

مقاله علمی-پژوهشی:

تغییرات کیفی ماهی موتو (*Encrasicholina punctifer*) طی نگهداری در یخسلیم شریفیان^{*}، صابر شریفیان^۱، محمد صدیق مرتضوی^۲

*sharifian.salim@hotmail.com

- ۱- دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، دانشکده علوم دریایی، گروه شیلات، چابهار، ایران.
- ۲- پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران.

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۹

تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۹

چکیده

در مطالعه حاضر کیفیت و مدت ماندگاری ماهی موتو معمولی طی ۱۲ روز نگهداری در یخ (1°C تا -1°C) با استفاده از شاخص‌های حسی، شاخص‌های شیمیایی و شاخص میکروبی بررسی گردید. در ارزیابی حسی شاخص‌های اندام‌های داخلی، آبخش، پرده صفاق، پوست، چشم‌ها، رنگ ستون فقرات، قسمت شکمی، گوشت بررسی گردید. برای ارزیابی شیمیایی، شاخص‌های pH، مجموع بازهای فرار نیتروژنی (TVB-N)، اسیدهای چرب آزاد (FFA)، پراکسید (PV)، تیوباریتوریک اسید (TBA) اندازه‌گیری شد. ارزیابی میکروبی با شمارش کلی باکتری‌ها در طول دوره نگهداری انجام گردید. ارزیابی حسی نشان داد که مدت ماندگاری ماهی موتو ۷-۹ روز است. نتایج ارزیابی حسی و میکروبی دارای همبستگی بالایی ($0/96$) بود. شمارش کلی باکتری‌ها در روز هشتم به بالاتر از حد مجاز (10^6 پرگنه در هر گرم گوشت) رسید. میزان pH ماهی از $6/27$ به $7/56$ در انتهای آزمایش رسید. مجموع بازهای فرار نیتروژنی (TVB-N) موتو تازه در روز اول نگهداری برابر با $8/67$ میلی گرم نیتروژن در 100 گرم گوشت بود و به $36/65$ در روز ۱۲ آزمایش رسید. تغییرات میزان اسیدهای چرب آزاد (درصد اسید اولئیک) در محدوده $3/63-8/60$ بود. شاخص پراکسید (میلی‌اکی والان اکسیژن فعال در کیلوگرم چربی) به طور معنی‌داری از $11/37$ در شروع دوره به $30/96$ در روز آخر نگهداری افزایش یافت ($p<0/05$). میزان تیوباریتوریک اسید (میلی گرم مالون‌دی‌دهید در گرم گوشت) از $0/35$ در روز صفر به $5/16$ در روز دوازدهم رسید ($p<0/05$). براساس نتایج حسی، میکروبی و شیمیایی مدت ماندگاری ماهی موتو طی نگهداری در یخ بین ۷-۹ روز تعیین گردید.

لغات کلیدی: ماهی موتو، کیفیت، مدت ماندگاری، شاخص تازگی

*نویسنده مسئول

مقدمه

بر اساس آخرین آمار منتشره از سوی سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) تولید جهانی ماهی و دیگر آبزیان تا انتهای سال ۲۰۱۷ بالغ بر ۱۷۲ میلیون تن بوده است که در مقایسه با سال ۲۰۱۶، ۴/۱ درصد رشد نشان می‌دهد (FAO, 2019). از این مقدار تولید، سهم بخش صید حدود ۹۲/۵ میلیون تن می‌باشد. در میان گونه‌های مختلف، ماهی‌های سطح‌زی کوچک شامل آنچوی و هرینگ با مقدار صید بیش از ۱۶ میلیون تن، از مهم‌ترین گونه‌های دریایی صید شده بوده‌اند (FAO, 2019). در سال ۲۰۱۷، ۸۹٪ یا بیش از ۱۵۲ میلیون تن از کل تولید آبزیان به صورت مستقیم توسط انسان به عنوان غذا مصرف شده که از این مقدار حدود ۴۵٪ به شکل تازه و بدون فرآوری بوده است. امروزه بیشتر مردم به سمت ماهی به عنوان یک عامل سلامتی نسبت به گوشت قرمز تمایل دارند. میزان بالای اسیدهای چرب بلند زنجیره چند غیراشباعی و هضم سریع پروتئین‌های ماهی از خصوصیات شناخته شده این نوع ماده غذایی برای بسیاری از مردم جهان می‌باشد (شریفیان و همکاران، ۱۳۸۹).

فساد در فرآورده‌های غذایی ناشی از فعالیت‌های شیمیایی، آنزیمی یا میکروبی رخ داده در آنها می‌باشد. هر ساله فساد شیمیایی و میکروبی سبب هدررفت ۲۵٪ از کل تولیدات محصولات کشاورزی و شیلاتی می‌گردد (Oehlenschlager, 2014). در ماهیان تازه، فساد می‌تواند پس از صید به سرعت ایجاد و گسترش یابد. در مناطق گرمسیری با توجه به درجه حرارت بالا محیط، فرایند فساد (با جمود نعشی) طی مدت ۱۲ ساعت پس از صید آبی شروع می‌شود (Berkel et al., 2004). جمود نعشی فرآیندی است که ماهی قابلیت کشسانی بافت خود را به دلیل سفت و سخت شدن عضلات طی چند ساعت پس از مرگ از دست می‌دهد. در اغلب گونه‌های ماهی، پس از اتمام جمود نعشی، فعالیت آنزیم‌های گوارشی، لیپازها و در ادامه فعالیت میکروبی ناشی از باکتری‌های سطحی و نیز اکسیداسیون منجر به تجزیه ترکیبات مختلف و تشکیل ترکیبات جدید می‌گردد. این ترکیبات جدید تغییرات قابل ملاحظه‌ای را در بو، طعم و بافت

گوشت ماهی ایجاد می‌نمایند (Oehlenschlager, 2014).

