



ارزیابی کیفی و مدت ماندگاری فیله ماهیان

شیر (*Scomberomorus commerson*) و سنگسر (*Pomadasys kaakan*)

طی نگهداری در یخچال

سلیم شریفیان*

استادیار گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۱۸

چکیده

در پژوهش حاضر تغییرات شاخص‌های کیفی و مدت ماندگاری فیله‌های تازه ماهی شیر (*Scomberomorus commerson*) و سنگسر (*Pomadasys kaakan*) طی دوازده روز نگهداری در یخچال با استفاده از شاخص‌های حسی، شیمیایی (pH، TVB-N، PV، TBARS) و میکروبی (شمار باکتری‌های مزوفیل و سرمادوست) بررسی گردید. ارزیابی حسی فیله شیرماهی و سنگسر به ترتیب در روزهای ششم و هشتم نگهداری به کمتر از ۴ (حد مجاز پذیرش مصرف‌کننده) رسید. شمار باکتری‌های مزوفیل و سرمادوست در فیله هر دو ماهی با افزایش روزهای نگهداری افزایش یافت، با این وجود سرعت افزایش در دو گروه متفاوت و باکتری‌های سرمادوست با افزایش روزهای نگهداری به میزان بیش‌تری افزایش یافتند. میزان pH در فیله ماهی تازه شیر و سنگسر به ترتیب از ۶/۵۲ و ۶/۲۴ در شروع دوره نگهداری، به ۷/۴۹ و ۷/۲۵ در روز آخر نگهداری رسیدند. میزان TVB-N در هر دو ماهی با افزایش روزهای نگهداری، افزایش و به ۳۶/۲۸ mg N/100g در ماهی شیر و ۲۵/۳۶ mg N/100g در ماهی سنگسر در روز دوازدهم رسید. شاخص‌های اکسیداسیون لیپیدی (PV و TBARS) در فیله هر دو ماهی در انتهای دوره نسبت به ابتدای دوره به‌طور معنی‌داری بالاتر بود. نتایج شاخص‌های حسی، میکروبی و شیمیایی نشان داد حداکثر مدت ماندگاری فیله شیرماهی و سنگسر طی نگهداری در یخچال به ترتیب ۶ و ۸ روز است.

واژگان کلیدی: فیله، ماهی، کیفیت، مدت ماندگاری، یخچال



Quality assessment and shelf life of narrow-barred Spanish mackerel (*Scomberomorus commerson*) and Javelin grunter (*Pomadasys kaakan*) fillets during refrigerated storage

Salim Sharifian*

Assistant Professor, Department of Fisheries, Faculty of Marine Sciences, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran

Received: 08-Jun-2023

Accepted: 08-Sep-2023

Abstract

In the present study, changes in the quality indices and shelf life of fresh fillets of narrow-barred Spanish mackerel (*Scomberomorus commerson*) and Javelin grunter (*Pomadasys kaakan*) were investigated over a 12-day storage period in the refrigerator using sensory, chemical (pH, TVB-N, PV, TBARS), and microbiological (mesophilic and psychrotrophic bacterial counts) indices. The sensory scores of both fish fillets reached less than 4 (the acceptable limit for consumer acceptance) on the sixth and eighth days of storage, respectively. The mesophilic and psychrotrophic bacterial counts in the fillets of both fish increased with an increase in storage days, although the rate of increase was different between the two groups, and psychrotrophic bacteria increased to a greater extent with an increase in storage days. The pH of the fresh mackerel and grunter fillets decreased from 6.52 and 6.24, respectively, at the beginning of the storage period to 7.49 and 7.25, respectively, on the final day of storage. The TVB-N level in both fish increased with an increase in storage days and reached 28.36 mg N/100g in mackerel and 36.25 mg N/100g in grunter on the twelfth day of storage. The lipid oxidation indices, namely PV and TBARS, in the fillets of both fish were significantly higher at the end of the storage period than at the beginning. The results of sensory, microbiological, and chemical indices showed that the maximum shelf life of narrow-barred Spanish mackerel and Javelin grunter fillets is 6 and 8 days, respectively.

Key words: Fillet, Fish, Quality, Shelf life, Refrigerated storage

۱. مقدمه

گونه‌های ماهیان تجاری و خوراکی جنوب کشور محسوب شده و نقش مهمی در برنامه غذایی مردم آن منطقه دارد (GCPQ, 2021). عرضه این ماهی در بازارهای ماهی به صورت تازه و عموماً یخچالی بوده و یکی از ماهیان اصلی در تهیه غذاهای دریایی از قبیل قلیه ماهی است.

قابلیت فسادپذیری بالای ماهیان سبب شده تا حفظ کیفیت ماهی تازه در صنایع شیلاتی همواره یکی از با اهمیت‌ترین موضوعات باشد. از طرف دیگر، با افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان، تقاضا برای ماهی با کیفیت بالا به‌ویژه به شکل تازه، افزایش یافته است (Sharifian *et al.*, 2014). با توجه به فسادپذیری خاص ماهی و دیگر فرآورده‌های دریایی و سرعت تغییرات کیفی در آن‌ها، بی‌شک مهم‌ترین موضوع در عمل‌آوری یا عرضه محصولات به صورت تازه، جلوگیری از بروز تغییرات یا کاهش سرعت آن‌هاست که این خود مستلزم آگاهی از حدود و نحوه پیشرفت و شدت تأثیر تغییرات بر شاخص‌های کیفی محصول است (Chotimarkorn, 2011). تاکنون از روش‌های متعددی برای حفظ کیفیت ماهی در طی نگهداری ماهی استفاده شده است. نگهداری در یخچال همواره یکی از روش‌های مرسوم نگهداری محصولات دریایی و ماهی به‌ویژه به شکل تازه است و یخچال‌ها جزئی از تجهیزات مرسوم در تمامی کارخانه‌های فرآوری و جایگاه‌های عرضه ماهیان تازه به‌شمار می‌آیند (Sharifian *et al.*, 2014).

