

بهبود شاخص‌های حسی، شیمیایی و جمعیت باکتریایی گوشت اردک ماهی (*Esox lucius*) تحت تاثیر تخلیه احشائی طی نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

• مسعود هدایتی فرد (نویسنده مسئول)

عضو هیات علمی گروه شیلات، مرکز تحصیلات تکمیلی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر، قائم شهر، ایران

• محدثه ملاپور

دانشجوی کارشناسی ارشد شیلات، دانشکده تحصیلات تکمیلی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر، قائم شهر، ایران

• مهدی یوسفیان

عضو هیات علمی موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، گروه بیوتکنولوژی، ساری، ایران

تاریخ دریافت: مرداد ۹۴ تاریخ پذیرش: شهریور ۹۴

Email: Hedayati.m@qaemshahriau.ac.ir



چکیده

تأثیر تخلیه امعاء و احشاء اردک‌ماهی بر خواص حسی، شیمیایی و جمعیت باکتریایی آن طی ۳ ماه نگهداری به حالت انجماد در در دمای ۱۸- درجه سلسیوس (در روزهای صفر، ۳۰، ۷۵ و ۹۰) صورت پذیرفت. برای این منظور میزان ترکیبات تقریبی (رطوبت، پروتئین و چربی)، شاخص‌های فساد شیمیایی شامل پراکسید (PV)، تیوباربیتیک اسید (TBA) و مجموع ازت‌های فرار (TVB-N)، شمارش کلی میکروبی (TVC) و شاخص‌های حسی (طعم، بو، رنگ و بافت) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد طی نگهداری ترکیبات رطوبت، پروتئین و چربی در هر دو گروه ماهی شکم‌پر و شکم‌خالی اختلاف معنی‌داری نداشت (۰/۰۵ > p). شاخص‌های پراکساید در ماهی شکم‌پراز ۰/۰۴ ± ۱/۱۸ به ۰/۲۰ ± ۴/۴۸ و در ماهی شکم‌خالی به ۰/۱۸ ± ۵/۳۴ میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم (۰/۰۵ > p)، تیوباربیتوریک اسید در ماهی شکم‌پراز ۰/۰۱ ± ۰/۴۸ به ۰/۰۷ ± ۰/۹۰ و در ماهی شکم‌خالی به ۰/۰۷ ± ۰/۹۶ میلی‌گرم مالون‌دهالدهید بر کیلوگرم (۰/۰۵ > p) و مجموع ازت‌های فرار در ماهی شکم‌پراز ۰/۱۲ ± ۹/۹۱ به ۰/۲ ± ۲۲/۳۱ و در ماهی شکم‌خالی به ۰/۵۰ ± ۲۴/۷۸ میلی‌گرم در صدگرم (۰/۰۵ < p) در طول دوره نگهداری روند افزایشی را نشان دادند. شمارش کلی باکتری‌ها بیانگر افزایش در ماهی شکم‌پر (از ۰/۰۷ ± ۳/۵۴ به ۰/۱۹ ± ۶/۷۴ کلونی در گرم) نسبت به ماهی شکم‌خالی (با ۰/۰۷ ± ۵/۹۵ کلنی در گرم) بود (۰/۰۵ < p). در ارزیابی حسی کاهش کیفیت بو، بافت، طعم و مزه در ماهی شکم‌پر بیشتر از ماهی شکم‌خالی، اما شاخص رنگ کمترین تغییر را نشان داد. بنابراین با توجه به نتایج بهترین زمان ماندگاری اردک‌ماهی به صورت شکم‌پر به مدت ۷۵ روز تعیین گردید.

کلمات کلیدی: اردک‌ماهی، ارزیابی حسی، انجماد، تخلیه احشایی، شاخص‌های شیمیایی

• Veterinary Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 110 pp: 32-40

Improvement of microbiological, chemical and sensory attributes of northern pike *Esox lucius* meat affected by gutting during storage at -18°C

By: Hedayatifard, M., (Corresponding Author) Faculty Member, Fisheries Department, Advanced Education Center, Islamic Azad University Qaemshahr branch. Mollapour, M., MSc Student of Fishery, Advanced Education Center, Islamic Azad University Qaemshahr branch. Yousefian, M., Faculty Member, Iranian Fisheries Research Organization, Caspian Sea Ecology Research.

