

تعیین زمان ماندگاری ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*) شور و بسته‌بندی شده در خلاء در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد

مریم علی^{۱*}، مسعود هدایتی فرد^۲ و رضا پورغلام^۳

۱ و ۲- مرکز تحصیلات تکمیلی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر

۳- موسسه تحقیقات شیلات ایران، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری

تاریخ پذیرش: ۹۰/۶/۱۵

تاریخ دریافت: ۹۰/۲/۳۱

چکیده

این پژوهش با هدف تعیین زمان ماندگاری ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*) دریای خزر، شور و بسته‌بندی شده در خلاء با در نظر گرفتن فساد پروتئین، چربی و تاثیر جمعیت میکروبی در طی ۹۰ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد انجام گردید. فساد پروتئین براساس اندازه‌گیری تغییرات مجموع ازت فرار (Total Volatile Nitrogen) و فساد چربی براساس اندازه‌گیری پراکسید (Peroxide Value) ارزیابی شد. جمعیت میکروبی با انجام آزمایش‌های شمارش کلی باکتری‌ها (Total Count)، شمارش کلی باکتری‌های نمک دوست (Halophilic Bacterial Count) و احتمال وجود باکتری *Clostridium botulinum* بررسی شد. در این مطالعه TVN از ۱۴/۵ به ۳۰/۸۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه، PV از ۳/۸۹ به ۲۸/۸۶ میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم، TC از $\log 4/40 \text{ CFU/gr}$ به $\log 5/70 \text{ CFU/gr}$ و HBC از $\log 4/75 \text{ CFU/gr}$ به $\log 6/30 \text{ CFU/gr}$ در محصول عمل‌آوری شده در زمان نگهداری رسید. بین برخی از پارامترهای اندازه‌گیری شده اختلاف آماری معنی‌دار $P < 0/05$ دیده شد. باکتری *Clostridium botulinum* در هیچ یک از تیمارها در طی دوره نگهداری مشاهده نشد. نتایج حاصله نشان داد عمل‌آوری شور، بسته‌بندی و کیوم و نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد باعث افزایش عمر ماندگاری ماهی کفال طلایی شور شده می‌باشد. بهترین زمان مصرف این محصول ۳۰ روز بدست آمد.