جستجوی مؤلفین نشان می‌دهد تاکنون پژوهش کاملی در زمینه مدت ماندگاری و تغییرات کیفی شیرماهی و سنگسر معمولی در مراحل پس از صید و طی نگهداری در یخچال به‌ویژه به شکل فیله انجام نشده و عمده پژوهش‌ها مرتبط با نگهداری این ماهی‌ها به صورت منجمد یا نگهداری در یخ بوده است (Nazemroaya *et al.*, 2011; Oujifard, 2020). نظر به ارزش اقتصادی و غذایی این ماهی در کشور، اهداف این پژوهش بررسی تغییرات حسی، میکروبی و شیمیایی فیله‌های ماهی شیر و سنگسر طی نگهداری در یخچال و برآورد مدت ماندگاری آن‌ها بود.

ماهی‌ها به دلیل داشتن مقادیر زیاد اسیدهای چرب غیراشباع و کلسترول پایین و پروتئین‌های با ارزش غذایی بالا، اهمیت زیادی در رژیم غذایی انسان دارند. براساس آخرین آمار منتشر شده از سوی سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (FAO) تولید جهانی ماهی و دیگر آبزیان تا انتهای سال ۲۰۱۹، ۱۷۷/۸ میلیون تن بوده است (FAO, 2021). از این مقدار تولید، سهم بخش صید حدود ۹۲/۵ میلیون تن است. در میان گونه‌های مختلف صید شده، ماهی‌های سطح‌زی شامل آنچوی و خانواده تون ماهیان بخش عمده‌ای از صید را به خود اختصاص داده‌اند (FAO, 2021). در سال ۲۰۱۹، ۸۹ درصد یا بیش از ۱۵۸ میلیون تن از کل تولید آبزیان به صورت مستقیم توسط انسان به‌عنوان غذا مصرف شده که از این مقدار حدود ۴۴ درصد شکل تازه و بدون فرآوری بوده است. براساس آخرین گزارش FAO، حدود ۱۷/۳ درصد از کل پروتئین حیوانی مصرفی توسط انسان و ۶/۸ درصد از کل پروتئین دریافتی از طریق ماهی تأمین شده است (FAO, 2021).

ماهیان تجاری با توجه به گستردگی زیستگاه خود یکی از منابع بالقوه تأمین و تولید پروتئین در آب‌های جنوبی ایران‌اند. ماهی شیر با نام علمی *Scomberomorus commerson* یکی از لذیذترین ماهی‌های مصرفی در جنوب کشور و از ماهی‌های پرمصرف در بسیاری از رستوران‌ها و غذافروشی‌ها است. این ماهی جایگاه ویژه‌ای در بین مردم جنوب کشور دارد و تقریباً در تمامی نواحی خلیج فارس و دریای عمان صید و طرفداران خاص خود را دارد. میزان صید ماهی شیر در آب‌های جنوب کشور براساس آخرین آمار ۲۳۷۷۶ تن گزارش شده است (GCPQ, 2021). صید این ماهی در دریا‌های جنوب عموماً با رشته قلاب و تورگوشگیر بوده و عرضه آن در بازار بیش‌تر به شکل تازه است. علاوه بر شیرماهی، سنگسر معمولی با نام علمی *Pomadasys kaakan* و با میزان صید متوسط سالانه حدود ۹۰۰۰ تن نیز یکی از مهم‌ترین و با ارزش‌ترین

۲. مواد و روش‌ها

۲.۱. تهیه ماهی

نمونه‌های شیرماهی و سنگسر از صیدگاه میناب استان هرمزگان توسط قایق‌های صیادی محلی صید گردید. انتخاب ماهیان به صورت تصادفی و از بین ماهیان هم‌اندازه و سالم صورت گرفت (۲۰ کیلوگرم از هر گونه). میانگین وزن شیرماهی و سنگسر انتخاب شده به ترتیب برابر با $1/0 \pm 25/12$ و $0/95 \pm 0/15$ کیلوگرم بود. نمونه‌ها با آب دریا شستشو، با نسبت ۲:۱ با یخ (ماهی ۲، یخ ۱) در جعبه‌های یونولیت قرار داده شد و برای انجام آزمایش‌های بعدی به آزمایشگاه منتقل گردید. تهیه فیله از هر کدام از ماهی‌ها به صورت دستی و پس از سرزنی و تخلیه امعاء و احشاء انجام و از هر ماهی شیر و سنگسر، به ترتیب چهار فیله با ابعاد 14×6 و 12×7 سانتی‌متر تهیه گردید. در ادامه، فیله‌های استحصال شده در سلفون پلاستیکی بسته‌بندی و به مدت ۱۲ روز در یخچال نگهداری شدند.

۲.۲. آزمایش‌های شیمیایی

برای ارزیابی میزان فساد (تازگی) از شاخص‌های حسی، فیزیکوشیمیایی (pH، TVB-N، PV، TBARS) و میکروبی (شمارش کلی باکتری‌های مزوفیل و سرما دوست) استفاده شد.

۲.۲.۱. ارزیابی حسی

ارزیابی حسی فیله‌ها شامل بو، ظاهر و بافت توسط ۷ نفر (۴ خانم و ۳ آقا با میانگین سنی ۲۲ سال) از دانشجویان نیمه آموزش دیده رشته شیلات دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار و آشنا با فیله شیرماهی و سنگسر و تغییرات فساد آن انجام پذیرفت. در هر روز نمونه‌برداری سه فیله (انتخاب شده به صورت تصادفی) از هر ماهی در اختیار ارزیاب‌ها قرار داده شد و در ابتدا از آن‌ها خواسته شد که بو، ظاهر و بافت فیله خام را ارزیابی نمایند. در ادامه نمونه‌های فیله به مدت ۲ دقیقه در آب جوش پخت و پذیرش کلی نمونه‌ها توسط هر ارزیاب با

نمره‌های ۱۰ تا کمتر از ۴ طبقه‌بندی شدند: ۱۰-۸ بیانگر کیفیت عالی، ۶-۸ کیفیت خوب، ۴-۶ کیفیت متوسط و ۴ < غیرقابل مصرف. نمره کلی حسی در روزهای نگهداری در یخچال از میانگین تمامی نمرات ارزیاب‌ها در هر روز به دست آمد (Sharifian et al., 2014).