Received: July 2015 Accepted: August 2015

Email: Hedayati.m@qaemshahriau.ac.ir

The gutting effect of Northern pike on the sensory properties, chemical and bacterial community was done during 3 months of frozen storage (days 0, 30, 75 and 90) at -18°C. For this purpose the amount of approximate composition (moisture, protein and lipid), chemical spoilage indices including Peroxide (PV), Thiobarbituric acid (TBA) and Total Volatile Bases-Nitrogen (TVB-N), Total Microbial Count (TVC) and Sensory characteristics (taste, odor, color and texture) were evaluated. The results showed that there are no different during storage, in moisture, protein and lipid contents in both whole and gutted fish, significantly ($P>0.05$). PV in whole fish from 1.8 ± 0.04 to 4.48 ± 0.20 and in gutted fish to 5.34 ± 0.18 meqO₂/kg ($P>0.05$), TBA in whole fish form 0.48 ± 0.01 to 0.9 ± 0.007 and in gutted fish to 0.96 ± 0.007 mg MDA/Kg ($P>0.05$) and TVB-N in whole fish from 9.91 ± 0.12 to 22.31 ± 0.2 and in gutted fish from 24.78 ± 0.50 mg/100g ($P<0.05$) during storage showed an increasing during the storage. Total count of bacteria represents an increasing in whole fish (from 3.54 ± 0.007 to 6.74 ± 0.19 Logcfu/g) in comparison to gutted fish (with 5.95 ± 0.007 Logcfu/g) ($P<0.05$). In sensory characteristics the qualities of odor, texture and taste of whole fish were more than gutted fish but the color index showed minimal changes. Thus, according to results the best shelf time of 75 days for Northern pike whole frozen was determined.

Key words: Chemical indices; Freezing; Gutting; Northern Pike; Sensory

مقدمه

ماهی و دیگر آبزیان از تولیدات اقتصادی مهم بسیاری از کشورها می‌باشند. فرآورده‌های شیلاتی علیرغم داشتن ارزش غذایی بالا، فسادپذیری زیادی نسبت به عوامل محیطی دارند، زیرا پس از صید تغییرات زیادی در بافت عضله ماهی رخ می‌دهد. بنابراین فرآیند فساد در ماهی بلافاصله پس از مرگ آغاز می‌شود. فساد محصولات غذایی به دلیل فعالیت شیمیایی، آنزیمی و یا میکروبی رخ می‌دهد. با توجه به نقش عمده باکتری‌ها در فرآیند فساد اغلب محصولات شیلاتی (Yaghoobzadeh and Abdolaha-deh, 2011)، بیان شده است که ارزش غذایی ۳۰ درصد از ماهیان به تنهایی به خاطر فعالیت‌های میکروبی از دست می‌رود (Howell و Badii، ۲۰۰۲). تکنیک‌های متفاوتی جهت حفظ کیفیت ماهی به کار می‌رود که انجماد یکی از بهترین روش‌های آن است (Lugasia و همکاران، ۲۰۰۷؛ Badii و Howell، 2002). انجماد در ماهیان باعث می‌شود که ترکیبات مغذی موجود در گوشت ماهی مثل ویتامین‌ها، چربی و پروتئین بدون هیچ گونه تغییری برای مدت نسبتاً طولانی محفوظ بماند (Fahim-Dezhban, 2008). انجماد در مقایسه با روش‌های سنتی مانند شور کردن^۱، دود دادن^۲ و خشک کردن^۳ از مزایای بیشتری برخوردار است؛ زیرا در این روش کمترین تغییر در محصول ایجاد می‌شود (Razavi-Shirazi, 2007). با این وجود هنگامی که زمان نگهداری ماهی در سردخانه طولانی می‌گردد، تغییراتی نامطلوب در خواص کیفی آن ظاهر می‌شود که سبب کاهش ارزش خوراکی

ماهی می‌گردد (Lugasia و همکاران، ۲۰۰۷).

انجماد بر حسب سرعت منجمدسازی و نوع فرآیند آن متفاوت است و برای محصولات شیلاتی تونل انجماد روشی معمول محسوب می‌گردد (Connel, 1975).