ماهیان سطح‌زی ریز با توجه به گستردگی زیستگاه خود یکی از منابع بالقوه تأمین و تولید پروتئین در آبهای جنوبی ایران می‌باشند. بر اساس آخرین آمار منتشره از شیلات ایران، میزان صید در آبهای جنوب در سال ۱۳۹۷ برابر با ۷۳۱۱۶۱ تن بوده است که از این مقدار، سطح‌زیان ریز، ۹۵۲۳۵ تن را به خود اختصاص داده است (شیلات ایران، ۱۳۹۸). ماهی موتو (*Encrasicholina punctifer*) با نام محلی «حشینه» یکی از مهم‌ترین گونه موتوماهیان است که با شناورهای پرسیار در آبهای ساحلی جزیره قشم و سایر آبهای جنوب کشور صید می‌شود. این گونه جزء خانواده آنچوی ماهیان (*Engraulidae*) بوده و آبهای دریای سرخ، خلیج فارس، پاکستان، هند، آسیای جنوب شرقی و سواحل آفریقای جنوبی زیستگاه‌های این ماهی می‌باشند (سالارپور و همکاران، ۱۳۸۷). این گونه یکی از انواع آبزیانی است که طرفداران زیادی در استان هرمزگان و سایر استان‌های جنوب کشور داشته و از آن در طبخ غذاها و چاشنی‌های زیادی از قبیل مهیاوه (نوعی سس ماهی) و ... استفاده می‌شود. طی سالیان گذشته عرضه این ماهی عموماً به شکل خشک شده بوده است. اما با توجه به افزایش تقاضا برای ماهیان با کیفیت بالا به‌خصوص برای تهیه سس ماهی، در حال حاضر حمل و نقل گونه‌های سطح‌زی ریز عموماً با یخ صورت می‌گیرد. با توجه به جستجو و اطلاع نویسندگان، تاکنون پژوهش کاملی در زمینه مدت ماندگاری و تغییرات کیفی این گونه از ماهی در مراحل پس از صید و حمل و نقل انجام نشده است. نظر به ارزش اقتصادی و غذایی این ماهیان و گستردگی استفاده از یخ در حمل و نقل ماهی در کشور، اهداف این پژوهش بررسی تغییرات حسی، میکروبی و شیمیایی ماهی موتو طی نگهداری در یخ و تخمین مدت ماندگاری آن بوده است.

مواد و روش‌ها

تهیه ماهی

ماهی موتو از صیدگاه مَسین جزیره قشم استان هرمزگان توسط قایق‌های صیادی محلی صید گردید. بیست کیلوگرم ماهی به صورت تصادفی و از بین ماهیان هم اندازه و سالم انتخاب شد. میانگین وزن و طول ماهیان به ترتیب $173 \pm 10/25$ گرم و $6/48 \pm 0/2$ سانتی‌متر بود. نمونه‌ها با آب دریا شستشو، با نسبت ۲:۱ با یخ (ماهی ۲، یخ ۱) در جعبه های یونولیت قرار داده شد و جهت انجام آزمایش‌ها به آزمایشگاه منتقل گردید. برای ارزیابی میزان فساد (تازگی) از شاخص‌های حسی، شاخص‌های شیمیایی pH، بازهای فرار نیتروژنی، اسیدهای چرب آزاد، شاخص پراکسید و تیوباربیتوریک اسید (به ترتیب pH، TVB-N، TBA، PV، FFA) و میکروبی (شمارش کلی باکتری‌های مزوفیل) استفاده شد. ارزیابی حسی با هفت بار تکرار و ارزیابی شیمیایی و میکروبی با سه بار تکرار انجام گرفت.

ارزیابی حسی

ارزیابی حسی بر اساس جداول راهنما ماهی تازه و سرد شده (شریفیان و همکاران، ۱۳۸۹) همراه با ایجاد اصلاحات از سوی ارزیاب‌های آموزش دیده (پنج نفر مرد، دو نفر زن با میانگین سنی ۳۵-۴۰ سال) برای ماهی موتو، انجام گرفت. شاخص‌های مورد بررسی شامل پوست (ظاهری)، چشم‌ها، آبشش (رنگ و بو)، قسمت شکمی، وضعیت اندام‌های داخلی، پرده‌ی صفاق، رنگ در طول ستون فقرات و گوشت بوده است. ماهیان از لحاظ هر شاخص با نمره‌های ۱۰ تا کمتر از ۴ طبقه بندی شدند: ۸-۱۰ بیانگر کیفیت عالی، ۶-۸ کیفیت خوب، ۴-۶ کیفیت متوسط و ۴ < غیرقابل مصرف. نمره کلی حسی در روزهای نگهداری در یخ از میانگین تمامی شاخص‌ها در هر روز به دست آمد.

ارزیابی میکروبی

ارزیابی میکروبی با استفاده از روش غیر مستقیم شمارش سلول‌های زنده^۱ انجام شد (سازمان استاندارد و تحقیقات

صنعتی ایران، ۱۳۸۷). حدود ۱۰ گرم از گوشت ماهی در ۹۰ میلی‌لیتر محلول رقیق کننده سرم فیزیولوژی مخلوط و در ادامه رقت‌سازی شد. پس از کشت هر رقت در محیط کشت Standard Plate Count Agar، گرمخانه‌گذاری به مدت ۲۴-۴۸ ساعت در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت. در انتها پلیت‌های حاوی ۳۰-۳۰۰ پرگنه به عنوان پلیت‌های استاندارد انتخاب و شمارش شدند.