۲.۲.۲. ارزیابی میکروبی

شمار کلی باکتری مزوفیل و سرما دوست با استفاده از روش غیر مستقیم شمارش سلول‌های زنده (Plate counts) و براساس شیونما سازه‌مان ملی استاندارد ایران، شماره ۳۵۶ انجام شد. به صورت خلاصه، حدود ۱۰ گرم از گوشت ماهی در ۹۰ میلی‌لیتر محلول رقیق‌کننده سرم فیزیولوژی مخلوط و در ادامه رقت‌سازی شد. پس از کشت هر رقت روی محیط کشت Standard Plate Count Agar، گرمخانه‌گذاری به مدت ۲۴ تا ۴۸ در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد برای باکتری‌های مزوفیل و به مدت ۷۲ ساعت در انکوباتور با دمای ۵ درجه سانتی‌گراد برای باکتری‌های سرما دوست انجام گرفت. در انتها پلیت‌های حاوی ۳۰ الی ۳۰۰ پرگنه به عنوان پلیت‌های استاندارد انتخاب و شمارش شدند.

۲.۲.۳. ارزیابی فیزیکوشیمیایی

برای اندازه‌گیری pH، ۱۰ گرم از گوشت چرخ‌شده ماهی در ۹۰ میلی‌لیتر آب مقطر همگن و مخلوط فیلتر گردید. pH مایع فیلترشده با استفاده از pH متر (HM-205, Japan) اندازه‌گیری شد (Sharifian et al., 2014). مجموع بازهای فرار نیتروژنی (TVB-N) به روش کجدال شرح داده شده توسط Furuichi و همکاران (۱۹۹۷) اندازه‌گیری شد. با این تفاوت که بخش پروتئینی ماهی با هم‌وزنه کردن گوشت ماهی در اسید تری کلریک استیک ۵ درصد با نسبت ۱ به ۲ (وزن/حجم) جداسازی شد و نمونه با افزودن ۲ گرم اکسید منیزیم (MgO) در طی تقطیر قلیایی گردید. میزان TVB-N به صورت میلی‌گرم/۱۰۰ گرم عضله بیان شد. شاخص پراکسید (PV) بر پایه تیتراسیون و براساس روش AOAC (۲۰۰۰)

یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در شکل ۱ نشان داده شده است. در فیله تازه شیرماهی، در شروع دوره نگهداری تعداد باکتری‌های مزوفیل برابر با ۲/۱۶ بود در حالی که هیچ باکتری سرمادوستی وجود نداشت. با افزایش روزهای نگهداری شمار هر دو گروه از باکتری‌ها افزایش یافت، با این وجود سرعت افزایش در دو گروه متفاوت و باکتری‌های سرمادوست با افزایش روزهای نگهداری به میزان بیش‌تری افزایش یافتند. شمار باکتری‌های سرمادوست در شیرماهی در روز ششم نگهداری به بالاتر از ۱۰^۶ باکتری در گرم رسید. در انتهای دوره نگهداری یعنی روز دوازدهم میزان باکتری مزوفیل و سرمادوست به ترتیب برابر ۸/۱۹ و ۱۰/۲۶ باکتری در گرم بود.

تغییرات تعداد باکتری مزوفیل و سرمادوست فیله ماهی سنگسر در شکل ۲ ارائه شده است. براساس نتایج، شمار باکتری‌های مزوفیل و سرمادوست در شروع دوره نگهداری در فیله ماهی سنگسر به ترتیب برابر با ۱/۱۵ و ۰/۹۱ در گرم بود. در این ماهی نیز تعداد باکتری‌های سرمادوست در مقایسه با مزوفیل با افزایش روزهای نگهداری افزایش بیش‌تری داشت و به ۸/۹۶ در گرم در انتهای دوره نگهداری رسید. میزان باکتری‌های مزوفیل در روز آخر نگهداری (روز دوازدهم) برابر با ۷/۵۶ در گرم بود. در این ماهی شمار هر دو گروه از باکتری‌ها بین روزهای ۶ تا ۹ نگهداری به بالاتر از ۱۰^۶ باکتری در هر گرم گوشت رسید.

اندازه‌گیری و به‌صورت میلی‌اکی‌والان اکسیژن فعال در کیلوگرم چربی گزارش گردید. ترکیبات واکنش‌دهنده با تیوباربتوریک اسید (TBARS) به روش رنگ‌سنجی توضیح داده شده توسط Namulema و همکاران (۱۹۹۹) اندازه‌گیری و میزان آن به‌صورت میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدید در کیلوگرم بافت ماهی بیان گردید.