اردک‌ماهی^۴ به عنوان یک گونه با ارزش آبی سال‌ها است که مورد استفاده قرار مصرف کنندگان می‌گیرد (Carig, 1996) و از مهمترین ماهیان استخوانی اقتصادی حوزه آبریز دریای مازندران محسوب می‌شود (Coad, 2015). به دلیل بازارپسندی این گونه، چگونگی حفظ کیفیت، شناخت ارزش غذایی و اصول فرآوری و نگهداری آن، از اهمیت به سزایی برخوردار است (Rodger, 1991).

در ارتباط با تأثیر تخلیه امعاء و احشاء^۵ بر روی تغییرات کیفیت در زمان ماندگاری ماهیان مطالعاتی صورت گرفته است (Taheri و همکاران ۲۰۱۲) تغییرات پروفایل اسیدهای چرب فیله ماهی کوبیا^۶ را طی نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند ارزش غذایی فیله این ماهی طی ذخیره‌سازی ۶ ماهه به طور قابل توجهی کاهش یافت. علاوه بر این Bahmani و همکاران (۲۰۱۱) تغییرات کیفیت ماهی شکم‌پر یا کامل^۷ کفال طلایی^۸ را در سه حالت یخ، یخچال و فریزر مورد بررسی قرار دادند که عمر مفید محصول را به ترتیب ۱۰ و ۱۴ روز در یخ و فریزر تعیین نمودند. اما Rezaei و Khorramgah (۲۰۱۲) تأثیر تخلیه شکمی را بر خواص شیمیایی و حسی ماهی سفید دریای

به ۱ به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس ماهیان با آب قابل شرب شستشو داده شده بعد از آن به طور تصادفی سه عدد از ماهیان تازه به منظور انجام آزمایش‌های شیمیایی و جمعیت باکتریایی و شاخص‌های حسی برای زمان صفر (تازه) جدا شدند. در ادامه ماهیان به دو دسته ۹ تایی تقسیم شدند؛ یک دسته به صورت ماهی شکم‌پر وبدون هرگونه تخلیه شکمی، درون کیسه‌های فریزر قرار گرفته و در ۱۸- درجه سلسیوس منجمد شدند و دسته دیگر بعد از عملیات فلس کنی، بردن باله و تخلیه شکمی به عنوان ماهی شکم‌خالی دوباره شسته شده و در همان شرایط منجمد شدند. در نمونه‌برداری‌های بعدی گوشت بخش‌های مختلف ماهیان بصورت هموزن در زمان‌های مختلف نگهداری (صفر، ۳۰، ۷۵ و ۹۰ روز) مورد آزمون‌های سنجش کیفیت شیمیایی، حسی و شمارش باکتریایی قرار گرفتند.

سنجش ترکیبات تقریبی

ترکیبات تقریبی نمونه‌ها شامل رطوبت، پروتئین و چربی، در ۳ نوبت بصورت تازه و ماه‌های اول و آخر دوره نگهداری ارزیابی گردیدند. رطوبت از طریق اختلاف وزن حاصل از قراردادن نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آون (Heraeus, d) -۶۳۴۵۰ با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. سنجش پروتئین به روش هضمی کج‌لدال تمام اتوماتیک (Analyzerunit) (۲۳۰۰) انجام شد (AOAC, 2005). میزان چربی با روش استخراجی کلروفوم_ متانول به دست آمد (Bligh and Dyer, 1959).

سنجش شاخص‌های شیمیایی

برای ارزیابی شاخص‌های شیمیایی کیفیت در زمان‌های نگهداری صفر، ۳۰، ۷۵ و ۹۰ روزه، نمونه‌برداری از بخش‌های قدامی، میانی و خلفی بافت ماهیان صورت پذیرفت (Connel, 1975). اندازه‌گیری پراکساید ۱۸ به روش ارائه شده توسط Egan و همکاران (۱۹۹۷) و اندازه‌گیری مجموع بازهای نیتروژنی فرار ۱۹ به روش Goulas و Kontominas (۲۰۰۷) محاسبه شدند. اندازه‌گیری تیوباریوتیک اسید ۲۰ به وسیله روش رنگ‌سنجی (Natseba و همکاران، ۲۰۰۵) و توسط اسپکتروفتومتر (Jenway-۶۳۰۵)، صورت گرفت.