واژگان کلیدی

زمان ماندگاری، عمل‌آوری شور، بسته‌بندی و کیوم، کفال طلایی

مقدمه

کفال ماهیان در تمامی دریای خزر پراکنده‌اند و هر ساله بیش از ۳۵ درصد صید ماهیان استخوانی را بخود اختصاص می‌دهند (غنی‌نژاد، ۱۳۸۹). میانگین صید سالیانه این ماهیان در دو دهه اخیر به حدود ۴ هزار تن رسیده است، به ویژه از سال ۱۳۷۹ صید کفال ماهیان در حال افزایش بوده است و از حدود ۴۵۰۰ تن در سال ۱۳۷۹ به ۶۵۰۰ تن در سال ۱۳۸۲ رسیده است (عبدالملکی و غنی نژاد، ۱۳۸۲). از آنجاییکه ۷۰ الی ۸۰ درصد وزن بدن ماهی را آب تشکیل می‌دهد و محیط آبی رشد باکتری‌ها، مخمرها و قارچها شرایط مطلوبی را فراهم می‌کند با اضافه کردن نمک به ماهی با هدف کاهش فعالیت آبی می‌توان رشد میکروارگانیسم‌ها را از بین برد و مدت زمان نگهداری محصول را افزایش داد و در نهایت محصولی با ماندگاری بیشتر و طعم بهتر را به بازار عرضه نمود. با توجه به اینکه اکثر باکتریها برای رشد خود نیازمند فعالیت آبی حدود ۹۵ درصد یا بیشتر هستند لذا هرگونه کاهش در فعالیت آبی می‌تواند بر فعالیت آنها اثر مستقیم داشته باشد. فعالیت آبی در ماهی نزدیک به ۱ است اما پس از نمک زدن و خشک کردن مقدار فعالیت آبی در آن کاهش یافته و به حدود ۰/۷-۰/۸ می‌رسد که برای رشد باکتریهای معمولی مناسب نیست (Wheaton & Lawson, 1985). واکنش‌های آنزیمی و شیمیایی باعث بروز فساد اولیه در ماهی هستند که در پی آن فساد ثانویه به واسطه فعالیت‌های میکروبی باعث از بین رفتن تازگی در ماهی می‌شود (Mohan et al., 2008). هدف از بسته‌بندی آبزیان افزایش عمر ماندگاری و حفظ کامل آن از عوامل فساد درونی، بیرونی، اکسید شدن، کاهش سرعت از دست دادن رطوبت، حفظ تازگی و کاهش اکسایش چربی آن تا زمان مصرف است (عادلی، ۱۳۸۷). در داخل کشور نیز در راستای حفظ کیفیت و افزایش عمر ماندگاری آبزیان، بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته در غالب Modified Atmosphere Packaging (MAP) و بسته‌بندی وکیوم وکیوم (Vacuum Packaging (VP) در حال توسعه است و از این بین می‌توان به نمونه‌هایی از مطالعات تحقیقاتی انجام شده در دو دهه اخیر مانند: بسته‌بندی محصولات تازه منجمد شده (زارع گشتی، ۱۳۷۳)، بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده MAP و اثرات نگهداری آن در سردخانه بر روی برخی از ماهیان اقتصادی دریای مازندران (اروجعلیان و هدایتی فرد، ۱۳۸۳)، بررسی زمان ماندگاری و تغییرات کیفی فیله تاسماهی ایرانی در شرایط بسته‌بندی در خلاء (کیوان و هدایتی فرد، ۱۳۸۶) و تعیین زمان ماندگاری ماهی کفال طلایی در سردخانه (معینی و نخبه زارع، ۱۳۸۱) اشاره کرد. هدف از انجام این پژوهش تعیین زمان ماندگاری ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*) شور و بسته‌بندی شده در خلاء در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در آذر ماه سال ۱۳۸۸ تعداد ۳۰ عدد ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*) از اسکله بابل خریداری و زیست‌سنجی شد. میانگین طول کلی نمونه‌ها برابر $12/0 \pm 2/5$ سانتی متر با میانگین وزنی $19/7 \pm 6/0$ گرم بود. جهت انجام آزمایش‌ها، ۵ تیمار در نظر گرفته شد، تیمار (۱): ماهیان تازه، تیمار (۲): ماهیان شوری که پس از ۱۴ روز از آب شور خارج شدند، تیمار (۳): ماهیان شور وکیوم شده، پس از ۳۰ نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، تیمار (۴): ماهیان شور وکیوم شده، پس از ۶۰ نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و تیمار (۵): ماهیان شور وکیوم شده، پس از ۹۰ نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد. تعداد ۶ عدد ماهی تازه برای انجام آزمایش‌های مربوط به تیمار (۱) در زیر یخ به آزمایشگاه میکروبیولوژی پژوهشکده اکولوژی دریای خزر در ساری برده شد و آزمایش‌های مربوط به تعیین ارزش غذایی شامل سنجش رطوبت، پروتئین، چربی، خاکستر، TVN و PV به روش (AOAC, 1999)، شمارش جمعیت میکروبی شامل TC به روش (Vanderzant et al., 1992)، HBC به روش (Yano, 2008) و بررسی حضور باکتری *Clostridium botulinum* به روش (Baker et al., 1990) بر روی آنها انجام شد. سایر ماهیان بعد از فلس‌گیری، سرودم

زنی و تخلیه امعاء و احشاء با آب سرد و تمیز شستشو داده شدند. برای تهیه آب شور، آب شرب (لوله) پس از جوشاندن، گرفتن املاح و سرد کردن با نمک کریستاله به خوبی مخلوط شد. به ازای هر یک لیتر آب، ۳۶۰ گرم نمک اضافه گردید. بدین ترتیب مقدار ۶ لیتر آب شور جهت عمل‌آوری کفال ماهیان تهیه شد. ماهیان به مدت ۱۴ روز در محلول آب شور، در دمای محیط قرار داده شدند. پس از این مدت، نمونه‌های مربوط به تیمار (۲) به آزمایشگاه پژوهشکده اکولوژی دریای خزر برده شدند، ابتدا آزمایشات TVN و PV به روش (AOAC, 1999)، شمارش جمعیت میکروبی شامل TC به روش (Vanderzant et al., 1992)، HBC به روش (Yano, 2008) و بررسی وجود باکتری *Clostridium botulinum* به روش (Baker et al., 1990) بر روی نمونه‌ها انجام شد، سایر کفال ماهیان در زیر یخ جهت بسته‌بندی در بسته‌های وکیوم به کارخانه بسته‌بندی کیان ماهی خزر، بابلس برده شد. از دستگاه بسته‌بندی در خلاء Mini pack Italia با میزان خلاء تا ۱/۵ ثانیه و دمای دوخت ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد با پوشش پلی‌آمید (نایلون ۶ و ۶) برای بسته‌بندی ماهیان استفاده شد. ۱۸ عدد ماهی کفال طلایی شور در ۹ بسته ۲ عددی جهت تیمارهای (۳)، (۴) و (۵) با خروج اکسیژن (بسته بندی، و وکیوم شد و به آزمایشگاه پژوهشکده اکولوژی دریای خزر برای نگهداری در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد برده شد. آزمایش‌های لازم پس از گذشت به ترتیب ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز انجام شد. در هر تیمار تعداد ۳ عدد بسته در ۳ بار تکرار مورد آزمایش قرار گرفت. از آزمون‌های Tukey و آنالیز واریانس یکطرفه ANOVA با استفاده از نرم افزار SPSS جهت آنالیز آماری و از برنامه اکسل جهت ترسیم نمودارها استفاده شد.