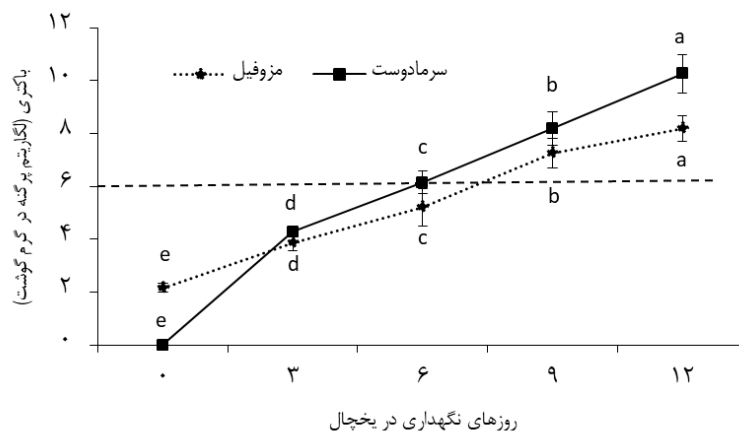
۲.۳. تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد. برای بیان اختلاف معنی‌داری از روش تجزیه واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) و آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار LSD در سطح ۵ درصد بین مقادیر حاصل از هر شاخص در زمان‌های مورد بررسی استفاده شد. برای پیدا کردن اختلاف معنی‌دار در بین نتایج حاصل از ارزیابی‌های حسی ماهیان مورد آزمایش از آزمون کروسکال-والیس (Kruskal-Wallis) و تست من-ویتنی (Mann-Whitney) استفاده شد.

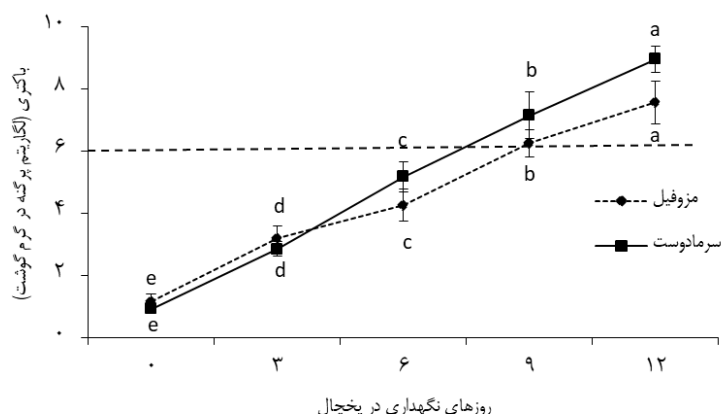
۳. نتایج

۳.۱. ارزیابی میکروبی

شمار باکتری‌های مزوفیل و سرمادوست (لگاریتم طبیعی پرگنه در گرم) گوشت شیرماهی طی دوازده روز نگهداری در



شکل ۱- نمودار تغییرات میانگین شمار کلی باکتری‌های فیله شیرماهی طی نگهداری در یخچال (حروف متفاوت انگلیسی بیانگر تفاوت معنی‌دار شاخص در سطح ۵ درصد بین روزهای نگهداری است).

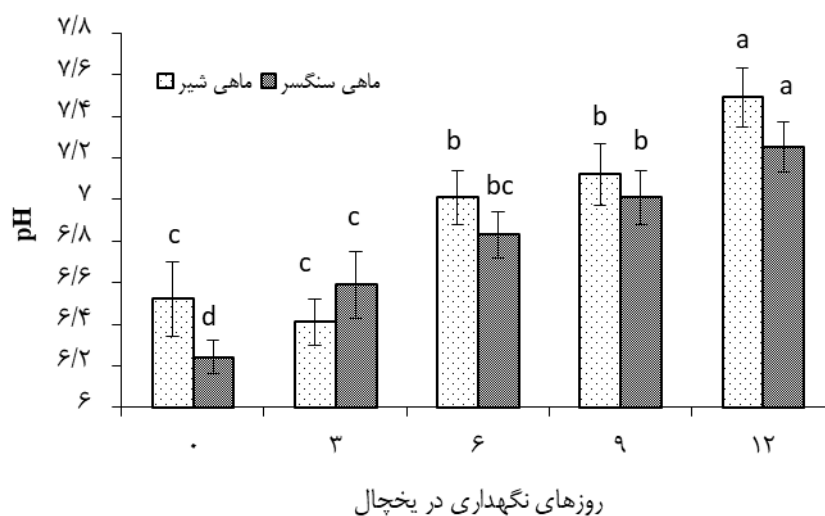


شکل ۲- نمودار تغییرات میانگین شمار کلی باکتری‌های فیله ماهی سنگسر طی نگهداری در یخچال (حروف متفاوت انگلیسی بیانگر تفاوت معنی‌دار شاخص در سطح ۵ درصد بین روزهای نگهداری است).

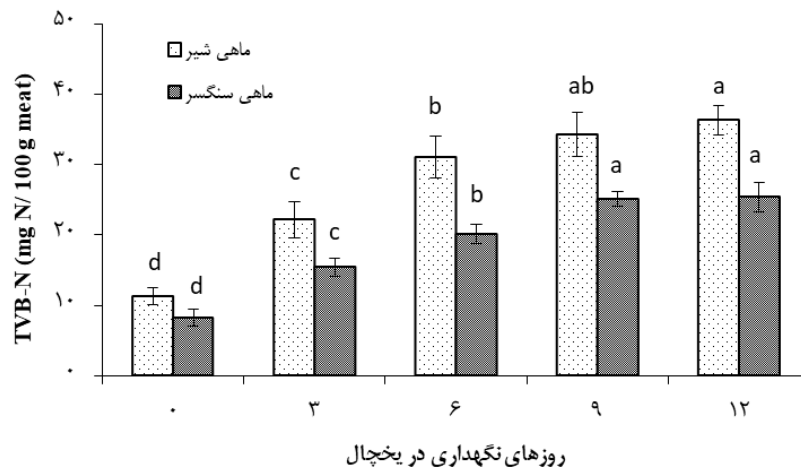
شیر و سنگسر بر حسب میلی‌اکی‌والان اکسیژن فعال در کیلوگرم چربی در شکل ۵ نشان داده شده است. میزان PV در ماهی شیر از ۴/۲۶ در شروع دوره نگهداری به ۱۵/۱۳ در روز دوازدهم رسید. میزان پراکسید در فیله تازه ماهی سنگسر برابر با ۱/۹۶ اندازه‌گیری و با افزایش روزهای نگهداری به ۲/۱۱ در روز دوازدهم رسید. مقادیر پراکسید در فیله ماهی شیر در تمام روزهای نگهداری به میزان قابل توجهی نسبت به فیله ماهی سنگسر بالاتر بود.