ارزیابی شیمیایی

برای اندازه گیری pH، ۱۰ گرم از گوشت چرخ شده عضله ماهی در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر همگن و مخلوط فیلتر گردید. pH مایع فیلترشده با استفاده از pH متر (HM-205, Japan) اندازه‌گیری شد (شریفیان و همکاران، ۱۳۸۹). مجموع بازهای فرار نیتروژنی (TVB-N) به روش کج‌دال (Furuichi et al., 1997) اندازه گیری و به صورت میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم عضله بیان شد. اسیدهای چرب آزاد (FFA) به روش Cocks و Rede (۱۹۹۶) اندازه‌گیری و به صورت درصد اولئیک اسید گزارش شد. شاخص پراکسید (PV) بر اساس روش AOAC (۲۰۰۰) اندازه‌گیری و به صورت میلی‌اکی‌والان اکسیژن فعال در کیلوگرم چربی (mEq active O₂/Kg lipid) گزارش شد. شاخص تیوباربیتوریک اسید (TBA) به روش رنگ سنجی (Namulema et al., 1999) اندازه گیری و میزان آن به صورت میلی‌گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم بافت ماهی بیان گردید.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده ها با نرم افزار SPSS نگارش ۲۲ انجام شد. برای بررسی وجود یا نبود اختلاف معنادار از روش تجزیه واریانس یک طرفه و آزمون حداقل تفاوت معنادار LSD در سطح ۵٪ بین مقادیر حاصل از هر شاخص در روزهای نگهداری استفاده شد. برای بیان ارتباط موجود بین صفات نیز از آزمون همبستگی دوگانه پیرسون استفاده گردید. برای پیدا کردن اختلاف معنادار در بین نتایج حاصل از ارزیابی‌های حسی ماهیان مورد

¹ Plate counts

آزمایش از آزمون کوروسکال-والیس (Kruskal-Wallis) و تست من-ویتنی (Mann-Whitney) استفاده شد.

نتایج

ارزیابی حسی

نتایج حاصل از ارزیابی شاخص‌های مختلف و نمره کلی حسی ماهی موتو طی ۱۵ روز نگهداری در یخ در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در اکثر شاخص‌ها در اغلب روزهای نگهداری ماهی در یخ بود. نمره حسی تمامی شاخص‌های مورد بررسی با افزایش روزهای نگهداری به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p < 0.05$). در میان شاخص‌های مختلف، بیش‌ترین کاهش نمره در پوست، پرده صفاق و آبشش (رنگ و بو) دیده شد در حالی که کمترین تغییرات در چشم و رنگ

ستون فقرات وجود داشت. ضرایب همبستگی دوگانه شاخص‌های ارزیابی حسی ماهی موتو در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج این بخش نشان داد که همبستگی میان شاخص‌های مختلف در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. بالاترین ضریب همبستگی در طول دوره نگهداری بین «چشم‌ها» و «اندام‌های داخلی» دیده شد که میزان آن ۰/۹۶۷ بود در حالی که کمترین میزان ضریب همبستگی در ماهی موتو بین «پرده صفاق» و «قسمت شکمی» وجود داشت (۰/۹۲۵). میانگین نمره کلی حسی ماهی موتو طی روزهای مختلف نگهداری از ۸/۸۵ در شروع دوره نگهداری به طور معنی‌داری به ۱/۹۸ در روز دوازدهم یعنی انتهای دوره آزمایش کاهش یافت ($p < 0.05$). میانگین نمره حسی از روز هشتم نگهداری به پایین‌تر از ۴ یعنی حد تعیین شده برای فساد در جدول ارزیابی حسی رسید.

جدول ۱: نتایج ارزیابی شاخص‌های حسی ماهی موتو طی ۱۲ روز نگهداری در یخ
Table 1: Results of Sensory analysis of anchovy during 12 days of iced storage

شاخص	روزهای نگهداری					
	۰	۲	۵	۷	۹	۱۲
آبشش (رنگ و بو)	۸/۸۰±۰/۴۵ ^a	۷/۴۰±۰/۵۵ ^b	۶/۰۰±۰/۷۱ ^c	۴/۴۰±۰/۵۵ ^d	۳/۰۰±۰/۷۱ ^e	۱/۴۰±۰/۵۵ ^f
ارگان‌ها	۸/۸۰±۰/۴۵ ^a	۷/۶۰±۰/۵۵ ^b	۵/۶۰±۰/۵۵ ^c	۵/۲۰±۰/۴۵ ^c	۳/۴۰±۰/۵۵ ^d	۲/۲۰±۰/۴۵ ^d
پرده ی صفاق	۸/۶۰±۰/۵۵ ^a	۷/۴۰±۰/۵۵ ^b	۶/۴۰±۰/۵۵ ^b	۴/۶۰±۰/۵۵ ^c	۳/۰۰±۰/۷۱ ^d	۱/۲۰±۰/۴۵ ^e
پوست	۸/۸۰±۰/۴۵ ^a	۶/۸۰±۰/۴۵ ^b	۵/۲۰±۰/۸۴ ^c	۴/۸۰±۰/۴۵ ^c	۳/۶۰±۰/۵۵ ^d	۱/۰۰±۰/۷۱ ^e
چشم	۹/۰۰±۰/۰۰ ^a	۷/۲۰±۰/۴۵ ^b	۵/۶۰±۰/۵۵ ^c	۴/۶۰±۰/۵۵ ^d	۳/۸۰±۰/۴۵ ^d	۲/۶۰±۰/۵۵ ^e
رنگ ستون فقرات	۹/۰۰±۰/۰۰ ^a	۶/۸۰±۰/۴۵ ^b	۵/۶۰±۰/۵۵ ^c	۴/۶۰±۰/۵۵ ^d	۳/۴۰±۰/۵۵ ^e	۲/۴۰±۰/۵۵ ^f
قسمت شکمی	۸/۸۰±۰/۴۵ ^a	۶/۸۰±۰/۴۵ ^b	۵/۴۰±۰/۵۵ ^c	۴/۲۰±۰/۸۴ ^d	۳/۴۰±۰/۵۵ ^d	۱/۸۰±۰/۴۵ ^e
گوشت	۹/۰۰±۰/۰۰ ^a	۷/۸۰±۰/۴۵ ^b	۵/۶۰±۰/۵۵ ^c	۴/۶۰±۰/۵۵ ^d	۳/۴۰±۰/۵۵ ^e	۲/۲۰±۰/۴۵ ^f
نمره کلی حسی	۸/۸۵±۰/۳۶ ^a	۷/۲۳±۰/۵۸ ^b	۵/۶۸±۰/۶۶ ^c	۴/۶۳±۰/۵۹ ^d	۳/۳۸±۰/۵۹ ^e	۱/۹۸±۰/۸۶ ^f