نتایج

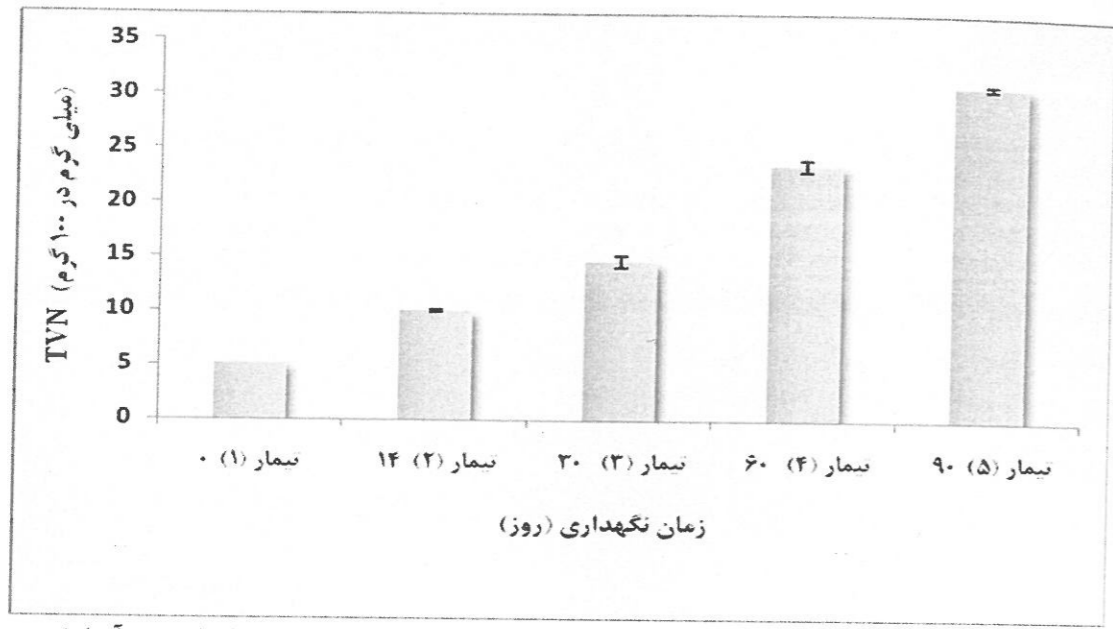
نتایج کلی حاصله از متغیرهای مورد سنجش در این پژوهش در جدول (۱) ارایه گردیده است.

میزان ترکیبات مختلف بدن کفال طلایی تازه بلافاصله پس از صید برابر ۱۴/۶۵ درصد پروتئین، ۴/۴۰ درصد چربی، ۱/۹۰ درصد خاکستر و ۷۹/۰۱ درصد رطوبت بود.

