی بالا در گوشت ماهی، باعث شده است که این گوشت همواره به‌عنوان یکی از مواد غذایی با ارزش بالا طبقه‌بندی گردد. آخرین آمار صید و صیادی جهانی نشان می‌دهد که صید سالانه جهانی ماهی حدود ۱۸۰ میلیون تن بوده و از این مقدار، کمی بیش از ۱۱۰ میلیون تن به انواع مختلف توسط انسان به‌عنوان غذا مصرف شده است. تقریباً ۴۰ درصد از این میزان، به شکل ماهی تازه مصرف شده و حدود ۶۰ درصد باقیمانده با استفاده از روش‌های رایج نگهداری مواد غذایی فرآوری شده است (FAO, 2023). ماهی و دیگر آبزیان از دیرباز رایج‌ترین منبع فراهم‌کننده پروتئین‌های با کیفیت بالا، انواع مواد معدنی و ویتامین‌ها و اسیدهای چرب بلند زنجیره چند غیر اشباع در وعده‌های غذایی انسان بوده است. با این وجود، علی‌رغم مزایای تغذیه‌ای بسیار سودمند، سرعت فساد بالا در گوشت ماهی در مقایسه با دیگر منابع پروتئینی، مهم‌ترین نقص آن بوده و باعث شده است که در صورت عدم وجود شرایط نگهداری نامناسب، کیفیت و ارزش غذایی گوشت و چربی ماهی به سرعت کاهش (حتی در ساعات اولیه پس از صید) یابد. دلیل این اتفاق، وجود مقادیر بالای اسیدهای چرب چند بلند زنجیره چند غیر اشباع است که به‌شدت نسبت به اکسیداسیون حساس می‌باشند (Chudasama et al., 2019). پس از صید زنجیره‌ای از واکنش‌های شیمیایی و میکروبی رخ داده که در نهایت منجر به فساد و غیر قابل استفاده شدن گوشت ماهی می‌گردد (Mirboluk et al., 2020). بالا بودن قابلیت فساد در ماهی باعث شده است که حفظ کیفیت ماهی تازه همواره یکی از اولویت‌ها و دغدغه‌های صیادان و کارخانه‌های فرآوری محصولات به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه باشد (Sharifian et al., 2014). تازگی یا Freshness ماهی به‌عنوان تنها و در برخی موارد مهم‌ترین شاخص اساسی برای قضاوت کیفیت ماهی و دیگر آبزیان در نظر گرفته شده است. نگهداری در یخ همواره یکی از روش‌های مرسوم نگهداری محصولات دریایی و ماهی به‌ویژه به شکل تازه بوده و تجهیزات تولید یخ جزئی از تجهیزات مرسوم در تمامی کارخانه‌های فرآوری و جایگاه‌های عرضه ماهیان تازه است (Cheng et al., 2015).

ماهی یال اسبی سربزرگ، *Trichiurus lepturus*، گونه‌ای با ارزش و شکارچی در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان می‌باشد. از لحاظ بدنی شکل این ماهی تخت و با رنگ‌های آبی تا نقره‌ای و بدون فلس می‌باشد. این ماهی در ایران به‌دلیل شرعی مصرف خوراکی مستقیم ندارد. با این حال به‌دلیل ارزش اقتصادی بسیار بالا، صید آن با هدف صادرات (عمدتاً به کشورهای جنوب شرق آسیا) در آب‌های جنوب ایران صورت می‌گیرد. ارزش تجاری ماهی یال اسبی سربزرگ بسیار بالا است و میزان کل صید در سال‌های اخیر همواره سیر صعودی داشته و از ۳۳۳۸ تن در سال ۱۳۸۵ به ۴۷۵۷۴ تن در سال ۱۳۹۵ رسیده است (Masoomi et al., 2021). علی‌رغم اهمیت اقتصادی بسیار بالای این گونه در آب‌های جنوب ایران، تاکنون هیچ‌گونه مطالعه‌ای در مورد تغییرات کیفی این ماهی در طی نگهداری در یخ به‌عنوان مرسوم‌ترین شیوه مورد استفاده نگهداری این گونه ماهی انجام نشده است. از این‌رو هدف از مطالعه حاضر بررسی تغییرات کیفی ماهی یال اسبی سربزرگ (*Trichiurus lepturus*) صید شده از آب‌های سواحل شمالی دریای عمان (چابهار) طی دوازده روز نگهداری در یخ با استفاده از شاخص‌های شیمیایی (pH، تری متیل آمین، مجموع بازهای فرار نیتروژنی، شاخص‌های فساد چربی)، میکروبی (شمار کل باکتری‌های مزوفیل و سرمادوست) و حسی (روش شاخص کیفی) بوده است.

۲. روش‌شناسی پژوهش

۲-۱. تهیه ماهی

نمونه‌های ماهی یال اسبی سربزرگ در بهمن ۱۴۰۲ از بندر چابهار از صیادان محلی به‌صورت تازه تهیه و به‌صورت نگهداری در یخ (نسبت ۲ به ۱ ماهی به یخ) به آزمایشگاه دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار منتقل گردید. در مجموع ۶۰ کیلو ماهی یال اسبی جمع‌آوری شد. در ادامه وزن کل و طول کل تمام نمونه‌ها با استفاده از ترازو (با دقت ۰/۰۱ گرم) و متر ثبت گردید. میانگین طول و وزن نمونه‌ها به‌ترتیب $79/75 \pm 3/39$ سانتی‌متر و $430/11 \pm 22/42$ گرم بود. پس از ثبت طول و وزن، نمونه‌ها در جعبه‌های یونولیت همراه

یا یخ (نسبت ۲ به ۱ یخ به ماهی) به مدت ۱۲ روز در یخ نگهداری شدند. دمای داخلی جعبه‌ها در طول دوره آزمایش به صورت روزانه با استفاده از دماسنج جیوه‌ای اندازه‌گیری گردید. این دما بین ۱- تا ۱ درجه سانتی‌گراد متغیر بود. در شروع دوره نگهداری (روز صفر و در ماهی تازه) تمامی شاخص‌های شیمیایی، میکروبی و حسی سنجیده شد. در ادامه تمامی ماهی‌ها به مدت ۱۲ روز در یخ نگهداری و تمامی آزمایشات در روزهای از قبل مشخص شده یعنی روزهای ۳، ۶، ۹ و ۱۲ انجام شد. در این روزها، ابتدا ارزیابی میکروبی و در ادامه حسی انجام شد. در ادامه گوشت ماهی‌ها به صورت دستی جدا و برای انجام آزمایش‌های شیمیایی مورد استفاده قرار گرفت.