محدوده روزهای هفتم (۵/۲۳) لغایت نهم (۷/۴۵) نگهداری به بالاتر از ۱۰^۶ در هر گرم گوشت رسید.

ارزیابی شیمیایی

میانگین تغییرات pH و TVB-N در ماهی موتو طی ۱۲ روز نگهداری در یخ در جدول ۳ ارائه شده است. pH ماهی موتو در روز اول ۶/۲۷ بود و همزمان با افزایش روزهای نگهداری به ۷/۵۶ در انتهای آزمایش (روز ۱۲) رسید. افزایش در pH ماهی موتو در تمام روزها معنی‌دار بود

ارزیابی میکروبی

نتایج ارزیابی میکروبی ماهی موتو طی نگهداری در یخ در شکل ۱ نشان داده است. میزان شمارش کلی باکتری‌ها (لگاریتم پرگنه در هر گرم گوشت) در ماهی موتو در روز اول نگهداری برابر با ۰/۸۸ بود و به طور معنی‌داری به ۸/۵۸ در روز آخر (دوازدهم) آزمایش رسید ($p < 0.05$). اختلاف معنی‌داری در افزایش باکتری‌ها در سطح ۵٪ در بین تمام روزهای آزمایش دیده شد. میزان باکتری‌ها در

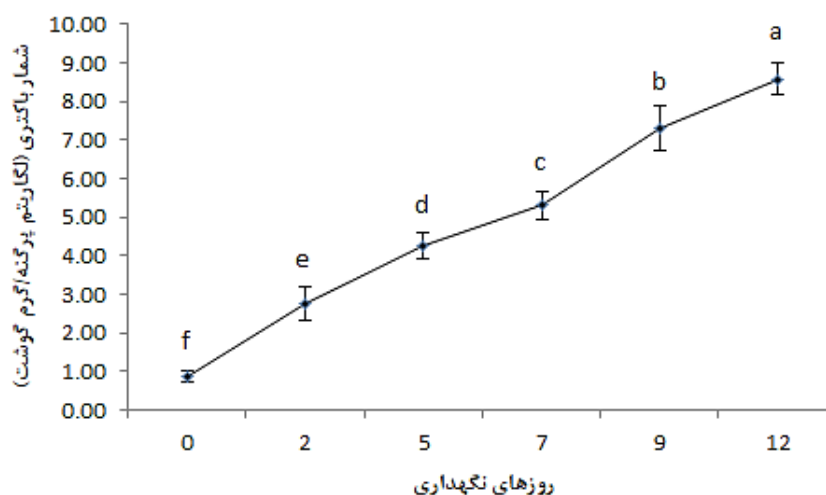
($p < 0.05$). مشابه pH، میزان TVB-N (میلی گرم نیترژن در ۱۰۰ گرم گوشت) نیز به طور معنی داری طی روزهای آزمایش افزایش و از ۸/۶۷ در شروع دوره به ۳۶/۶۵ در انتهای آزمایش رسید ($p < 0.05$).

جدول ۲: ضرایب همبستگی دوگانه شاخص‌های ارزیابی حسی در ماهی موتو طی نگهداری در یخ

Table 2: Correlation coefficients of sensory assessment indices of anchovy during iced storage

شاخص‌ها	اندام‌های داخلی	آبشش	پرده صفاق	پوست	چشم‌ها	رنگ ستون فقرات	قسمت شکمی	گوشت
اندام‌های داخلی	۱	۰/۹۴۴**	۰/۹۶۳**	۰/۹۴۰**	۰/۹۶۷**	۰/۹۴۹**	۰/۹۴۲**	۰/۹۴۹**
آبشش		۱	۰/۹۰۳**	۰/۹۱۰**	۰/۹۴۹**	۰/۹۴۹**	۰/۹۴۰**	۰/۹۵۴**
پرده صفاق			۱	۰/۹۳۴**	۰/۹۲۸**	۰/۹۳۰**	۰/۹۲۵**	۰/۹۴۶**
پوست				۱	۰/۹۳۲**	۰/۹۲۳**	۰/۹۳۷**	۰/۹۴۷**
چشم‌ها					۱	۰/۹۵۸**	۰/۹۵۹**	۰/۹۵۱**
رنگ ستون فقرات						۱	۰/۹۴۶**	۰/۹۴۲**
قسمت شکمی							۱	۰/۹۵۶**
گوشت								۱

** بیانگر وجود رابطه معنادار در سطح ۵٪ است.



شکل ۱: تغییرات میانگین شمارش باکتری‌های ماهی موتو موتو طی ۱۲ روز نگهداری در یخ (حروف مختلف a-f بیانگر تفاوت معنی دار شاخص در $p < 0.05$ بین روزهای نگهداری است)