۳.۲. ارزیابی شیمیایی

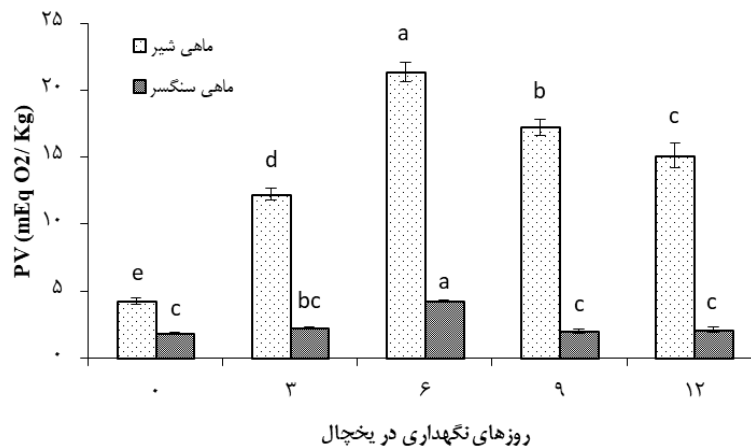
تغییرات pH در فیله‌های ماهی شیر و سنگسر طی ۱۲ روز نگهداری در یخچال در شکل ۳ نشان داده شده است. میزان pH در فیله ماهی تازه شیر و سنگسر در شروع دوره نگهداری به ترتیب برابر با ۶/۵۲ و ۶/۲۴ بود. با افزایش روزهای نگهداری میزان pH در هر دو نوع فیله افزایش و به ۷/۴۹ در ماهی شیر و ۷/۲۵ در ماهی سنگسر در روز آخر نگهداری یعنی روز دوازدهم رسید. تغییرات شاخص پراکسید (PV) در فیله‌های ماهی



شکل ۳- نمودار تغییرات میانگین pH فیله ماهی شیر و سنگسر طی نگهداری در یخچال (حروف متفاوت انگلیسی بیانگر تفاوت معنی‌دار شاخص در سطح ۵ درصد بین روزهای نگهداری است).



شکل ۴- نمودار تغییرات میانگین TVB-N فیله ماهی شیر و سنگسر طی نگهداری در یخچال (حروف متفاوت انگلیسی بیانگر تفاوت معنی دار شاخص در سطح ۵٪ بین روزهای نگهداری است).



شکل ۵- نمودار تغییرات میانگین PV فیله ماهی شیر و سنگسر طی نگهداری در یخچال (حروف متفاوت انگلیسی بیانگر تفاوت معنی دار شاخص در سطح ۵ درصد بین روزهای نگهداری است).

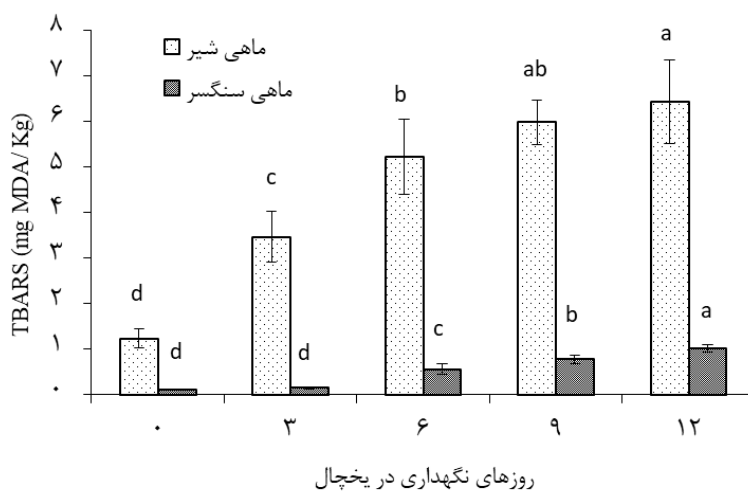
یعنی روز دوازدهم وجود داشت؛ با این حال، مقدار افزایش این شاخص در دو ماهی متفاوت بود. در فیله شیرماهی میزان TBARS از ۱/۲۳ mg MDA/kg در شروع دوره نگهداری به ۶/۴۲ mg MDA/kg در روز دوازدهم رسید، در حالی که در فیله ماهی سنگسر میزان TBARS در روز شروع آزمایش ۰/۱۱ mg MDA/kg بود و به ۱/۰۱ mg MDA/kg در انتهای دوره آزمایش رسید.

تغییرات مواد واکنش‌پذیر تیوباربیتوریک اسید (TBARS) بر حسب میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید در کیلوگرم چربی (mg MDA/kg) در فیله‌های ماهی شیر و سنگسر طی دوازده روز نگهداری در یخچال در شکل ۶ نشان داده شده است. میزان TBARS در فیله هر دو ماهی با افزایش روزهای نگهداری افزایش یافت و بالاترین مقادیر این شاخص در هر دو ماهی در روز انتهایی آزمایش