آزمایش‌های انجام شده	تیمار (۱)			تیمار (۲)			تیمار (۳)			تیمار (۴)			تیمار (۵)		
زمان نگهداری (روز)	تکرار			تکرار			تکرار			تکرار			تکرار		
TVN (میلی گرم در ۱۰۰ گرم)	۵/۰۹	۵/۰۹	۵/۰۹	۹/۹۹	۱۰/۱۰	۹/۸۸	۱۴/۷۰	۱۵/۰۱	۲۳/۹	۲۲/۹	۲۳/۵	۲۳/۹	۳۰/۵۱	۳۰/۹۰	۳۰/۹۰
میانگین ± انحراف معیار	۵/۰۹ ± ۰/۰۰			۹/۹۹ ± ۰/۱۰			۱۴/۵۷ ± ۰/۵۱			۲۲/۴۳ ± ۰/۵۰			۳۰/۸۰ ± ۰/۳۵		
PV (میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم)	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۸	۱/۵۹	۱/۳۹	۱/۵۰	۳/۸۸	۳/۹۰	۲/۱۰۶	۲/۱	۲/۱۰۶	۲/۱	۲/۸/۸	۲/۸/۸	۲/۸/۸
میانگین ± انحراف معیار	۰/۵۷ ± ۰/۰۰			۱/۴۹ ± ۰/۱۰			۳/۸۹ ± ۰/۰۰			۲/۱۰۲ ± ۰/۰۳			۲/۶/۸ ± ۰/۱۱		
TC (CFU/gr)	۴	۴	۴	۴/۹۰	۴/۴۷	۴/۶۹	۴/۳۹	۴/۴۲	۴/۸۴	۴/۹۲	۴/۹۲	۴/۹۲	۵/۶۱	۵/۶۷	۵/۷۱
میانگین ± انحراف معیار	۴/۰ ± ۰/۰۰			۴/۷۰ ± ۰/۲۱			۴/۴۰ ± ۰/۰۳			۵/۰ ± ۰/۰۷			۵/۷۰ ± ۰/۰۵		
HBC (CFU/gr)	۳/۳۲	۳/۳۰	۳/۳۲	۴/۵۵	۴/۵۳	۴/۵۹	۴/۶۹	۴/۷۷	۵/۸۶	۵/۹۲	۵/۹۰	۵/۹۰	۶/۰۴	۶/۳۵	۶/۴۷
میانگین ± انحراف معیار	۳/۳۰ ± ۰/۰۱			۴/۵۵ ± ۰/۰۲۹۹			۴/۷۵ ± ۰/۰۳			۵/۹۰ ± ۰/۰۳			۶/۳۰ ± ۰/۲۲۴		
<i>Clostridium Botulinum</i> (CFU/gr)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

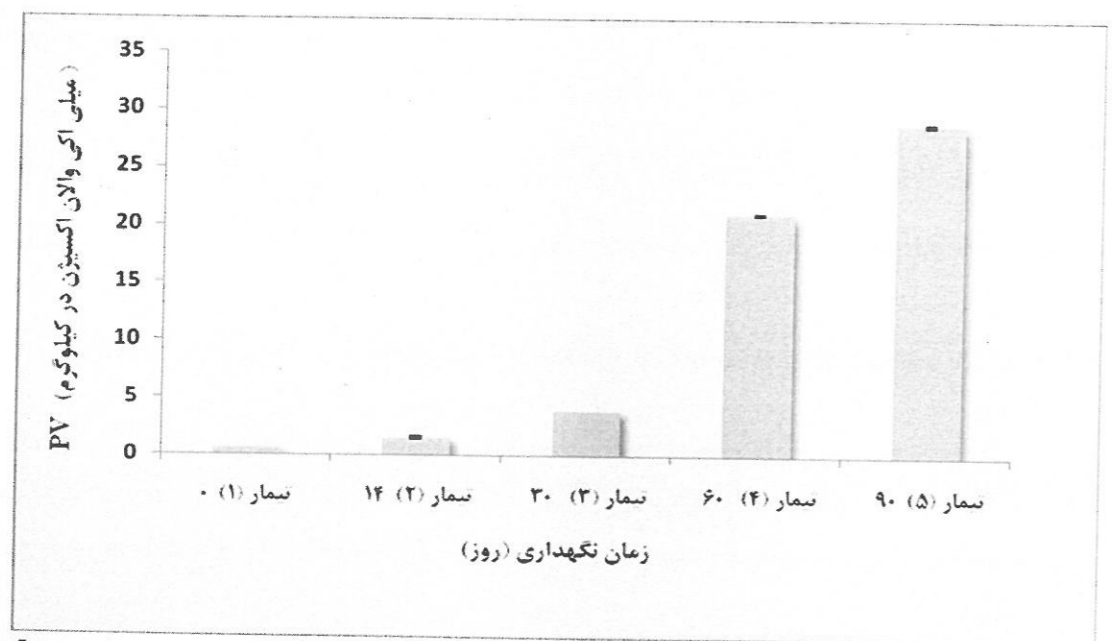
جدول ۱ - مقایسه کلی نتایج به دست آمده در تیمارهای آزمایش شده.