Figure 1: Average changes bacteria counts of anchovy during 12 days of iced storage (Different lowercase letters a-f indicate significant differences of index at $p < 0.05$ between days of storage)

طی روند افزایشی به ۸/۶۰ در انتهای دوره (روز دوازدهم) رسید ($p < 0.05$). مشابه اسیدهای چرب آزاد، تغییرات در شاخص پراکسید نیز در اکثر روزهای آزمایش افزایشی و معنی دار بود و از ۱۱/۳۷ میلی‌اکی والان اکسیژن فعال در کیلوگرم چربی در ابتدای دوره به ۳۰/۹۶ در انتهای

میانگین تغییرات در شاخص‌های اکسیداسیون چربی شامل اسیدهای چرب آزاد (FFA)، شاخص پراکسید (PV) و تیوباربیتوریک اسید (TBA) در جدول ۳ نشان داده شده است. میزان FFA (درصد اولئیک اسید) در ماهیان تازه در شروع دوره نگهداری برابر با ۳/۶۳ بود و

آزمایش رسید ($p < 0.05$). تغییرات شاخص تیوباربیتوریک اسید در ماهی موتو طی ۱۲ روز نگهداری در یخ در محدوده ۰/۱۶-۰/۳۵ قرار داشت و روند افزایشی و معنی‌داری را در طی دوره‌ی نگهداری ثبت نمود ($p < 0.05$).

جدول ۳: تغییرات در شاخص‌های شیمیایی ماهی موتو طی ۱۲ روز نگهداری در یخ
Table 3: Changes in anchovy chemical indices during 12 days of iced storage

شاخص	روزهای نگهداری					
	۰	۲	۵	۷	۹	۱۲
pH	۶/۲۷±۰/۰۱ ^f	۶/۴۵±۰/۰۵ ^e	۶/۶۹±۰/۰۱ ^d	۶/۹۲±۰/۰۵ ^c	۷/۲۹±۰/۰۵ ^b	۷/۵۶±۰/۰۳ ^a
TVB-N ¹	۸/۶۷±۰/۸۱ ^f	۱۴/۳۳±۰/۹۵ ^e	۱۲/۳۷±۱/۰۷ ^d	۲۴/۵۰±۰/۷۰ ^c	۳۳/۱۰±۰/۷۰ ^b	۳۶/۶۵±۰/۵۴ ^a
FFA ¹	۳/۶۳±۰/۰۲ ^{e*}	۴/۸۴±۰/۰۱ ^c	۴/۷۷±۰/۰۲ ^d	۴/۷۶±۰/۰۱ ^d	۶/۳۲±۰/۰۲ ^b	۸/۶۰±۰/۰۳ ^a
PV ²	۱۱/۳۷±۰/۱۹ ^e	۱۳/۸۰±۰/۱۸ ^d	۱۵/۷۴±۱/۷۹ ^c	۱۸/۴۷±۱/۴۱ ^c	۲۲/۵۱±۱/۲۱ ^b	۳۰/۹۶±۰/۰۷ ^a
TBA ³	۰/۳۵±۰/۰۲ ^f	۰/۷۱±۰/۰۱ ^e	۱/۵۴±۰/۰۲ ^d	۲/۳۰±۰/۰۲ ^c	۳/۴۵±۰/۰۱ ^b	۵/۱۶±۰/۱۸ ^a

^۱مجموع بازهای فرار نیتروژنی (میلی گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت)؛ ^۲آسیدهای چرب آزاد (درصد اولئیک اسید)؛ ^۳شاخص پراکسید (میلی اکی والان اکسیژن فعال در کیلوگرم چربی)؛ ^۴شاخص تیوباربیتوریک اسید (میلی گرم مالون‌دی‌الدهید در گرم گوشت). * حروف کوچک انگلیسی (a-f) در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی‌دار هر شاخص بین روزهای نگهداری در سطح ۵٪ می‌باشد.

بحث

گوشت ماهی یکی از حساس‌ترین مواد غذایی بوده و پس از صید یا برداشت می‌تواند به سرعت طی فرآوری فاسد گردد. فساد به طور کلی در مواردی که فرایند کاهش درجه حرارت محصول پس از صید ناکافی باشد یا نگهداری هنگام حمل و نقل و توزیع در بازار به صورت مناسب صورت نگیرد، می‌تواند تسریع گردد (شریفیان و همکاران، ۱۳۸۹). 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 درجه حرارت نگهداری، نوع محصول و روش فرآوری) بسیار متغیر است (Kose and Erdem, 2004). در مطالعه حاضر، نتایج ارزیابی حسی نشان داد نشان داد که مدت ماندگاری ماهی موتو طی ۱۲ روز نگهداری در یخ حدود هشت روز می‌باشد. در مطالعه Pons-Sanchez-Cascado و همکاران (۲۰۰۶) تغییرات شاخص‌های مختلف حسی ماهی تازه آنچوی مدیترانه‌ای (*Engraulis encrasicolus*) طی هفت روز نگهداری در یخ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مدت ماندگاری این گونه از ماهی حدود پنج روز می‌باشد. در مطالعه‌ای دیگر