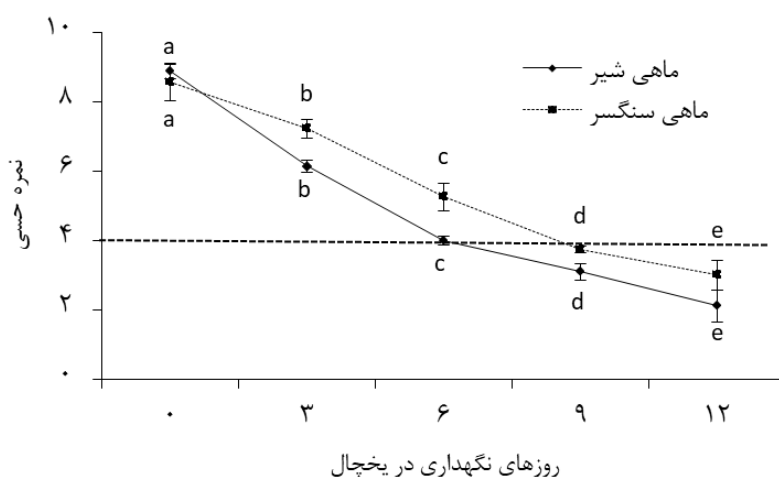
۳.۳. ارزیابی حسی

تغییرات نمره حسی فیله‌های شیرماهی و سنگسر طی ۱۲ روز نگهداری در یخچال در شکل ۷ نشان داده شده است. در شروع دوره نگهداری نمره حسی فیله شیرماهی و سنگسر به ترتیب برابر با ۸/۹۰ و ۸/۵۶ بود که بیانگر کیفیت بالا ماهی‌های مورد آزمایش است. با افزایش روزهای نگهداری نمره حسی هر دو نوع ماهی کاهش

یافت، با این وجود سرعت کاهش در دو ماهی متفاوت بود و کاهش کیفیت در فیله شیرماهی نسبت به سنگسر سریع‌تر به وقوع پیوست. نمره حسی فیله شیرماهی در روز ششم نگهداری برابر ۴/۰۱ یعنی حد پذیرش مصرف‌کننده رسید، در حالی در ماهی سنگسر در روز ششم نگهداری نمره حسی برابر ۵/۲۶ بود و در روزهای بین ششم تا نهم نگهداری به کمتر از ۴ رسید.



شکل ۶- نمودار تغییرات میانگین TBARS فیله ماهی شیر و سنگسر طی نگهداری در یخچال (حروف متفاوت انگلیسی بیانگر تفاوت معنی‌دار شاخص در سطح ۵ درصد بین روزهای نگهداری است).



شکل ۷- نمودار تغییرات میانگین نمره حسی فیله شیرماهی و ماهی سنگسر طی نگهداری در یخچال (حروف متفاوت انگلیسی بیانگر تفاوت معنی‌دار شاخص در سطح ۵ درصد بین روزهای نگهداری است).

۴. بحث و نتیجه گیری نهایی

گوشت ماهی یکی از حساس ترین مواد غذایی است و پس از صید یا برداشت می تواند به سرعت فاسد گردد. با این حال میزان فساد و مدت ماندگاری در میان گونه های مختلف ماهی و حتی در درون یک گونه بسیار متغیر است (Kose and Erdem, 2004). در مطالعه حاضر نتایج ارزیابی حسی نشان داد که مدت ماندگاری فیله شیرماهی و سنگسر طی ۱۲ روز نگهداری در یخچال به ترتیب حدود ۶ و ۸ روز است. Thiansilkul و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه خود مدت ماندگاری فیله ماهی تون کوچک غربی (*Euthynnus affinis*) را در شرایط نگهداری در یخچال و بدون هیچ گونه افزودنی حدود ۶ تا ۷ روز براساس ارزیابی حسی برآورد کردند که در تطابق با مطالعه حاضر است. اخیراً در تحقیقی دیگر Bu و همکاران (۲۰۲۲) مدت ماندگاری فیله ماهی تون باله آبی جنوبی (*Thunnus maccoyii*) را در طی نگهداری در یخچال را نیز بین ۶ تا ۸ روز پیشنهاد کردند. تفاوت های جزئی در مدت ماندگاری فیله تون ماهی ها در دوره نگهداری در یخچال احتمالاً به دلیل تفاوت در گونه مورد بررسی است. نتایج ارزیابی حسی فیله ماهی سنگسر در این مطالعه نشان داد که مدت ماندگاری فیله این ماهی طی نگهداری در یخچال حدود ۸ روز است. اگرچه براساس اطلاع مؤلف تاکنون بررسی مدت ماندگاری فیله ماهی سنگسر انجام نشده و گزارش مستندی در این باره وجود ندارد، با این حال، مطالعات مختلفی در زمینه مدت ماندگاری ماهیان مشابه انجام شده است. Khodanazari و Salamat (۲۰۲۰) مدت ماندگاری فیله ماهی سرخوی حرا (*Lutjanus argentimaculatus*) را طی ۱۲ روز نگهداری در یخچال را حدود ۸-۷ روز گزارش کردند.

باکتری ها مهم ترین دلیل فساد در اغلب فرآورده های دریایی در طی دوره نگهداری می باشند (Pons-Sanchez-Cascado et al., 2006). در مطالعه حاضر تعداد باکتری ها در ماهیان تازه در هر دو گونه پایین تر از ۲ لگاریتم پرگنه در هر گرم فیله بود که نشان از تازگی ماهیان مورد

استفاده است. شمارش باکتری های مزوفیل هوازی، روشی مناسب برای ارزیابی کیفی مدت ماندگاری و آلودگی های پس از صید در فرآورده های دریایی است (Huss, 1995). حداکثر میزان این باکتری ها در ماهی تازه برای مصرف انسانی 10^6 باکتری در هر گرم گوشت ماهی پیشنهاد شده است (Pons-Sanchez-Cascado et al., 2006). در این پژوهش در فیله شیرماهی و سنگسر به ترتیب در حدود روز ششم و هشتم نگهداری به این محدودیت رسیدند (شکل های ۱ و ۲) و آن زمانی بود که ماهی از نظر ارزیاب ها غیر قابل مصرف تشخیص داده شد. Khodanazari و Salamat (۲۰۲۰) گزارش کردند که شمار باکتری های مزوفیل ماهی در ماهی سرخوی حرا در روز هشتم نگهداری در یخچال به حد محدودیت رسیده است. در مطالعه ای دیگر Bu و همکاران (۲۰۲۲) رسیدن شمار باکتری های مزوفیل در فیله ماهی تون باله آبی جنوبی (*Thunnus maccoyii*) نگهداری شده در یخچال در روز ششم نگهداری را گزارش نمودند.