تغییرات TVN ماهی کفال طلایی، در تیمارهای مختلف در شکل (۱) نشان داده شده است. نتایج حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مورد آزمایش بود ($P < 0/05$)



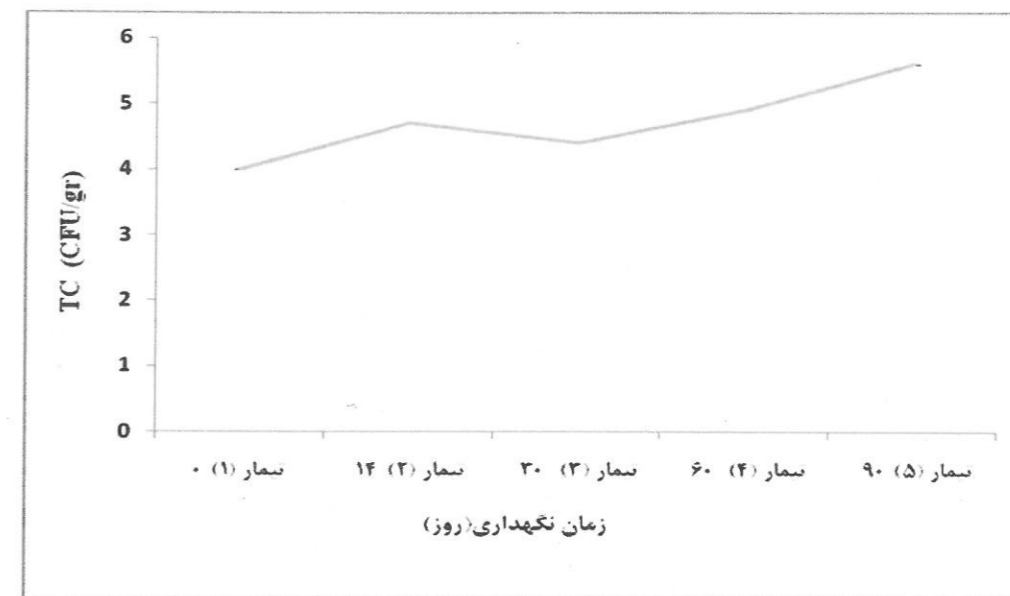
شکل ۱- مقدار TVN بر حسب میلی گرم در ۱۰۰ گرم گوشت ماهی کفال طلایی در تیمارهای مورد آزمایش (آنتنک‌ها نشان‌دهنده انحراف معیار است)

تغییرات PV ماهی کفال طلایی در تیمارهای مختلف در شکل (۲) نشان داده شده است و نتایج حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مورد آزمایش بود ($P < 0/05$).

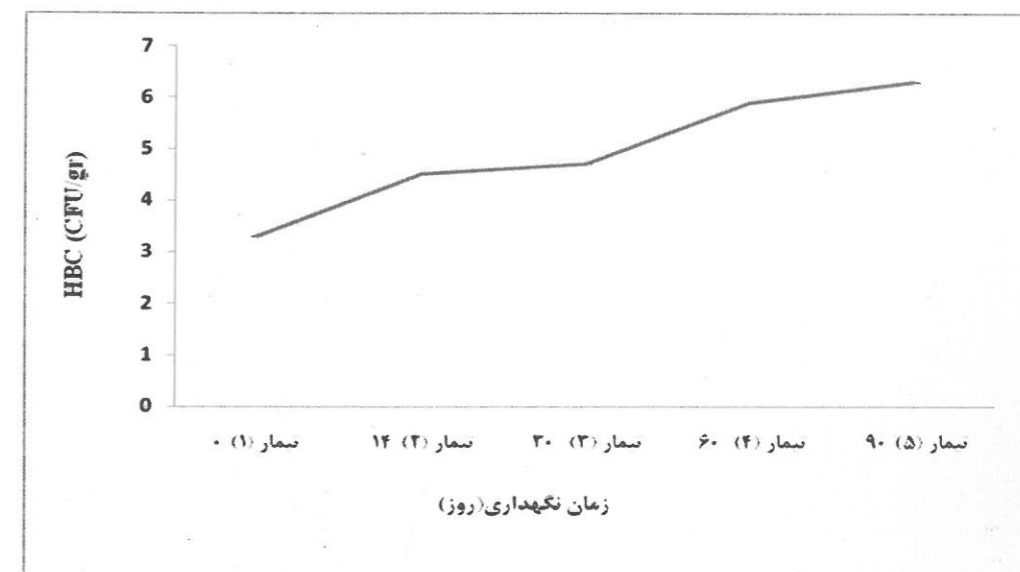


شکل ۲- مقدار پراکسید بر حسب میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم گوشت ماهی کفال طلایی در تیمارهای مورد آزمایش (آنتنک‌ها نشان‌دهنده انحراف معیار است)

تغییرات TC و HBC ماهی کفال طلایی در تیمارهای مختلف به ترتیب در اشکال (۳) و (۴) آورده شده است. نتایج نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بود ($P > 0/05$).