Massa و همکاران (۲۰۱۲) ارزیابی مدت ماندگاری ماهی آنچوی (*Engraulis anchoita*) را با استفاده از شاخص‌های حسی و شیمیایی انجام دادند و اظهار داشتند که مدت ماندگاری این ماهی طی نگهداری در یخ هفت روز می‌باشد. در مطالعه حاضر، پایش تغییرات شاخص‌های مختلف حسی ماهی موتو طی دوره نگهداری در یخ (جدول ۱) نشان داد که شاخص‌های «پوست»، «پرده صفاق» و «آبشش» بیش‌ترین تغییرات را در مقایسه با سایر شاخص‌ها داشته است. در مطالعه‌ای دیگر Chotimarkorn (۲۰۱۴) اظهار داشت که پوست و بوهای خارجی شاخص‌هایی هستند که طی نگهداری در یخ ماهی آنچوی (*Stolephorus heterolobus*)، عوامل محدودکننده ماندگاری به شش روز بوده است. به طور کلی، بوی نامطلوب ماهیان در اثر فساد اکسیداتیو چربی و تشکیل ترکیبات با وزن مولکولی پایین ایجاد می‌گردد (Oehlenschlaeger, 2014). در این تحقیق بوی فساد در آبشش ماهی پس از روز هفتم از شدت بالایی برخوردار بود. به نظر می‌رسد مجموعه‌ای از عوامل مذکور در بروز چنین امری دخیل باشد. باکتری‌ها مهم‌ترین دلیل فساد در اغلب فرآورده‌های دریایی طی دوره نگهداری می‌باشند و از طریق تشکیل

روزهای هفتم تا نهم نگهداری در یخ به بالاتر از ۷ رسید و این زمانی بود که ماهیان بر اساس ارزیابی حسی و میکروبی غیرقابل پذیرش بودند. از این رو، به نظر می‌رسد که بررسی تغییرات pH شاخص مناسبی در ارزیابی کیفی ماهی موتو طی نگهداری در یخ می‌باشد. افزایش در pH نشان‌دهنده تجمع ترکیبات قلیایی از قبیل ترکیبات آمونیاک و تری متیل آمین است که ایجاد این ترکیبات عمدتاً ناشی از فعالیت‌های میکروبی می‌باشد (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) می‌باشد. تشکیل این ترکیبات در ماهی طی دوره نگهداری ناشی از آنزیم‌های میکروبی و آنزیم‌های درونی موجود در گوشت می‌باشد (Kilinc *et al.*, 2007). بررسی کلی تغییرات بازهای فرار نیتروژنی در این مطالعه نشان داد که میزان این ترکیبات از ابتدا تا انتهای دوره به میزان معنی‌داری افزایش یافته است ($p < 0.05$). از آن جایی که میزان بازهای فرار نیتروژنی TVB-N عمدتاً با تجزیه پروتئین‌ها و ترکیبات نیتروژنی غیرپروتئینی گوشت مرتبط بوده و با تجزیه باکتریایی و آنزیمی تولید می‌شوند (Bensid *et al.*, 2014)، دلیل افزایش TVB-N را می‌توان افزایش میزان بار میکروبی گوشت طی دوره نگهداری دانست (شکل ۱). پژوهشگران متعددی گزارش نموده‌اند که حد محدودیت پذیرش TVB-N برای ماهیان تازه ۳۰ میلی گرم TVB-N در ۱۰۰ گرم گوشت است (Harpaz *et al.*, 2003; Bensid *et al.*, 2014). مطالعه حاضر میزان TVB-N در ماهی موتو در محدوده روزهای هفتم تا نهم نگهداری به این حد رسید که منطبق با ارزیابی حسی و میکروبی بود.

اکسیداسیون لیپیدها یک مشکل کیفی مهم است زیرا منجر به توسعه بو و طعم بد در گوشت می‌گردد. تحقیقات نشان داده است که طی نگهداری ماهیان آنچوی به صورت سرد، واکنش‌های هیدرولیز و اکسیداسیون رخ داده در لیپیدها منجر به کاهش قابل توجه کیفیت حسی و

آمین‌ها، سولفیدها، الکل‌ها، آلدئیدها، کتون‌ها و اسیدهای آلی همراه با بو و طعم غیرقابل پذیرش و ناخوشایند، بسیاری از این فرآورده‌ها را غیر قابل مصرف می‌سازند (Gram and Dalgaard, 2002). در مطالعه حاضر تعداد باکتری‌ها در ماهیان تازه برابر با لگاریتم پرگنه در هر گرم ماهی موتو بود که نشان از تازگی ماهیان است. در ادامه با افزایش روزهای نگهداری میزان باکتری‌ها در ماهی موتو نیز مشابه سایر ماهیان در مطالعات مختلف به طور تصاعدی افزایش یافت (Massa *et al.*, 2012; Chotimarkorn, 2014). میزان بالای اسیدهای آمینه آزاد و سایر ترکیبات غیر نیتروژنی محلول موجود در غذاهای دریایی همراه با رطوبت و pH مناسب، شرایط مساعدی از لحاظ تغذیه‌ای برای رشد میکروبی را فراهم می‌آورد. از این رو، افزایش میزان باکتری‌ها طی دوره نگهداری محتمل می‌باشد (Zeng *et al.*, 2005). حداکثر میزان این باکتری‌ها در ماهی تازه و آنچوی برای مصرف انسانی 10^6 باکتری در هر گرم گوشت ماهی پیشنهاد شده است (Pons-Sanchez-Cascado *et al.*, 2006). در این آزمایش ماهیان در حدود روز هشتم نگهداری روز به این محدودیت رسیدند (نمودار ۱) و آن زمانی بود که ماهی از نظر ارزیاب‌ها غیر قابل مصرف تشخیص داده شد.

pH و TVB-N شاخص‌هایی هستند که به طور 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 ۶/۵-۶/۰ می‌باشد (Kose and Erdem, 2004). 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 با توجه به گونه، فصل، محل صید، روش صید و سایر عوامل متغیر است (Massa *et al.*, 2012; Chotimarkorn, 2014). بر اساسی مقیاسی که از Huss (۱۹۹۵) در مورد تغییرات pH در ماهی 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 موتو در محدوده

از ۵ میلی گرم مالون دی آلدید در کیلوگرم رسید. مالون دی آلدید می تواند با سایر ترکیبات در بدن ماهی مانند آمینو اسیدها، نوکلئوزیدها، اسیدهای نوکلئیک، پروتئین ها، آمینو اسیدها یا سایر آلدیدهایی که محصول نهایی اکسیداسیون چربی ها هستند واکنش دهند و از این رو، در کاهش کیفیت گوشت ماهی مؤثر باشند (Nazemroaya et al., 2009).