ارزیابی جمعیت باکتریایی

تعیین جمعیت باکتریایی کل (TVC) ابتدا با ۳ بار نمونه‌برداری جداگانه از هر ماهی از ناحیه قدامی پشت ماهی ۱۰ گرم از گوشت زیرین برداشته شد و در ۹۰ میلی لیتر سرم فیزیولوژی استریل ۰.۸۵٪ قرار گرفت و به مدت ۶۰ ثانیه در مخلوط کن آزمایشگاهی هموزن شده سپس طبق روش Siskos و همکاران (۲۰۰۷) شمارش انجام گردید.

سنجش شاخص‌های حسی

برای ارزیابی پارامترهای حسی نیز در هر مرحله از آزمایش برای هر تیمار شاخص‌های حسی مورد آزمون بر پایه‌ی ارزیابی ارزشگذاری ۹ نمره‌ای بوده و طبق روش امتیاز دهی Lin و Morrissey (۱۹۹۴) و با ۱۵ نفر ارزیاب نیمه آموزش دیده انجام پذیرفت. بطوریکه نمونه‌های پخته شده در چهار پارامتر بو، رنگ، بافت، طعم و مزه، با احتساب امتیازات ۹ برای عالی، ۷ برای خوب، ۵ برای متوسط، ۳ برای بد، و صفر برای غیرقابل مصرف مورد آزمایش قرار گرفتند. شاخص‌های حسی نیز در زمان‌های نگهداری

مازندران^۹ حین نگهداری به حالت انجماد را مورد بررسی قرار دادند که بر اساس آن تغییرات کیفیت نمونه شکم خالی نسبت به ماهی شکم‌پر طی نگهداری به حالت انجماد بیشتر ارزیابی گردید. نتایج مشابهی توسط Alaodolei (۲۰۱۳) پیرامون تخلیه شکمی ماهی سوف ۱۰ در شرایط انجماد ارائه شد که تغییرات کیفی، میکروبی و حسی را طی فرآیند تخلیه شکمی بیان نمود. Shokri و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی تأثیر تخلیه‌ی شکمی بر روی پروفایل اسید چرب و شاخص‌های کیفی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان^{۱۱} اظهار نمودند که در مجموع تمامی فاکتورهای مورد ارزیابی اعم از شیمیایی، حسی و میکروبی از محدوده مجاز تجاوز نکرده و هر دو گروه ماهی شکم‌پر و شکم خالی در پایان ۹۰ روز نگهداری قابل مصرف تشخیص داده شد. Karami و همکاران (۲۰۱۳) تغییرات اسیدهای چرب و شاخص‌های کیفیت شیمیایی تیلایپیا سرخ^{۱۲} را طی انجماد در دمای ۱۸- درجه سلسیوس به مدت ۱۵۰ روز مورد بررسی قرار دادند؛ طبق نتایج بدست آمده از این تحقیق تغییرات فاکتورهای مذکور کنترل شد. همچنین ماهی تیلایپیا^{۱۳} از لحاظ شاخص‌های حسی، میکروبی و pH در دمای صفر درجه سلسیوس توسط Kapute و همکاران (۲۰۱۳) بررسی شده و به این نتیجه رسیدند که عمر ماندگاری آن ۱۶ تا ۱۸ روز می‌باشد. اثرات تخلیه شکمی بر خصوصیات شیمیایی، میکروبیولوژیکی و حسی ماهی باس پرورشی^{۱۴} به هنگام نگهداری در یخ توسط Papadopoulos و همکاران (۲۰۰۳) مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که عمر ماندگاری ماهی سسی باس شکم‌پر و شکم خالی نگهداری شده در یخ بر اساس آنالیزهای میکروبیولوژیکی و حسی به ترتیب ۱۳ و ۸ روز بود. در مطالعه‌ای دیگر Lehmann و Aubourg (۲۰۰۷) تأثیر تخلیه شکمی را بر توسعه تند شدن^{۱۵} در ماهی یال اسبی در طول نگهداری در ۲۰- درجه سلسیوس بررسی کردند. نتایج نشان داد که تخلیه شکمی این ماهی باعث افزایش میزان اکسیداسیون در محصول منجمد می‌گردد. این محققین پیشنهاد کردند ماهیان نیمه چرب مثل یال اسبی ۱۶ قبل از انجماد تخلیه شکمی نشوند. Ozyurt و همکاران (۲۰۰۹)، ماهیان کفال قرمز^{۱۷} و کفال طلایی را از لحاظ حسی و میکروبیولوژیکی و شیمیایی در طول نگهداری در مجاورت یخ مورد ارزیابی قرار دادند که بر اساس مطالعات انجام شده عمر ماندگاری کفال طلایی ۸ روز و کفال قرمز ۱۱ روز برآورد شده است. بررسی سوابق نشان می‌دهد تخلیه احشائی بر خواص کیفی ماهی موثر است و با عنایت به کاربرد رایج انجماد همراه با هر دو فرآیند ماهی شکم‌پر و شکم خالی شده در کشورمان، با هدف بهبود کیفیت و افزایش زمان ماندگاری از طریق ارزیابی شاخص‌های شیمیایی، میکروبی و حسی بر روی اردک‌ماهی به عنوان یکی از با ارزش‌ترین و بازارپسندترین ماهیان استخوانی دریای مازندران به ویژه در سواحل شمالی ایران انجام پذیرفته است.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی نمونه‌های ماهی و نحوه نگهداری