شکل ۳- مقدار TC بر حسب (CFU/gr) در ماهی کفال طلایی در تیمارهای مورد آزمایش



شکل ۴- مقدار HBC بر حسب (CFU/gr) در ماهی کفال طلایی در تیمارهای مورد آزمایش

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق مقدار TVN در نمونه‌های تیمار (۱)، بلافاصله پس از صید اندازه‌گیری شد و ۵/۰۹ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بود، که این میزان به ۱۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم پس از ۱۴ روز در نمونه‌های تیمار (۲) رسید، افزایش جزئی TVN در مراحل اولیه نگهداری به دلیل تجزیه آمینواسیدها و نوکلئوتیدهاست در حالی که افزایش مقدار TVN در مراحل پایانی نگهداری به دلیل افزایش فعالیت میکروبی می‌باشد (Sallam et al., 2006). مقدار TVN پس از ۳۰ روز به ۱۴/۵ میلی گرم در ۱۰۰ گرم در نمونه‌های تیمار (۳) رسید که این مقدار همچنان قابل قبول بود، هر گاه مقدار TVN در ماهی از ۲۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم نمونه کمتر باشد می‌توان آن را قابل مصرف برشمرد (Pearson, 1973)، مقدار TVN تا پایان زمان نگهداری روند افزایشی داشت به طوری که به ۲۳/۵ میلی گرم در ۱۰۰ گرم در نمونه‌های تیمار (۴) و به ۳۰/۸۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم در نمونه‌های تیمار (۵) رسید، تغییرات اصلی در راستای تجزیه پروتئین در ماهیان عمل‌آوری شده با نمک به دلیل افزایش تراکم کلرید سدیم رخ میدهد چرا که با افزایش تراکم نمک pH ماهیچه ماهی پایین می‌آید که دنا توره شدن پروتئین را افزایش می‌دهد (Privalov & Makhatadze, 1993)، بعد از گذشت ۶۰ روز مقدار TVN در نمونه‌های تیمار (۴) از حد مجاز فراتر رفت، از این رو با توجه به نتایج به دست آمده بهترین زمان مصرف این محصول عمل‌آوری شده با توجه به فساد چربی ۳۰ روز اعلام می‌شود.

در این تحقیق مقدار PV در نمونه‌های تیمار (۱)، ۰/۵۷ میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم بود، که این مقدار به ۱/۵۰ میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم پس از ۱۴ روز در نمونه‌های تیمار (۲) رسید، افزایش PV نشان‌دهنده آغاز فساد چربی در ماهی است که نتیجه عملکرد آنزیم‌های اتولیتیک می‌باشد (Ashie et al., 1996). Kanner و همکاران (1991) افزایش میزان نمک را در محصولات عمل‌آوری موثر در افزایش فساد چربی عنوان کردند. افزایش مقدار نمک منجر به افزایش اکسیداسیون خود به خود و کاهش اکسیداسیون ناشی از عملکرد آنزیمی در ماهی سردین نمک سود می‌شود (Takiguci, 1989). مقدار PV تا پایان زمان نگهداری روند افزایشی داشت، در محصولاتی که میزان نمک مصرفی برای عمل‌آوری آنها زیاد در نظر گرفته می‌شود روند اکسیداسیون چربی افزایش می‌یابد چرا که نمک منجر به افزایش عملکرد آنزیم‌های مسئول اکسیداسیون چربی است (Gülyavuz & Ünlüsayın, 1999). PV در نمونه‌های تیمار (۳) به ۳/۹ میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم، در نمونه‌های تیمار (۴) به ۲۱/۰۲ میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم و در نمونه‌های تیمار (۵) به ۲۸/۸۶ میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم رسید، هر گاه مقدار PV در ماهی از ۱۰ میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم فراتر رود (Pearson, 1997)، ماهی از نظر چربی فاسد به شمار می‌آید، البته Ludorff و Meyer (1973) حد PV را با توجه به تازگی ماهی به صورت $PV = 0.2$ میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم بسیار خوب، $PV = 2.5$ میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم خوب، $PV = 5.8$ میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم قابل قبول و $PV = 8.1$ میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم آغاز فساد عنوان کردند. Verma و همکاران (1995) $meqO_2/kg$ را $PV = 8$ را آخرین حد قابل قبول برای تازگی ماهی عنوان کردند. با در نظر گرفتن حد مجاز PV تا پایان تیمار (۳) مقدار آن بسیار خوب و قابل قبول است، اما بعد از گذشت ۶۰ روز مقدار PV در نمونه‌های تیمار (۴) از حد مجاز فراتر می‌رود، از این رو با توجه به نتایج به دست آمده بهترین زمان مصرف این محصول عمل‌آوری شده با توجه به فساد چربی ۳۰ روز اعلام می‌شود.