۲-۲. ارزیابی حسی

ارزیابی حسی ماهی یال اسبی براساس روش شاخص کیفی (QIM) ذکر شده توسط Yu و همکاران (۲۰۱۹) و حداقل توسط ۷ نفر افراد آموزش دیده انجام گرفت. جهت اطمینان از آموزش افراد، فرآیند فساد حسی ماهیان یال اسبی قبل از شروع آزمایشات با استفاده از ماهی تازه نیز انجام و بررسی شد. در روزهای مشخص از قبل تعیین شده (۳، ۶، ۹ و ۱۲)، پنج عدد ماهی از جعبه یونولیت حاوی یخ خارج و در سینی قرار داده شد و از ارزیاب‌ها خواسته شد در شرایط کاملاً آرام ماهی‌ها را با توجه به جدول راهنما (جدول ۱) ارزیابی و نمره‌های حسی هر شاخص را در فرم‌های از قبل چاپ شده وارد نمایند. شاخص‌های مورد استفاده شامل ظاهر (فلس، رنگ گوشت و شفافیت)، چشم‌ها (شکل و عنبیه)، آبشش (موکوس و رنگ)، اندام‌های داخلی (شکل، رنگ و بو)، و بو (تازگی) بود. نمره حسی هر ماهی در روزهای نگهداری از جمع مجموع نمرات شاخص‌ها حاصل گردید. میانگین مجموع نمرات حاصل شده توسط ارزیاب‌ها به عنوان نمره کلی در نظر گرفته شد. نمره کلی ۱۸ به عنوان حد فساد تعیین گردید.

جدول ۱- توصیفات روش شاخص کیفی (QIM^۱) ارزیابی حسی ماهی یال اسبی سربزرگ (*Trichiurus lepturus*) طی ۱۲ روز نگهداری در یخ

شاخص	نمره ^۱ QIM			
	۰	۱	۲	۳
ظاهر	فلس	نقره‌ای درخشان	مایل به خاکستری	خاکستری، تیره
	رنگ گوشت	سفید شفاف	شیری رنگ	اندکی مایل به زرد
چشم‌ها	شفافیت	شفاف	کمی تیره	تیره
	شکل	تخت و مسطح	اندکی فرورفته	کاملاً مقعر
آبشش	عنبیه	واضح	غیرقابل تشخیص	
	موکوس	شفاف	شیری رنگ	شیری رنگ، تیره
اندام‌های داخلی	رنگ	قرمز	قرمز تیره	قهوه‌ای
	شکل	نرمال	اندکی وا رفته	تغییر شکل یافته
بو	رنگ	قرمز	قرمز تیره	قهوه‌ای
	بو	تازه	اندکی بوی فساد	کاملاً بوی فساد
تازگی	تازگی	تازه	اندکی بوی فساد	کاملاً بوی فساد
	بو	تازه	اندکی بوی فساد	کاملاً بوی فساد

^۱ مجموع نمرات ۲۴ می‌باشد.

۲-۳. ارزیابی میکروبی

برای ارزیابی میکروبی شمارش کلی باکتری‌های مزوفیل (MBC^۲) و سرمادوست (PBC^۳) براساس شیوه‌نامه سازمان استاندارد ایران (شماره ۳۵۶) انجام گرفت. به صورت خلاصه در ابتدا از گوشت ماهی رقت ۱۰^{-۲} و ۱۰^{-۳} ایجاد و به محیط کشت آماده و استریل شده (PCA, Merck) در پلیت اضافه گردید. در ادامه پلیت‌ها به صورت برعکس در انکوباتور در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴-۴۸ ساعت برای باکتری‌های مزوفیل و ۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت برای باکتری‌های سرمادوست قرار داده

^۱ Quality Index Method

^۲ Mesophilic bacterial count

^۳ Psychrotrophic bacterial counts

شدند. بعد از مدت زمان معین، پلیت‌ها از انکوباتور خارج و میزان کلونی‌های تشکیل شده روی آنها شمارش و یادداشت گردید. بدین‌نحو که پلیت‌های حاوی ۳۰ الی ۳۰۰ پرگنه به‌عنوان پلیت‌های استاندارد انتخاب و شمارش شدند.

۲-۴. ارزیابی بیوشیمیایی

سنجش ترکیبات تقریبی (رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر براساس دستورالعمل AOAC (۲۰۰۰) انجام شد. میزان پروتئین کل با استفاده از دستگاه کج‌لدال نیمه‌اتوماتیک و پس از هضم نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. چربی کل به روش Bligh and Dyer و با کمک حلال‌های متانول و کلروفرم استخراج و سنجش شد. رطوبت نمونه‌ها پس از خشک کردن نمونه‌های ماهی در آون تا رسیدن به وزن ثابت اندازه‌گیری گردید. میزان خاکستر نیز پس از سوزاندن نمونه‌ها در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت تعیین شد. تمامی ترکیبات تقریبی به‌صورت درصد گزارش گردید.

برای اندازه‌گیری pH، ۱۰ گرم از گوشت چرخ‌شده عضله ماهی در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر همگن و مخلوط فیلتر گردید. در ادامه، pH مایع فیلترشده با استفاده از pH متر (HM-205, Japan) اندازه‌گیری شد (Sharifian, 2023).

اندازه‌گیری بازهای فرار نیتروژنی به روش Özyurt و همکاران (۲۰۰۹) و به شیوه تقطیر صورت گرفت. به بالن تقطیر حاوی ۱۰ گرم نمونه گوشت ماهی، ۲ گرم اکسید منیزیم، ۳۰۰ سی‌سی آب مقطر، چند قطره پارافین مایع و چند عدد قرص ضد کف اضافه گردید. در ادامه ازت حاصل از حرارت در ارلن حاوی ۲۵ سی‌سی اسید بوریک ۲ درصد و چند قطره متیل رد جمع‌آوری گردید. تیتراسیون محلول جمع‌آوری شده با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تا ظاهر شدن رنگ قرمز انجام شد.

برای سنجش اسیدهای چرب آزاد (FFA) مقدار ۱۵ گرم نمونه با ۶۰ میلی‌لیتر متانول در دکانتور هموژن گردید. در ادامه ۳۰ میلی‌لیتر کلروفرم اضافه و در دکانتور مخلوط شد. پس از ۵ دقیقه دوباره ۳۰ میلی‌لیتر کلروفرم اضافه و به مدت ۲۴ ساعت در این حالت قرار گرفت تا چربی استخراج گردد. پس از ۲۴ ساعت برای جداسازی فازها ۳۶ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. بعد از ۲ ساعت فاز زیرین جدا شده و با استفاده از گاز ازت حلال پراکنی صورت گرفت و روغن استخراج شده برای سنجش FFA استفاده شد. در ادامه اسیدهای چرب آزاد به روش ذکر شده توسط Sharifian (۲۰۲۳) اندازه‌گیری و به‌صورت درصد اولئیک اسید گزارش شد.

به‌منظور تعیین میزان پراکسید نمونه‌های بررسی شده، ۲۰ میلی‌لیتر از روغن به‌دقت به ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری منتقل و ۲۵ میلی‌لیتر محلول اسید استیک کلروفرمی (نسبت کلروفرم به اسید استیک ۲:۳) به محتویات ارلن اضافه شد. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول یدور پتاسیم اشباع، ۳۰ میلی‌لیتر از آب مقطر و ۰/۵ میلی‌لیتر محلول نشاسته یک درصد به مجموعه افزوده و مقدار ید آزاد شده با محلول تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال تیتراژ گردید (Duarte et al., 2020).