بررسی شاخص های حسی، شیمیایی و میکروبی نشان داد که یخ به رغم همه مزایا و ویژگی هایی که دارد، منجر به کاهش کیفیت ماهی می شود و حداکثر عمر ماندگاری برای موتو طی نگهداری در یخ ۷-۹ روز می باشد. بنابراین، برای نگهداری طولانی مدت ماهیان باید از سایر روش های نگهداری از جمله انجماد استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

از تمامی عزیزانی که ما را در انجام این پژوهش یاری رساندند، شامل آقایان رامین کریمزاده، دکتر محسن گذری و دیگر کارکنان پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان صمیمانه تقدیر و تشکر می گردد.

منابع

- سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۷. آماده کردن نمونه های مواد غذایی و شمارش میکروارگانیسم های مختلف. تجدید نظر اول، چاپ دهم، شماره ۳۶۵.
- سازمان شیلات ایران. ۱۳۹۸. سالنامه آماری سازمان شیلات ایران ۱۳۹۷-۱۳۹۲، معاونت برنامه ریزی و مدیریت منابع دفتر برنامه ریزی و بودجه گروه برنامه ریزی و آمار، ۳۳ صفحه.
- سالارپور، ع.، درویشی، م.، بهزادی، س. و سراجی، ف. ۱۳۸۷. زیست شناسی تولیدمثل و تغذیه ماهی موتو منقوط (*Encrasicholina punctifer*) در آب های ساحلی جزیره قشم. مجله علمی شیلات ایران، ۱۷ (۱): ۵۴-۴۵.
- شریفیان، س.، مرتضوی، م.ص.، زکی پور، ر. و ارشدی، ع. ۱۳۸۹. بررسی و اندازه گیری شاخص های فساد در ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) طی نگهداری در پودر یخ. مجله علمی شیلات ایران، ۴: ۸۷-۹۶.

تغذیه ای گردد (Chaouqy et al., 2008). در مطالعه حاضر افزایش FFA طی دوره نگهداری بیانگر شدت یافتن تجزیه لیپیدها در گوشت ماهی موتو با گذشت روزهای نگهداری در یخ بود که می تواند بیانگر فعالیت آنزیمی (اتولیز لیپیدی) در گوشت باشد (Aidos et al., 2003). مشابه FFA، مقادیر PV و شاخص TBA اندازه گیری شده در گوشت ماهی موتو در این مطالعه نیز روند افزایشی و معنی داری را طی دوره نگهداری نشان دادند. میزان بالای چربی و اسیدهای چرب چند غیراشباعی در گونه های مختلف ماهی آنچوی در مقایسه با سایر گونه ها، آنها را نسبت به اکسیداسیون چربی در طی دوره نگهداری حساس تر می سازد (Turhan et al., 2011). از PV و شاخص TBA برای اندازه گیری ترکیبات حاصل از اکسیداسیون لیپیدی استفاده می شود (Jeyakumari et al., 2018). PV شاخصی است که ترکیبات حاصل از مراحل اولیه اکسیداسیون چربی را اندازه گیری می کند. پراکسیدها نقش مهمی در تشکیل آلدیدها در سایر ترکیبات ثانویه اکسیداسیون لیپیدی دارند، با این وجود تولید آنها تغییری در ویژگی های حسی آبری ایجاد نمی کند اما ممکن است منجر به ایجاد مخاطراتی برای مصرف کننده گردد (Oehlenschlager, 2014). در مطالعه حاضر، میزان پراکسیدها در محدوده روزهای ۷-۹ نگهداری به بالاتر از حد قابل قبول (۲۰ میلی اکی والان اکسیژن فعال در کیلوگرم چربی) رسید. شاخص TBA نشان دهنده میزان اکسیداسیون در گوشت می باشد. این ترکیب یکی از ترکیبات ثانویه تشکیل شده از تجزیه هیدروپراکسیدهای ناپایدار طی فرایند اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع است (Sharifian et al., 2019). مشابه PV، شاخص TBA نیز در طی دوره نگهداری روندی افزایشی داشت. عموماً میزان ۱-۲ میلی گرم مالون دی آلدید در کیلوگرم به عنوان حد پذیرش شاخص TBA در ماهی در نظر گرفته می شود، با این وجود ماهی با شاخص TBA ۵ تا ۵ میلی گرم مالون دی آلدید در کیلوگرم نیز قابل مصرف است (Adenike, 2014). در مطالعه حاضر شاخص TBA در ماهی موتو در روز هفتم نگهداری به بالاتر از ۲ و در انتهای دوره به بالاتر