pH و TVB-N از جمله شاخص هایی هستند که از آن ها به طور گسترده در ارزیابی کیفی فرآورده های دریایی استفاده می شود (Sharifian et al., 2014). گزارش شده است که pH در ماهیان تازه و بلافاصله پس از صید در محدوده ۶/۰ تا ۶/۵ است (Kose and Erdem, 2004). در مطالعه حاضر میانگین pH در فیله هر دو ماهی شیر و سنگسر در روز صفر و شروع دوره نگهداری در این محدوده قرار داشت. مطالعات پیشین در گونه های مختلف نشان داده است که pH در ماهیان پس از صید همزمان با افزایش روزهای نگهداری افزایش می یابد و تغییرات آن بسته به گونه، فصل، محل صید، روش صید و روش نگهداری متغیر است (Sharifian et al., 2014; Chotimarkorn, 2014). براساس مقیاسی که از Huss (۱۹۵۵) در مورد تغییرات pH در ماهی در طی دوره نگهداری گزارش شده است، گوشت ماهی با pH تا ۶/۸ قابل پذیرش و در pH های بالاتر از ۷/۰ فاسد است. در مطالعه حاضر، pH در گوشت ماهیان شیر در روز ششم و در فیله ماهی سنگسر در روز نهم نگهداری در یخ به بالاتر

آبزیان و ماهی‌ها به‌طور معمول دارای میزان لیپیدهای غیراشباع بالاتری نسبت دیگر غذاها هستند بنابراین به‌طور خاص مستعد تندی اکسیداتیواند. (Huss, 1995). افزایش شاخص‌های فساد لیپیدی در طی دوره نگهداری بیانگر شدت یافتن تجزیه لیپیدها در گوشت ماهی با افزایش روزهای نگهداری به‌صورت سرد است، که می‌تواند بیانگر فعالیت آنزیمی (اتولیز لیپیدی) در گوشت باشد (Singh et al., 2021). مقادیر PV و TBARS اندازه‌گیری شده در این مطالعه در فیله‌های هر دو ماهی در طی دوره نگهداری در یخچال روند افزایشی و معنی‌داری را نشان دادند، که می‌تواند نشانه‌ای از فساد لیپیدی به‌ویژه در فیله شیرماهی باشد. از شاخص پراکسید و TBARS برای اندازه‌گیری ترکیبات حاصل از اکسیداسیون لیپیدی استفاده می‌شود. در مطالعه حاضر میزان پراکسیدها در فیله شیرماهی در محدوده روز ششم نگهداری به بالاتر از حد قابل قبول $20 \text{ mEq O}_2/\text{Kg}$ میلی‌اکی‌والان گرم در کیلو گرم رسید (Bouriga et al., 2020)، در حالی که این شاخص در فیله ماهی سنگسر در تمام روزهای نگهداری پایین‌تر از حد قابل قبول بود. گزارش شده است که دلیل این تفاوت بین گونه‌های مختلف ماهی می‌تواند شامل عوامل طبیعی مهمی از قبیل میزان لیپید و ترکیب اسیدهای چرب لیپیدها، غلظت اکسیژن، میزان سطح در معرض اکسیژن اتمسفر و دمای نگهداری باشد (Singh et al., 2021). TBARS شاخصی از میزان مالون‌دی‌آلدهید در گوشت است. این ترکیب یکی از ترکیبات ثانویه تشکیل‌شده از تجزیه هیدروپراکسیدهای ناپایدار طی فرآیند اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع است (Sharifian et al., 2014). مشابه PV، میزان TBARS نیز در طی دوره نگهداری در فیله هر دو ماهی روندی افزایشی داشت. عموماً میزان ۲-۱ میلی‌گرم مالون دی‌آلدهید/کیلوگرم به‌عنوان حد پذیرش TBARS در ماهی در نظر گرفته می‌شود، با این وجود، ماهی با TBA تا ۵ میلی‌گرم مالون دی‌آلدهید/کیلوگرم نیز قابل مصرف است (Adenike, 2014). در مطالعه حاضر میزان TBA در فیله ماهی شیر در روز ششم نگهداری به بالاتر از ۵

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 فیله‌های ماهی شیر و سنگسر طی دوره نگهداری در یخچال باشد. افزایش در pH در طی دوره نگهداری نشان‌دهنده تجمع ترکیبات قلیایی از قبیل ترکیبات آمونیاک و تری‌متیل‌آمین بوده و ایجاد این ترکیبات عمدتاً ناشی از فعالیت‌های میکروبی است (Kilinc et al., 2007). برای سنجش تجمع ترکیبات قلیایی عموماً از شاخص مجموع بازهای فرار نیتروژنی (TVB-N) استفاده می‌شود. میزان TVB-N در غذاهای دریایی شاخصی از میزان تازگی بوده و شامل ترکیبات ازت‌داری از قبیل آمونیاک و انواع مختلفی از آمین‌ها (آمین‌های اولیه و ثانویه) است. تشکیل این ترکیبات در ماهی در طی دوره نگهداری از آنزیم‌های میکروبی و آنزیم‌های درونی موجود در گوشت ناشی می‌شود (Kilinc et al., 2007). بررسی کلی تغییرات بازهای فرار نیتروژنی در این مطالعه نشان داد که میزان این ترکیبات از ابتدا تا انتهای دوره به‌میزان معنی‌داری در فیله‌های هر دو نوع ماهی افزایش یافته است. از آنجا که میزان بازهای فرار نیتروژنی TVB-N عمدتاً با تجزیه پروتئین‌ها و ترکیبات نیتروژنی غیرپروتئینی گوشت مرتبطانند و به‌وسیله تجزیه باکتریایی و آنزیمی تولید می‌شوند (Özyurt et al., 2009) دلیل افزایش TVB-N را می‌توان افزایش میزان بار میکروبی گوشت در طی دوره نگهداری دانست (شکل‌های ۱ و ۲). پژوهشگران متعددی گزارش نموده‌اند که حد محدودیت پذیرش TVB-N برای ماهیان تازه ۳۰ میلی‌گرم TVB-N در ۱۰۰ گرم گوشت است (Harpez et al., 2003). در مطالعه حاضر میزان TVB-N در فیله ماهی شیر در روز ششم نگهداری (۳۱/۱۲ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت) به این حد رسید که منطبق با ارزیابی حسی و میکروبی بود. برخلاف فیله شیرماهی، میزان TVB-N در فیله ماهی سنگسر در تمام روزهای نگهداری پایین‌تر از حد مجاز یعنی ۳۰ میلی‌گرم TVB-N در ۱۰۰ گرم گوشت ماند.