شاخص TBA براساس روش ذکر شده توسط Erikson و همکاران (۲۰۱۹) اندازه‌گیری و به‌صورت میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید در گرم گوشت گزارش شد. برای انجام آزمایش ۱ گرم از گوشت ماهی در ۱۰ میلی‌لیتر کلرید پتاسیم همگن و همراه با محلول TBA (۱ درصد) در هیدروکسید سدیم ۵۰ میلی‌مولار و TCA ۲/۸ درصد در حمام آب جوش گرمخانه‌گذاری شد. رنگدانه صورتی تشکیل شده با آن-بوتانول استخراج و جذب آن در طول موج ۵۳۵ نانومتر قرائت گردید.

۲-۵. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

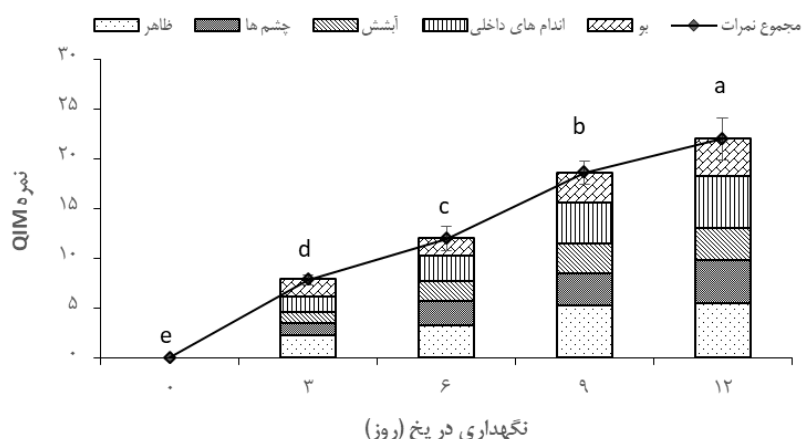
تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد. برای بررسی وجود یا نبود اختلاف معنی‌دار از روش تجزیه واریانس یک‌طرفه و آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار LSD در سطح ۵ درصد بین مقادیر حاصل از هر شاخص بین روزهای مختلف نگهداری استفاده شد. تمامی آزمایش‌ها با حداقل سه تکرار انجام و داده‌ها به‌صورت میانگین همراه با انحراف معیار گزارش شده است.

۳. نتایج

۳-۱. ارزیابی حسی

میانگین تغییرات نمره شاخص کیفی (QIM) ماهی یال اسبی سربرگ برای شاخص‌های ظاهر، چشم، آبشش، اندام‌های داخلی و

بو طی دوازده روز نگهداری در یخ در شکل ۱ نشان داده شده است. میانگین QIM در روز صفر و در ماهی تازه برای تمامی شاخص‌ها برابر با صفر بود. با افزایش دوره نگهداری QIM در تمامی شاخص‌ها و نمره کلی به‌طور معنی‌داری تا انتهای دوره افزایش یافت. مجموع نمرات QIM در روزهای صفر، سوم، ششم، نهم و دوازدهم به‌ترتیب برابر با ۰، ۷/۸۵، ۱۱/۹۵، ۱۸/۶۰ و ۲۲/۰۰ به‌دست آمد. در روز نهم نگهداری، مجموع نمرات به بالاتر از ۱۸ (حد فساد و رد نمونه‌ها) توسط ارزیاب‌ها رسید.



شکل ۱- نمودار میانگین تغییرات نمره شاخص کیفی (QIM) ماهی یال اسبی سربزرگ طی دوازده روز نگهداری در یخ (حروف کوچک a-e بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد)

روند تغییرات ویژگی‌های حسی در ظاهر کلی، چشم‌ها و آبشش در ماهی یال اسبی سربزرگ طی روزهای صفر، شش و دوازده در شکل ۲ نشان داده است. همان‌گونه در که شکل مشخص است ماهی تازه، ظاهری شفاف با رنگ نقره‌ای درخشان داشت و در انتهای دوره رنگ ظاهری کلی به خاکستری تا تیره و بدون شفافیت تغییر کرد. چشم در ماهی تازه محدب (برآمده) و دارای ظاهری شفاف بود، اما با افزایش روزهای نگهداری به‌ترتیب رنگ آن به زرد تا قرمز تغییر کرد. آبشش در ماهی تازه دارای رنگ قرمز شفاف و بدون موکوس بود، در حالی که در انتهای دوره رنگ آبشش به قرمز تیره تغییر نمود و موکوس چسبنده ظاهر گردید.

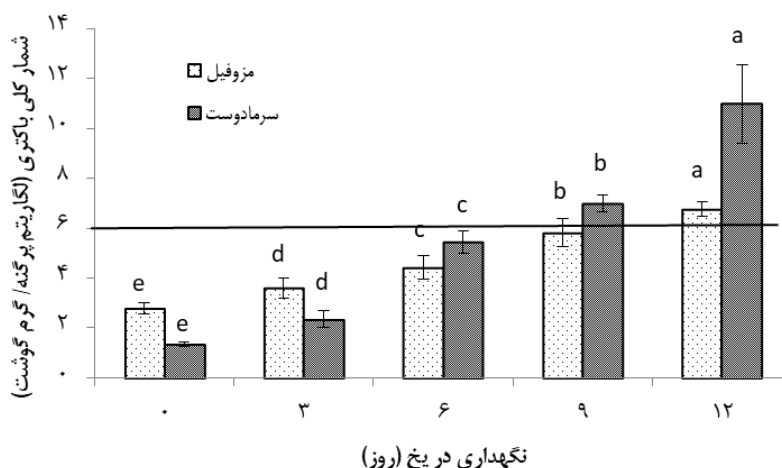


شکل ۲- تصاویر روند تغییرات ویژگی‌های حسی در ماهی یال اسبی سربزرگ طی دوازده روز نگهداری در یخ

۳-۲. ارزیابی میکروبی

میانگین تغییرات شمار کلی باکتری‌های مزوفیل و سرمادوست در گوشت ماهی یال اسبی سربزرگ طی دوازده روز نگهداری در

یخ در شکل ۳ نشان داده شده است. شمار کلی مزوفیل‌ها و سرمادوست‌ها (لگاریتم پرگنه در هر گرم گوشت) در ماهی تازه و شروع دوره نگهداری به‌ترتیب برابر با ۲/۷۹ و ۱/۳۵ بود. با افزایش روزهای نگهداری شمار هر دو گروه از باکتری‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و به‌ترتیب به ۶/۷۸ و ۱۰/۹۷ لگاریتم پرگنه در هر گرم گوشت یال اسبی در روز دوازدهم رسید ($P < 0.05$). با این حال سرعت افزایش در باکترهای سرمادوست نسبت به مزوفیل بالاتر بود و از روز ششم نگهداری شمار بیشتری از سرمادوست (۵/۴۴) نسبت به مزوفیل (۴/۹۵) در یال اسبی یافت شد. شمار کلی مزوفیل‌ها و سرمادوست‌ها در روز نهم نگهداری به‌ترتیب برابر با ۶/۹۸ و ۶/۱۱ لگاریتم پرگنه در هر گرم گوشت یال اسبی بود که به‌طور معنی‌داری نسبت به روزهای ششم و دوازدهم تفاوت داشت ($P < 0.05$).