- 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*. DOI: 10.4172/2157-7110.1000333
- Aidos, I., Van Der Padt, A., Boom, R.M. and Luten, J.B., 2003.** Quality of crude fish oil extracted from herring by products of varying states of freshness. *Journal of Food Science*, 68: 458-465. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2003.tb05694.x
- 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. and 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.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.106>.
- Berkel, B.M., Boogaard, B.V. and Heijnen, C., 2004.** Preservation of Fish and Meat. Agromisa Foundation, Wageningen, The Netherlands, ISBN: 90-72746-01-9 pp. 78-80.
- Chaouqy, N.E., Gallardo, J.M., El-Marrakchi, A. and Aubourg, S.P., 2008.** Lipid damage development in anchovy (*Engraulis encrasicolus*) muscle during storage under refrigerated conditions. *Grasas Y Aceites*, 59 (4): 309-315. DOI: 10.3989/gya.2008.v59.i4.523
- 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.
- Cocks, L.V. and Van Rede, C., 1996.** Laboratory handbook for oil and fat analysis. London: Academic Press.
- FAO, 2019.** The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO., 227.
- Furuichi, Y., Taniguchi J. and Murabayashi, J., 1997.** A rapid and convenient method for the determination of amide nitrogen in food proteins. *Journal of the Japan Society for Bioscience Biotechnology and Agrochemistry*, 71:395–401. DOI: 10.1271/nogeikagaku1924.71.395
- Gram, L. and Dalgaard, P., 2002.** Fish spoilage bacteria- problems and solutions. *Current Opinion in Biotechnology*, 13: 262–266. DOI: 10.1016/s0958-1669(02)00309-9
- Harpaz, S., Glatman, L., Drabkin, V. and Gelman, A., 2003.** Effects of herbal essential oils used to extend the shelf life of fresh water reared Asian sea bass fish (*Lates calcarifer*). *Journal of Food Protection*, 66: 410–417. DOI: 10.4315/0362-028x-66.3.410.

- Huss, H.H., 1995.** Quality and quality changes in fresh fish. In FAO Fisheries Technical paper, No: 334; FAO: Roma.
- Jeyakumari, A., Murthy, L.N. and 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.
<https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.708.289>.
- Kılınç, B., Caklı, S., Cadun, A., Dincer, T. and 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. and 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: 575-582.
<https://app.trdizin.gov.tr/publication/paper/detail/T0RFNU9RPT0=>
- Massa, A.E., Manca, E. and Yeannes, M.I., 2012.** Development of Quality Index Method for anchovy (*Engraulis anchoita*) stored in ice: Assessment of its shelf-life by chemical and sensory methods. *Food Science and Technology International*, 18(4): 339–351. DOI: 10.1177/1082013211428014
- Namulema A., Muyonga, J.H. and 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. and Rezaei, M., 2009.** Effect of frozen storage on fatty acid composition and changes in lipid content of *Scomberomorus commersoni* and *Carcharhinus dussumieri*. *Journal of Applied Ichthyology*, 25(1): 91 – 95. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2008.01176.x
- Oehlenschlager, J., 2014.** Seafood Quality Assessment. In: Boziaris, I.S. (ed) Seafood Processing Technology, Quality and Safety. UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- Pons-Sanchez-Cascado, S., Vidal-Carou, M.C., Nunes, M.L. and Veciana-Nogues, M.T., 2006.** Sensory analysis to assess the freshness of Mediterranean anchovies (*Engraulis encrasicolus*) stored in ice. *Food Control*, 17: 564–569. doi:10.1016/j.foodcont.2005.02.016
- Sharifian, S., Shahbanpour, B., Taheri, A. and Kordjazi, M., 2019.** Effect of phlorotannins on melanosis and quality changes of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during iced storage. *Food Chemistry*, 124980, DOI: 10.1016/j.foodchem.2019.124980
- Turhan, S., Ustun, N.S. and Temiz, H., 2011.** Lipid Quality of Anchovy (*Engraulis Encrasicolus*) Fillets Affected by

Different Cooking Methods. *International Journal of Food Properties*, 14(6): 1358-1365. DOI: 10.1080/10942911003672159

Zeng, Q.Z., Thorarinsdottir, K.A. and Olafsdottir, G., 2005. Quality changes of

shrimp (*Pandalus borealis*) stored under different cooling conditions. *Journal of Food Science*, 70: 459-466. DOI:10.1111/j.1365-2621.2005.tb11493.x

Quality changes of anchovy (*Encrasicholina punctifer*) during iced storage

Sharifian S.^{1*}; Sharifian S.¹; Mortazavi M.S.²

*sharifian.salim@hotmail.com

- 1- Chabahar Maritime University, Faculty of Marine Sciences, Fisheries Department, Chabahar, Iran
- 2- Persian Gulf and Oman Sea Ecological Center, Iranian Fisheries Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran.

Abstract

In the present study, quality and shelf-life of anchovy (*Encrasicholina punctifer*) during 12 days of iced storage (+1 to -1 °C) were investigated by using of sensory, chemical and microbial indices. For sensory assessment, internal organs, gill, peritoneum, skin, eyes, color along spine, abdominal cavity and flesh of samples were assessed. For chemical assessment, indices of pH, total volatile base of nitrogen (TVB-N), free fatty acids (FFA), peroxide value (PV) and thiobarbituric acid (TBA) were measured. Microbial analysis was done by counting the colonies of bacteria during the storage period. Sensory analysis showed that the shelf-life of the anchovy was between 7 to 9 days. Total counts of bacteria exceeded the acceptable limit (10^6 colonies per gram of meat) on the 8th day of storage. A high correlation (0.96) observed between sensory and microbial results. The pH of fish increased from 6.27 to 7.56 at the end of storage. Total volatile base of nitrogen (TVB-N) of fresh anchovy at the first day of storage was 8/67 mg N/100 g meat and reached to 36.65 at Day 12 of survey. The changes of free fatty acids were in the range of 3.63-8.60 % of oleic acid ($p<0.05$). Peroxide value (milli-equivalents active oxygen per kg lipid) significantly increased from 11.37 at the beginning to 30.96 at the last day of storage ($p<0.05$). The amount of thiobarbituric acid (milligrams of malondialdehyde per kg of meat) increased from 0.35 at Day 0 to 5.16 at Day 12. The shelf-life of anchovy days during iced storage estimated between 7-9 based on the sensory, microbial and chemical results.

Keywords: Anchovy fish, Quality, Shelf-life, Freshness index

*Corresponding author