کیفی محصول با روش‌های متعدد حسی، شیمیایی و میکروبیولوژی صورت می‌گیرد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مدت ماندگاری فیله‌های ماهی شیر و سنگسر طی نگهداری در یخچال به ترتیب حدود ۶ و ۸ روز است. بررسی شاخص‌های حسی، شیمیایی و میکروبی نشان داد که نگهداری در یخچال علی‌رغم همه مزایا و ویژگی‌هایی که دارد برای نگهداری طولانی مدت ماهی مناسب نیست و حداکثر عمر ماندگاری برای فیله شیرماهی ۶ روز و برای فیله ماهی سنگسر ۸ روز تعیین شد.

رسید، در حالی که فیله ماهی سنگسر تا انتهای دوره به این حد نرسید. بالاتر بودن شاخص‌های لیپیدی در شیرماهی احتمالاً به دلیل میزان چربی بالاتر در فیله این گونه و همچنین وجود مت هموگلوبین بالا در خانواده تون ماهیان است (Singh *et al.*, 2021)

نتیجه گیری نهایی

تعیین فساد محصولات غذایی براساس ارزیابی‌های

References

۵. منابع

- 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*, 7537928. 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.
- Bouriga, N., Bejaoui, S., Jemmali, B., Quignard, J.P., Trablesi, M., 2020. Effects of smoking processes on the nutritional value and fatty acid composition of Zander fish (*Sander lucioperca*). *Grasas Y Aceites* 71(1), e340. DOI: 10.3989/gya.1061182
- Bu, Y., Han, M., Tan, G., Zhu, W., Li, X., Li, J., Professor, D., 2022. Changes in quality characteristics of southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*) during refrigerated storage and their correlation with color stability. *LWT - Food Science and Technology* 154, 112715. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.112715
- Chotimarkorn, C., 2014. Quality changes of anchovy 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
- FAO., 2021. FAO Yearbook of Fishery and Aquaculture Statistics 2019, Roma.
- GCPQ., 2021. FAO Fishery and Aquaculture Statistics, Global capture production Quantity (1950-2020).
- Huss, H.H., 1995. Quality and quality changes in fresh fish. In FAO Fisheries Technical paper, No 334, FAO, Roma. 202 p.
- Khodanazari, A., Salamat, N., 2020. Effect of storage at 4 °C on microstructure and quality properties *Lutjanus argentimaculatus*. *Journal of Marine Science and Technology* 18(4), 18-32. (in Persian) DOI: 10.22113/jmst.2019.158495.2232
- Kilinc, B., Caklı, S., Cadun, A., Dincer, T., Tolasa, S., 2007. Comparison of effects of slurry ice and flake ice pretreatments on the quality of aquacultured sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored at 4 °C. *Food Chemistry* 104, 1611-1617. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.03.002
- Kose, S., Erdem, M.E., 2004. An investigation of quality changes in anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) stored at different temperatures. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 28(3), 575-582.
- Namulema A., Muyonga, J.H., Kaaya, A.N., 1999. Quality deterioration in frozen Nile perch (*Lates niloticus*) stored at -13 and -27 °C. *Food Research International* 32, 151-156. DOI: 10.1016/S0963-9969(99)00066-6

- Nazemroaya, S., Sahari, M.A., Rezaei, M., 2011. Identification of Fatty Acid in Mackerel (*Scomberomorus commersoni*) and Shark (*Carcharhinus dussumieri*) Fillets and Their Changes during Six Month of Frozen Storage at -18°C. *Journal of Agricultural Science and Technology* 13(4), 553-566. DOI: 20.1001.1.16807073.2011.13.4.2.1
- Oujifard, A., 2020. The quality changes and shelf life of fast and slow frozen *Scomberomorus commerson* Lacepede, 1800 fillet. *Journal of Fisheries Science and Technology* 99(4), 293-304. (in Persian) DOI: 20.1001.1.23225513.1399.9.4.4.3
- 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(2), 505-510. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.09.078
- Pons-Sanchez-Cascado, S., Vidal-Carou, M.C., Nunes, M.L., Veciana-Nogues, M.T., 2006. Sensory analysis to assess the freshness of Mediterranean anchovies (*Engraulis encrasicolus*) stored in ice. *Food Control* 17(7), 564-569. DOI: 10.1016/j.foodcont.2005.02.016
- 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. 10.1007/s13197-011-0589-4
- Singh, A., Benjakul, S., Zhang, B., Deng, S., Mittal, A., 2021. Effect of squid pen chitoooligosaccharide in conjugation with different modified atmospheric packaging conditions on color and storage stability of tuna slices. *Food Control* 125, 108013. DOI:10.1016/j.foodcont.2021.108013