شکل ۳- نمودار میانگین تغییرات شمار کلی باکتری‌های مزوفیل و سرمادوست در گوشت ماهی یال اسبی سربزرگ طی دوازده روز نگهداری در یخ (حروف کوچک a-e بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد)

۳-۳. ارزیابی شیمیایی

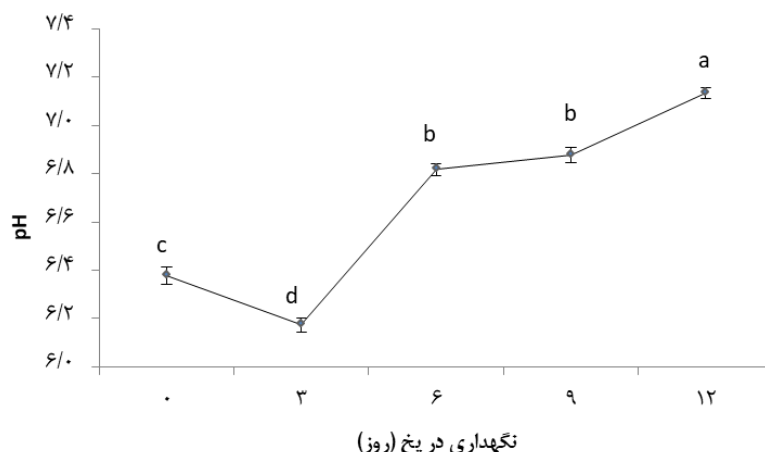
میزان ترکیبات تقریبی برحسب درصد در گوشت ماهی یال اسبی سربزرگ صید شده از آب‌های سیستان و بلوچستان در فصل زمستان در جدول ۲ نشان داده شده است. میزان پروتئین و چربی در این ماهی به‌ترتیب برابر با ۱۷/۴۱ و ۵/۱۰ درصد به‌دست آمد، در حالی که میزان رطوبت و خاکستر گوشت به‌ترتیب برابر با ۷۵/۹۲ و ۲/۶۰ درصد بود.

جدول ۲- میزان ترکیبات تقریبی (درصد) گوشت ماهی یال اسبی سربزرگ

پروتئین	چربی	رطوبت	خاکستر
۱۷/۴۱ ± ۱/۱۲	۵/۱۰ ± ۱/۴۶	۷۵/۹۲ ± ۲/۶۸	۲/۶۰ ± ۰/۱۸
میزان (%)			

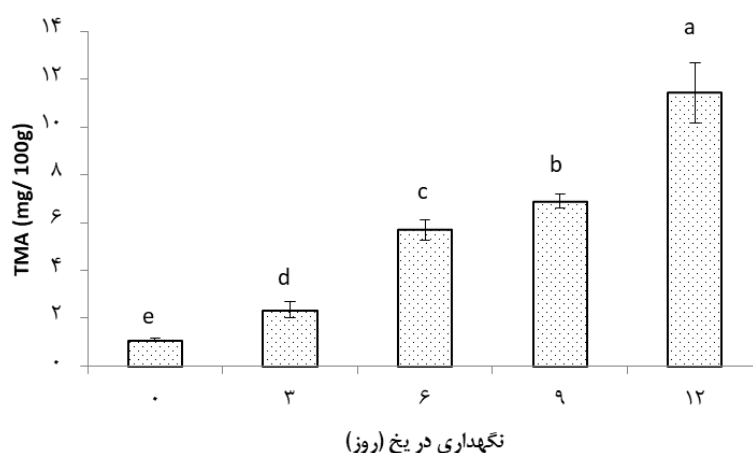
داده‌ها براساس میانگین انحراف معیار گزارش شده است (n=۳).

میانگین تغییرات pH در گوشت ماهی یال اسبی سربزرگ طی دوازده روز نگهداری در یخ در شکل ۴ نشان داده شده است. میانگین pH گوشت در ماهی تازه صید شده و در شروع دوره نگهداری برابر با ۶/۳۸ بود و به ۶/۱۷ در روز سوم نگهداری کاهش یافت ($P < 0.05$). در ادامه دوره نگهداری، روند تغییر افزایشی و به‌ترتیب به ۶/۸۲ و ۶/۸۸ در روزهای ششم و نهم رسید ($P < 0.05$). بین روزهای ششم و نهم نگهداری تفاوت معنی‌داری در میزان pH وجود نداشت ($P > 0.05$). شاخص pH در انتهای دوره نگهداری یعنی روز دوازدهم به ۷/۱۳ رسید.



شکل ۴- نمودار میانگین تغییرات pH در گوشت ماهی یال اسبی سربزرگ طی دوازده روز نگهداری در یخ (حروف کوچک a-e بیانگر تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد می باشد)

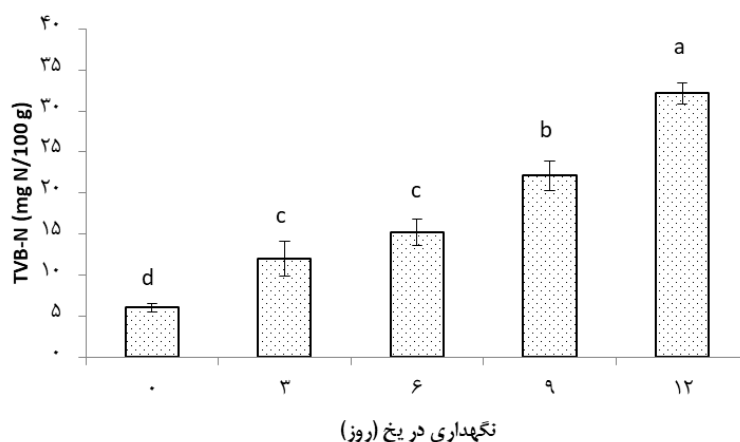
میانگین تغییرات تری متیل آمین (TMA) برحسب میلی گرم در گرم گوشت (mg/g) در ماهی یال اسبی سربزرگ در شکل ۵ نشان داده شده است. میانگین TMA گوشت در ماهی تازه صید شده برابر با ۱/۱۰ میلی گرم در گرم بود و به ۲/۳۶ میلی گرم در گرم در روز سوم نگهداری افزایش یافت ($P < 0.05$). در ادامه دوره نگهداری، روند تغییر افزایشی و به ترتیب به ۵/۷۰ و ۶/۸۹ در روزهای ششم و نهم رسید ($P < 0.05$). میزان TMA در انتهای دوره نگهداری یعنی روز دوازدهم به ۴۴/۱۱ میلی گرم در گرم رسید.