در این تحقیق TC و HBC به عنوان فاکتورهای شاخص جهت بررسی جمعیت میکروبی ماهی کفال طلایی با در نظر گرفتن حد مجاز $\log_6 CFU/gr$ بررسی شد (Huss, 1994; Özoğul et al., 2004). مقدار TC در نمونه‌های تیمار (۱) و تیمار (۲) به ترتیب $\log_4 CFU/gr$ و $\log_4 70 CFU/gr$ بود، که این مقدار با توجه به حذف باکتری‌های هوازی به واسطه شرایط بسته‌بندی و کیوم پس از ۳۰ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در نمونه‌های تیمار (۳) به $4/40 CFU/gr$

log کاهش یافت، اما پس از آن مقدار TC روند افزایشی داشت، به طوریکه این مقدار به $\log 5$ CFU/gr در نمونه‌های تیمار (۴) و $\log 5/7$ CFU/gr در نمونه‌های تیمار (۵) رسید. باکتری‌ها شوک محیط جدید را بعد از حذف اکسیژن در شرایط بسته‌بندی و کیوم و دمای پایین محیط نگهداری پشت سرگذاشته و پس از تطبیق خود با محیط (Adaptation) شروع به رشد سریع می‌نمایند (رضوی شیرازی، ۱۳۸۶).

به طور کلی TC و HBC تا پایان زمان نگهداری روند افزایشی داشتند، که می‌تواند به دلیل افزایش رشد میکروفلورهای بی‌هوازی باشد (Vanderzant & Splittstoesser, 1992). مقدار HBC در نمونه‌های تیمار (۱) و تیمار (۲) به ترتیب $\log 3/3$ CFU/gr و $\log 4/55$ CFU/gr بود که این روند افزایشی ادامه داشت به طوریکه این مقدار در نمونه‌های تیمار (۳)، تیمار (۴) و تیمار (۵) به ترتیب $\log 4/75$ CFU/gr، $\log 5/90$ CFU/gr و $\log 6/30$ CFU/gr بود. مقدار TC تا پایان زمان نگهداری از حد مجاز $\log 6$ Cfu/gr فراتر نرفت اما مقدار HBC در نمونه‌های تیمار (۵)، از حد مجاز فراتر رفت، از این رو محصول عمل‌آوری شده از نظر باکتریایی پس از ۶۰ روز نگهداری، فاسد اعلام می‌شود، Cakli و همکاران (2006) در بررسی که بر روی دوره ماندگاری ماهی *Onchoryncus mykiss* قزل‌آلای دودی شده تحت شرایط بسته‌بندی و کیوم در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد داشتند، بهترین زمان ماندگاری را ۳۳ روز با توجه به حد مجاز 6 Cfu/gr \log اعلام کردند. با توجه به فساد مواد پروتئینی و چربی که زودتر از این زمان، پس از ۳۰ روز در این محصول اعلام شد بهترین زمان مصرف ماهی کفال طلایی شور بسته‌بندی شده تحت شرایط و کیوم در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد ۳۰ روز اعلام می‌شود. در آزمایشات انجام گرفته هیچ اثری از حضور باکتری *Clostridium botulinum* گزارش نشد.

تشکر و قدردانی

از استاد گرامی جناب آقای دکتر معینی جهت راهنمایی‌های ارزشمندشان صمیمانه سپاسگزاری نموده، از جناب آقای مهندس محمد گشتاسب زاده، مدیر عامل محترم کارخانه بسته‌بندی کیان ماهی خزر تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