شکل ۵- نمودار میانگین تغییرات TMA در گوشت ماهی یال اسبی سربزرگ طی دوازده روز نگهداری در یخ (حروف کوچک a-e بیانگر تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد می باشد)

میزان تغییرات مجموع بازهای فرار نیتروژنی (TVB-N) در گوشت ماهی یال اسبی سربزرگ طی دوازده روز نگهداری در یخ در شکل ۶ نشان داده شده است. میزان TVB-N در ماهی تازه در شروع دوره نگهداری (روز صفر) برابر با ۶/۰۴ میلی گرم ازت در صد گرم گوشت بود و به ۳۲/۱۵ میلی گرم ازت در صد گرم در انتهای دوره نگهداری رسید ($P < 0.05$). میزان TVB-N در روزهای سوم، ششم و نهم نگهداری به ترتیب برابر ۱۲/۰۲، ۱۵/۱۹ و ۲۲/۱۳ میلی گرم ازت در صد گرم گوشت اندازه گیری شد. تغییرات در شاخص های اکسیداسیون چربی (اسیدهای چرب آزاد، شاخص پراکسید و تیوباربیتوریک اسید) ماهی یال اسبی سربزرگ طی ۱۲ روز نگهداری در یخ در جدول ۳ نشان داده شده است. میزان اسیدهای چرب آزاد یا FFA (درصد اولئیک اسید)

در یال اسبی تازه در شروع دوره نگهداری برابر با ۳/۹۸ بود و طی روند افزایشی به ۹/۸۲ در انتهای دوره (روز دوازدهم) رسید ($P < 0.05$). بین میانگین FFA در روزهای سوم و ششم نگهداری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P > 0.05$) و در محدوده ۵/۱۲-۵/۴۵ قرار داشت. مشابه اسیدهای چرب آزاد، تغییرات در شاخص پراکسید نیز در اکثر روزهای آزمایش افزایشی و معنی‌دار بود و از ۶/۸۰ میلی‌اکی والان اکسیژن فعال/کیلوگرم چربی در ابتدای دوره به ۲۸/۱۵ در انتهای آزمایش (روز دوازدهم) رسید ($P < 0.05$). مشابه اسیدهای چرب آزاد، بین میانگین PV در روزهای سوم و ششم نگهداری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P > 0.05$) و در محدوده ۵/۱۲-۵/۴۵ قرار داشت. تغییرات شاخص تیوباریتوریک اسید در ماهی یال اسبی طی دوازده روز نگهداری در یخ در محدوده ۰/۸۴-۷/۹۲ قرار داشت و روند افزایشی و معنی‌داری را در طی دوره‌ی نگهداری ثبت نمود ($P < 0.05$). میزان این شاخص در روزهای سوم، ششم و نهم نگهداری به‌ترتیب برابر با ۱/۷۴، ۳/۴۸ و ۶/۱۵ میلی‌گرم مالون‌دی‌الدهید در گرم گوشت بود ($P < 0.05$).



شکل ۶- نمودار میانگین تغییرات TVB-N در گوشت ماهی یال اسبی سربزرگ طی دوازده روز نگهداری در یخ (حروف کوچک a-e بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد)

جدول ۳- تغییرات شاخص‌های اکسیداسیون چربی ماهی یال اسبی سربزرگ (*Trichiurus lepturus*) طی ۱۲ روز نگهداری در یخ

روزهای نگهداری					شاخص
۱۲	۹	۶	۳	۰	
۹/۸۲±۰/۳۷ ^a	۷/۳۴±۰/۰۳ ^b	۵/۴۵±۰/۲۱ ^c	۵/۱۲±۰/۱۸ ^c	۳/۹۸±۰/۰۱ ^{d*}	FFA ^۱
۲۸/۱۵±۲/۵۷ ^a	۲۱/۹۲±۱/۲۱ ^b	۱۶/۴۶±۲/۴۱ ^c	۱۰/۷۴±۱/۹۹ ^c	۶/۸۰±۰/۲۸ ^d	PV ^۲
۷/۹۲±۰/۱۸ ^a	۶/۱۵±۰/۷۱ ^b	۳/۴۸±۰/۲۳ ^c	۱/۷۴±۰/۰۶ ^d	۰/۸۴±۰/۰۱ ^e	TBA ^۳

^۱ اسیدهای چرب آزاد (درصد اولئیک اسید)؛ ^۲ شاخص پراکسید (میلی‌اکی والان اکسیژن فعال/کیلوگرم چربی)؛ ^۳ تیوباریتوریک اسید (میلی‌گرم مالون‌دی‌الدهید در گرم گوشت)
* حروف کوچک انگلیسی (a-f) در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی‌دار هر شاخص بین روزهای نگهداری در سطح ۵٪ می‌باشد.

۴. بحث و نتیجه‌گیری نهایی

گوشت ماهی یکی از حساس‌ترین مواد غذایی بوده و می‌تواند پس از صید یا برداشت به سرعت فاسد گردد. عوامل زیادی از قبیل گونه، اندازه، دما، شرایط فیزیکی و روش‌های صید و جابجایی بر مدت ماندگاری ماهی در طی دوره نگهداری تأثیر دارد (Cheng et al., 2019). روش‌های متعددی برای ارزیابی کیفی ماهی و میزان فساد آن وجود دارد و تاکنون ارزیابی کیفی گونه‌های مختلف ماهی و دیگر آبیان انجام شده است (Sharifian et al., 2019, 2020; Mirboluk et al., 2020; Sharifian, 2023). با این وجود باید در نظر داشت که میزان فساد و مدت ماندگاری در میان گونه‌های مختلف ماهی و حتی در درون یک گونه با توجه به

تغییرات شیمیایی، باکتریایی و حسی (بسته به دمای نگهداری، نوع محصول و روش فرآوری) متغیر است (Vázquez-Sánchez et al., 2020). در مطالعه حاضر نتایج ارزیابی حسی بر اساس شاخص QIM نشان داد که مدت ماندگاری ماهی یال اسبی سربزرگ (*Trichiurus lepturus*) طی دوازده روز نگهداری در یخ حدود ۸-۹ روز است. تاکنون مطالعه‌ای در مورد تغییرات کیفی ماهی یال اسبی سربزرگ صید شده از آب‌های جنوبی ایران انجام نشده است. با این حال تغییرات کیفی این گونه و گونه‌های دیگر در دیگر نقاط دنیا همواره یکی از الویت‌های پژوهشی بوده است. Yu و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه خود تغییرات نمرات شاخص کیفی (QIM) در ماهی یال اسبی سربزرگ (*Trichiurus lepturus*) صید شده از آب‌های کره جنوبی طی بیست روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد را بررسی و گزارش نمودند که ارزیابی حسی QIM در این ماهی در روزهای ۰، ۶ و ۱۵ نگهداری به ترتیب برابر با ۰، ۸/۹ و ۲۰ بوده است. این محققین براساس شاخص‌های QIM و ارزیابی میکروبی اظهار داشتند که در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد فساد در این ماهی پس از ۶ روز شروع شده و پس از ۹ روز مصرف آن سالم نیست. نتایج آنها همچنین نشان داد که تا روز پانزدهم نگهداری، ماهی به‌طور کامل فاسد شده است. ماهی یال‌اسبی تازه مقبولیت بسیار بالایی در بین مصرف‌کنندگان در دنیا، به‌ویژه در کشورهای جنوب شرق آسیا دارد. با این وجود ماهی تازه به‌دلیل واکنش‌های شیمیایی و میکروبی مستعد فساد است. در مطالعه حاضر، پایش تغییرات شاخص‌های مختلف QIM ماهی یال اسبی در طی دوره نگهداری در یخ (شکل ۱ و ۲) نشان داد که شاخص‌های "ظاهر"، "چشم" و "آبشش" بیشترین تغییرات را در مقایسه با دیگر شاخص‌ها داشته است. این نتایج در تطابق با نتایج Yu و همکاران (۲۰۱۹) است که نشان دادند که در تغییرات شاخص‌های QIM ماهی یال اسبی طی دوره نگهداری، چشم، ظاهر، آبشش‌ها و در ادامه بو بالاترین تغییرات را در طی دوره نگهداری داشته است. در مطالعه دیگری، Chotimarkorn (۲۰۱۴) ذکر نمود که پوست (به‌عنوان یکی از شاخص‌های ظاهری) و بوهای خارجی شاخص‌هایی هستند که در طی نگهداری در یخ ماهی آنچوی (*Stolephorus heterolobus*)، عوامل محدودکننده ماندگاری ۶ روز بوده است. به‌طور کلی بوی نامطلوب ماهیان در اثر فساد اکسیداتیو چربی و تشکیل ترکیبات با وزن مولکولی پایین ایجاد می‌گردد (Cheng et al., 2015). در این تحقیق تغییر رنگ در پوست و چشم ماهی و بوی فساد در آبشش پس از روز نهم از شدت بالایی برخوردار بود (شکل ۲). به‌نظر می‌رسد مجموعه‌ای از عوامل فوق در بروز چنین امری دخیل باشد.

باکتری‌ها مهم‌ترین دلیل فساد در اغلب فرآورده‌های دریایی در طی دوره نگهداری اند (Sharifian et al., 2020; Sharifian, 2023). در مطالعه حاضر تعداد باکتری‌ها در ماهیان تازه یال اسبی برابر با ۱/۳۵-۲/۷۹ لگاریتم پرگنه در هر گرم ماهی شمارش گردید که نشان از تازگی ماهیان مورد استفاده دارد. در ادامه با افزایش روزهای نگهداری میزان باکتری‌ها در ماهی یال اسبی نیز مشابه دیگر ماهی‌ها در مطالعات مختلف به‌طور تصاعدی افزایش یافت (Chotimarkorn, 2014; Sharifian et al., 2019; Wu et al., 2019; Mirboluk et al., 2020; Sharifian, 2023). میزان بالای اسیدهای آمینه آزاد و دیگر ترکیبات غیر نیتروژنی محلول موجود در ماهی همراه با رطوبت و pH مناسب، شرایط مساعدی از لحاظ تغذیه‌ای برای رشد میکروبی را فراهم می‌آورد، از این‌رو افزایش میزان باکتری‌ها در طی دوره نگهداری محتمل است (Cheng et al., 2015). شمارش کلی باکتری‌ها، روشی مناسب برای ارزیابی کیفی مدت ماندگاری و آلودگی‌های پس از صید در فرآورده‌های دریایی می‌باشد (Wei et al., 2020). حداکثر میزان کلی باکتری‌ها در ماهی تازه برای مصرف انسانی ۱۰^۶ باکتری در هر گرم گوشت ماهی پیشنهاد شده است (Yu et al., 2019). در این آزمایش ماهی‌ها در حدود روز نهم نگهداری به این محدودیت رسیدند (شکل ۳) و این زمانی بود که ماهی از نظر ارزیاب‌ها غیر قابل مصرف تشخیص داده شد.

اندازه‌گیری و تحلیل ترکیبات تقریبی ماهی شامل رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر نقش مهمی در ارزیابی کیفیت، ارزش تغذیه‌ای و میزان مناسب بودن آن برای فرآوری و نگهداری دارد. در مطالعه حاضر میزان رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر در ماهی یال اسبی صید شده از آب‌های سیستان و بلوچستان به ترتیب برابر با ۷۵/۹۲، ۱۷/۴۱، ۵/۱۰ و ۲/۶۰ درصد به‌دست آمد که قابل مقایسه با نتایج Wang و همکاران (۲۰۲۲) در گونه مشابه است. این پژوهشگران میزان رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر در ماهی‌های یال اسبی صید شده از سواحل مختلف چین را به ترتیب در محدوده‌های ۷۴/۳۳-۷۹/۶۹، ۱۷/۰۳-۱۷/۵۶، ۱/۴۳-۵/۴۰ و ۱/۳۰-۲/۲۸ گزارش کردند. مطالعات پیشین نشان داده است که علاوه بر تفاوت‌های ذاتی درون گونه‌ای، متغیرهایی مانند فصل

صید، مکان صید و مرحله رشد نیز می‌تواند در تغییرات ترکیبات تقریبی در یک گونه تأثیرگذار باشد (Wang et al., 2022).