- اروجعلیان، ع. ر. و هدایتی فرد، م. ۱۳۸۳. بهبود زمان ماندگاری ماهیان تازه دریای مازندران با استفاده از تکنیک‌های اتمسفر اصلاح شده (MAP). معاونت اقتصادی و برنامه‌ریزی، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان مازندران.
- رضوی شیرازی، ح. ۱۳۸۶. تکنولوژی فرآورده‌های دریایی، چاپ دوم، انتشارات نقش مهر. تهران، ایران.
- زارع گشتی، ق. ۱۳۷۳. ارزیابی انواع فرآورده‌های ماهیان خاویاری و کیلکای بسته‌بندی شده در خلاء، مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس ملی شیلات ایران، فرآوری آبزیان، چاپ اول، شرکت سهامی شیلات ایران.
- عادلی، ا. ۱۳۸۷. اصول بازاریابی و بسته‌بندی آبزیان، موسسه انتشارات هنری نهایت. تهران، ایران.
- عبدالملکی، ش. و غنی نژاد، د. ۸۳-۱۳۸۲. ارزیابی ذخایر ماهیان استخوانی دریایی خزر در سال ۸۳-۸۲. مرکز تحقیقات ماهیان استخوانی دریای خزر. بندر انزلی.
- غنی نژاد، د. ۱۳۸۹. پروژه بررسی برخی ویژگی‌های زیستی کفال طلایی در سواحل ایرانی دریای خزر. پژوهشکده آبی پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات شیلات.
- کیوان، ا. و هدایتی فرد، م. ۱۳۸۶. بررسی زمان ماندگاری و تغییرات کیفی فیله تاس ماهی ایرانی *Acipenser persicus* در شرایط بسته‌بندی در خلاء، ماهنامه آبزیان، ۸۴: ۴۲ تا ۴۷.
- معینی، س. و نخبه زارع، د. ۱۳۸۱. تعیین زمان ماندگاری ماهی کفال طلایی در سردخانه. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۳(۳): ۴۸۹ تا ۴۹۷.

AOAC. 1999. Official methods of analysis of AOAC international. 16th Ed. Gaithersburg, MD, USA.

- Ashie, I. N. A., Smith, J. P., & Simpson, B. K. 1996. Spoilage and shelf life extension of fresh fish and shellfish. *Critical Review of Food Science and Technology*, 36: 87-121.
- Baker, D. A., Genigeorgis, C., & Garcia, G. 1990. Prevalence of *Clostridium botulinum* in seafood and significance of multiple incubation temperatures for determination of its presence and type in fresh retail fish. *Journal of Food Protection*, 53: 668-673.
- Cakli, S., Kilinc, B., Dincer, T. & Tolasa, S. 2006. Comparison of the shelf life's of map and vacuum packaged hot smoked rainbow trout *Onchoryncus mykiss*. *Journal of European Food Research and Technology*, 224: 19-26.
- Gülyavuz, H. & Ünlüsayın, M. 1999. Seafood processing technology (In Turkish). Şahin Press, Ankara, Turkey.
- Huss, H. H. 1994. Assurance of seafood quality. FAO Fisheries Technical Paper No: 334, Rome, 169p.
- Kanner, J., Harel, S., & Jaffe, R. 1991. Lipid peroxidation of muscle food as affected by NaCl. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39: 1017-1021.
- Ludorff, W. & Meyer, V. 1973. *Fische und Fischerzeugnisse*. Verlag Paul Parey in Hamburg und Berlin.
- Mohan, C.O., Ravishankar, C. N. & Srinivasagopal, K. 2008. Effect of O₂ scavenger on the shelf-life of catfish *Pangasius sutchi* steaks during chilled storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88: 442-448.
- Özogul, F., A. Polat, & Y. Özogul. 2004. The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines *Sardina pilchardus*. *Food Chemistry*, 85: 49-57.
- Pearson, D. 1973. *Laboratory techniques in food analysis*. Butter Worth. London.
- Pearson, D. 1997. *Laboratory techniques in food analysis*. 4th Ed., Butterworth and Co. Ltd., UK.
- Privalov, P.L. & Makhatadze, G.I. 1993: Contribution of hydration to protein folding thermodynamics. II. The entropy and gibbs energy of hydration. *Journal of Molecular Biology*, 232: 660-679.
- Sallam, K.I., Ahmed, A.M., Elgazzar, M.M. & Eldaly, E.A. 2006. Chemical quality and sensory attributes of marinated Pacific saury *Cololabis saira* during vacuum-packaged storage at 4 °C. *Journal of Food Chemistry*, 102: 1061-1070.
- Takiguci, A. 1989. Effect of NaCl on the oxidation and hydrolysis of lipids in salted sardine fillets during storage. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55: 1649-1654.
- Vanderzant, C. & Splittstoesser, D. F., (Editors). 1992. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods* 3rd ed. American Public Health Association, Washington, DC.
- Verma, J. K., Srikar, L. N., Sudhakara, N. S. & Sarma, J. 1995. Effects of frozen storage on lipid freshness parameters and some functional properties of oil sardine (*Sardinella longiceps*) Mince. *Food Research International*, 28(1): 87-90.
- Wheaton, F. W. & Lawson, T. B. 1985. Properties of aquatic material. In: *Processing aquatic products*. John Wiley & Sons. New York.
- Yano, T. 2002. Population of halophilic bacteria in salted fish products made in the Loochoo Islands, Okinawa and the Noto Peninsula, Ishikawa, Japan. *Journal Fisheries Science*, 68: 1265-1273.