pH، TMA و TVB-N شاخص‌هایی هستند که به‌طور گسترده در ارزیابی کیفی فرآورده‌های دریایی مورد پایش قرار می‌گیرد (Sharifian et al., 2019). گزارش شده است که pH در ماهیان تازه و بلافاصله پس از صید در محدوده ۶/۰ تا ۶/۵ می‌باشد (Viji et al., 2015). در مطالعه حاضر میانگین pH در ماهیان یال اسبی تازه در روز صفر و شروع دوره نگهداری برابر با ۶/۳۸ بود که در این محدوده قرار دارد. مطالعات پیشین در گونه‌های مختلف نشان داده است که pH در ماهیان پس از صید همزمان با افزایش روزهای نگهداری افزایش می‌یابد و تغییرات آن بسته به گونه، فصل، محل صید، روش صید و دیگر فاکتورها متغیر است (Chotimarkorn, 2014; Viji et al., 2015; Vázquez-Sánchez et al., 2020). براساسی مقیاسی که از Huss (۱۹۹۵) در مورد تغییرات pH در ماهی در طی دوره نگهداری منتشر شده است، گوشت ماهی با pH تا ۶/۸ قابل پذیرش و در pHهای بالاتر از ۷/۰ فاسد می‌باشد. در مطالعه حاضر، pH در گوشت ماهیان یال اسبی در محدوده روزهای ۹ تا ۱۲ نگهداری در یخ به بالاتر از ۷ رسید و این زمانی بود که ماهی‌ها براساس ارزیابی حسی و میکروبی غیرقابل پذیرش بودند. از این‌رو به‌نظر می‌رسد که بررسی تغییرات pH شاخص مناسبی در ارزیابی کیفی ماهی یال اسبی طی نگهداری در یخ می‌باشد. در مطالعه Yu و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی تغییرات شاخص pH به‌عنوان یک شاخص کیفی طی نگهداری ماهی یال اسبی سربرگ در یخچال، pH در محدوده روزهای ۱۲ تا ۱۴ نگهداری به بالاتر از ۷ رسید. افزایش در pH نشان‌دهنده تجمع ترکیبات قلیایی فرار از قبیل ترکیبات آمونیاک و تری متیل آمین است که ایجاد این ترکیبات عمدتاً ناشی تجزیه از فعالیت‌های میکروبی و آنزیم‌های داخلی می‌باشد (Jeyakumari et al., 2018). سنجش ترکیبات فرار یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی تازگی ماهی می‌باشد. بو مهم‌ترین ویژگی ایجاد شده توسط این ترکیبات است. برای سنجش تجمع ترکیبات قلیایی عموماً از شاخص‌های تری متیل آمین (TMA) و مجموع بازهای فرار نیتروژنی (TVB-N) استفاده می‌شود. تشکیل این ترکیبات در ماهی در طی دوره نگهداری ناشی از آنزیم‌های میکروبی و آنزیم‌های درونی موجود در گوشت می‌باشد (Erikson et al., 2019). بررسی کلی تغییرات بازهای فرار نیتروژنی در این مطالعه نشان داد که میزان این ترکیبات از ابتدا تا انتهای دوره به‌میزان معنی‌داری افزایش یافته است ($P < 0.05$). از آنجا که میزان بازهای فرار نیتروژنی عمدتاً با تجزیه پروتئین‌ها و ترکیبات نیتروژنی غیرپروتئینی گوشت مرتبط بوده و به‌وسیله تجزیه باکتریایی و آنزیمی تولید می‌شوند (Duarte et al., 2020) دلیل افزایش TMA و TVB-N را می‌توان افزایش میزان بار میکروبی گوشت در طی دوره نگهداری دانست (شکل‌های ۳، ۵ و ۶). پژوهشگران متعددی گزارش نموده‌اند که حد محدودیت پذیرش TVB-N برای ماهیان تازه ۳۰ میلی گرم TVB-N در ۱۰۰ گرم گوشت است (Bensid et al., 2014). در مطالعه حاضر میزان TVB-N در ماهی یال اسبی در محدوده روزهای ۹ تا ۱۲ نگهداری به این حد رسید که منطبق با ارزیابی حسی و میکروبی بود. از این‌رو به‌نظر می‌رسد که TVB-N شاخص مناسبی برای پایش روند فساد ماهی یال اسبی طی نگهداری در یخ بوده است. Yu و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای مشابه نشان دادند که TMA و TVB-N به‌طور مستمر در طی دوره نگهداری در یخچال ماهی یال اسبی افزایش یافته و این شاخص‌ها، شاخص‌های مناسبی برای ارزیابی کیفی این ماهی طی نگهداری بوده است.

فساد شیمیایی رخ داده در آبزیان و ماهی در طی نگهداری عمدتاً به‌دلیل تجزیه لیپیدی (اکسیداسیون خودبخودی) است. آبزیان و ماهی‌ها به‌طور معمول دارای میزان لیپیدهای غیراشباع بالاتری نسبت دیگر غذاها هستند و بنابراین به‌طور خاص مستعد تندی اکسیداتیو می‌باشند (Xu et al., 2015). اکسیداسیون لیپیدها یک مشکل کیفی مهم است چرا که منجر به توسعه بو و طعم بد در گوشت می‌گردد. تحقیقات نشان داده است که در طی نگهداری ماهی به‌صورت سرد، واکنش‌های هیدرولیز و اکسیداسیون رخ داده در لیپیدها منجر به کاهش قابل توجه کیفیت حسی و تغذیه‌ای گردد (Popelka et al., 2016). در مطالعه حاضر ماهی یال اسبی تازه میزان اسید چرب آزاد (FFA) برابر با ۳/۹۸ درصد اولئیک اسید داشت و به‌طور معنی‌داری تا انتهای دوره نگهداری افزایش یافت (جدول ۳). افزایش FFA در طی دوره نگهداری بیانگر شدت یافتن تجزیه لیپیدها در گوشت ماهی یال اسبی با گذشت روزهای نگهداری در یخ بود، که می‌تواند بیانگر فعالیت آنزیمی (اتولیز لیپیدی) در گوشت باشد (Senapati and Sahu, 2020). مشابه FFA، مقادیر PV و TBA اندازه‌گیری شده در گوشت ماهی یال اسبی در این مطالعه نیز روند افزایشی و معنی‌داری را طی دوره نگهداری نشان دادند. گزارش شده است که فاکتورهای طبیعی مهمی از قبیل نوع گونه، میزان لیپید و ترکیب اسیدهای

چرب لیپیدها، غلظت اکسیژن، میزان سطح در معرض اکسیژن اتمسفر و درجه حرارت نگهداری باشد (Oehlenschläger, 2014). TBA شاخصی از میزان مالون دی آلدهید در گوشت می باشد. این ترکیب یکی از ترکیبات ثانویه تشکیل شده از تجزیه هیدروپراکسیدهای ناپایدار طی فرآیند اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع است (Sharifian et al., 2019). مشابه PV، میزان TBA نیز در طی دوره نگهداری روندی افزایشی داشت. عموماً میزان ۱-۲ میلی گرم مالون دی آلدهید/کیلوگرم به عنوان حد پذیرش TBA در ماهی در نظر گرفته می شود، با این وجود ماهی با TBA تا ۵ میلی گرم مالون دی آلدهید/کیلوگرم نیز قابل مصرف است (Adenike, 2014). در مطالعه حاضر میزان TBA در ماهی ماهی یال اسبی در محدوده روزهای ششم تا نهم نگهداری به بالاتر از ۵ رسید. از این رو به نظر می رسد که میزان ۲ میلی گرم مالون دی آلدهید/کیلوگرم را می توان به عنوان حد TBA در ماهی یال اسبی در نظر گرفت.

۵. نتیجه گیری نهایی

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که کیفیت ماهی یال اسبی سربرزرگ طی دوره نگهداری دستخوش تغییرات فراوانی از نظر حسی، میکروبی و شیمیایی شده و یخ علی رغم کاهش دمای محیط نگهداری و مزایای دیگر نمی تواند مانع از کاهش کیفیت گردد. به طور کلی بررسی شاخص های حسی، شیمیایی و میکروبی نشان داد که حداکثر مدت ماندگاری ماهی یال اسبی سربرزرگ طی نگهداری در یخ ۸ تا ۹ روز است. بررسی شاخص های QIM ارزیابی حسی در این مطالعه نشان داد که شاخص های تغییر رنگ آبشش ها، چشم ها و بو مهم ترین عوامل محدودکننده پذیرش هنگام فساد در این ماهی است.

تشکر و قدردانی

از تمامی کارشناسان آزمایشگاه مرکزی دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار که در بخش های مختلف این پژوهش ما را یاری نمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی می گردد.

References

- Adenike, O.M., 2014. The Effect of Different Processing Methods on the Nutritional Quality and Microbiological Status of Cat Fish (*Clarias lezera*). *Journal of Food Processing and Technology* 5(6), 1-7. DOI: 10.4172/2157-7110.1000333
- AOAC., 2000. Official methods of analysis of the Association of the Official Analysis Chemists (17th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Bensid, A., Ucar, Y., Bendeddouche, B., Özogul, F., 2014. Effect of the icing with thyme, oregano and clove extracts on quality parameters of gutted and beheaded anchovy (*Engraulis encrasicolus*) during chilled storage. *Food Chemistry* 145, 681-686. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.08.106
- Cheng, J.H., Sun, D.W., Zeng, X.A., Liu, D., 2015. Recent Advances in Methods and Techniques for Freshness Quality Determination and Evaluation of Fish and Fish Fillets: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 55(7), 1012-1225. DOI: 10.1080/10408398.2013.769934
- Chudasama, B.G., Dave, T.H., Bhola, D.V., 2018. Comparative study of quality changes in physicochemical and sensory characteristics of iced and refrigerated chilled store Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*). *Journal of Entomology and Zoology Studies* 6(4), 533-537.
- Chotimarkorn, C., 2014. Quality changes of anchovy (*Stolephorus heterolobus*) under refrigerated storage of different practical industrial methods in Thailand. *Journal of Food Science and Technology* 51(2), 285-293. DOI: 10.1007/s13197-011-0505-y
- Duarte, A.M., Silva, F., Pinto, F.R., Barroso, S., Gil, M.M., 2020. Quality Assessment of Chilled and Frozen Fish—Mini Review. *Foods* 9(12), 1739. DOI: 10.3390/foods9121739

- Erikson, U., Truong, H.T.M., Le, D.V., Pham, P.D., Svennevig, N., Phan, V.T., 2019. Harvesting procedures, welfare and shelf life of ungutted and gutted shortfin pompano (*Trachinotus falcatus*) stored in ice. *Aquaculture* 498, 236-245. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2018.06.085
- FAO., 2023. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022 - Meeting the sustainable development goals. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO., 227.
- Huss, H.H., 1995. Quality and quality changes in fresh fish. In: FAO Fisheries Technical paper, No: 334; FAO: Roma.
- Jeyakumari, A., Narasimha Murthy, L., Visnuvinayagam, S., 2018. Biochemical and Microbiological Quality Changes of Indian Oil Sardine (*Sardinella longiceps*) Stored under Flake Ice and Dry Ice. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 7(8), 2758-2765. DOI: 10.20546/ijcmas.2018.708.289
- Masoomi, Z., Haghi, M., Momeni, M., Zakeri, M., 2021. Population structure analysis of largehead hairtail fish (*Trichiurus lepturus*, Linnaeus 1758) in bottom trawl by-catch in Kolahi to Dargahan waters. *Journal of Fisheries* 74(1), 61-71. DOI: 10.22059/jfisheries.2021.314549.1213 (In Persian)
- Mirboluk, B., Ghasemzadeh, J., Sharifian, S., 2020. Quality changes of Jinga shrimp (*Metapenaeus affinis*) during delayed storage in ice. *Iranian Scientific Fisheries Journal* 29(3), 167-177. DOI: 20.1001.1.10261354.1399.29.3.15.7 (In Persian)
- Oehlenschläger, J., 2014. Seafood Quality Assessment. In: Bozari, I.S. (ed) Seafood Processing Technology, Quality and Safety. UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- Özyurt, G., Kuley, E., Özkütük, S., Özogul, F., 2009. Sensory, microbiological and chemical assessment of the freshness of red mullet (*Mullus barbatus*) and goldband goatfish (*Upeneus moluccensis*) during storage in ice. *Food chemistry* 114, 505-510. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.09.078
- Popelka, P., Jevinova, P., Marcinčák, S., 2016. Microbiological and chemical quality of fresh and frozen whole trout and trout fillets. *Potravin Slovak Journal of Food Science* 10(1), 431-436. DOI: https://doi.org/10.5219/599
- Senapati, M., Sahu, P.P., 2020. Onsite fish quality monitoring using ultra-sensitive patch electrode capacitive sensor at room temperature. *Biosensors and Bioelectronics* 168, 112570. DOI: 10.1016/j.bios.2020.112570
- Sharifian, S., Alizadeh, E., Mortazavi, M. S., Shahriari Moghadam, M., 2014. Effects of refrigerated storage on the microstructure and quality of Grouper (*Epinephelus coioides*) fillets. *Journal of Food Science and Technology* 51(5), 929-935. DOI: 10.1007/s13197-011-0589-4
- Sharifian, S., Sharifian, S., Mortazavi, M.S., 2020. Quality changes of anchovy (*Engraulis mordax*) during iced storage. *Iranian Scientific Fisheries Journal* 29(5), 37-47. DOI: 20.1001.1.10261354.1399.29.5.12.8 (In Persian)
- Sharifian, S., 2023. Quality assessment and shelf life of narrow-barred Spanish mackerel (*Scomberomorus commerson*) and Javelin grunter (*Pomadasys kaakan*) fillets during refrigerated storage. *Journal of Fisheries* 76(3), 487-498. DOI: 10.22059/jfisheries.2023.360410.1391 (In Persian)
- Vázquez-Sánchez, D., García, E.E.S., Galvão, J.A., Oetterer, M., 2020. Quality Index Method (QIM) Scheme Developed for Whole Nile Tilapias (*Oreochromis niloticus*) Ice Stored under Refrigeration and Correlation with Physicochemical and Microbiological Quality Parameters. *Journal of Aquatic Food Product Technology* 29(3), 307-319. DOI: 10.1080/10498850.2020.1724222
- Viji, P., Tanuja, S., Ninan, G., Lalitha, K.V., Zynudheen, A.A., Binsi, P.K., Srinivasagopal, T.K., 2015. Biochemical, textural, microbiological and sensory attributes of gutted and ungutted sutchi catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) stored in ice. *Journal of Food Science and Technology* 52(6), 3312-3321. DOI: 10.1007/s13197-014-1358-y
- Wang, S., Wang, P., Cui, Y., Lu, W., Shen, X., Zheng, H., Xue, J., Chen, K., Zhao, Q., Shen, Q., 2022. Study on the physicochemical indexes, nutritional quality, and flavour compounds of *Trichiurus lepturus* from three representative origins for geographical traceability. *Frontiers in Nutrition* 9, 1034868. DOI: 10.3389/fnut.2022.1034868
- Wei, H., Tian, Y., Yamashita, T., Ishimura, G., Sasaki, K., Niu, Y., Yuan, C., 2020. Effects of thawing methods on the biochemical properties and microstructure of pre rigor frozen scallop striated adductor muscle. *Food Chemistry* 319, 126559. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.126559

- Wu, L., Pu, H. Sun, D., 2019. Novel techniques for evaluating freshness quality attributes of fish: A review of recent developments. *Trends in Food Science and Technology* 83, 259-273. DOI: 10.1016/j.tifs.2018.12.002
- Xu, Y., Liu, Y., Zhang, C., Li, X., Yi, S., Li, J., 2015. Physicochemical responses and quality changes of turbot (*Psetta maxima*) during refrigerated storage. *International Journal of Food Properties* 19(1), 196-209. DOI: 10.1080/10942912.2015.1022260
- Yu, J.W., Kim, H.J., Seol, H.J.K., Ko, J.Y., Kim, S.H., Yang, J.Y., Lee, B.L., 2019. Evaluation of Largehead Hairtail *Trichiurus lepturus* Freshness Using Sensory and Chemical Analyses. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 52(6), 735-739.