تعداد ۲۱ عدد اردک ماهی به صورت کاملاً تازه و به طور تصادفی از هر دو جنس در بهمن ماه ۱۳۹۱ از بازار ماهی شهرستان فریدونکنار در مازندران تهیه شد. بعد از اندازه‌گیری پارامترهای زیست‌سنجی شامل وزن و طول، ماهیان در کوتاه‌ترین زمان در جعبه حاوی یخ به نسبت ۱

صفر، ۳۰، ۷۵ و ۹۰ روزه مورد ارزیابی قرار گرفتند.

تجزیه و تحلیل آماری

نتایج تمامی آزمون‌ها از میانگین سه تکرار بدست آمد. تجزیه و تحلیل آماری آنالیز واریانس ANOVA One-Way با استفاده از برنامه نرم‌افزاری SPSS ۱۱.۰.۵ انجام و جهت تعیین اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها، از آزمون جداساز دانکن ۲۲ در سطح اطمینان ۰.۹۵ استفاده گردید. همچنین آنالیز آماری داده‌های حاصل از ارزیابی حسی به کمک آزمون غیرپارامتریک کروسکال-والیس ۲۳ انجام شد. تست همگن بودن داده‌ها توسط کولموگروف - اسمیرنوف ۲۴ انجام و نرمال بودن داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. جداول و نمودارها با استفاده از برنامه نرم‌افزاری Excel ۲۰۰۷ ترسیم شدند.

نتایج

زیست‌سنجی و ترکیبات تقریبی

مطابق زیست‌سنجی صورت گرفته میانگین وزن و طول ماهیان به ترتیب ۳/۲۲ ± ۷۰۰ گرم و ۰/۶۲ ± ۴۲۰ میلی‌متر بود. تغییرات ترکیبات

تقریبی ماهیان شکم‌پر و شکم‌خالی طی نگهداری ۹۰ روزه در دمای ۱۸- درجه سلسیوس در جدول ۱ نشان داده شده است. مطابق آن، با افزایش زمان نگهداری درصد رطوبت در هر دو گروه روند افزایشی را داشته است. افزایش میزان رطوبت در هر دو تیمار در روز ۳۰ نسبت به ماهی تازه و در روز ۳۰ و ۹۰ بین ماهی شکم‌پر و شکم‌خالی معنی‌داری نبوده است ($P > 0/05$). ولی در روز ۹۰ در هر دو گروه نسبت به ماهی تازه معنی‌دار بوده است ($P < 0/05$). میزان درصد پروتئین در طول دوره نگهداری در هر دو گروه نسبت به ماهی تازه روند نزولی داشته است و این کاهش علیرغم اختلاف آماری در هر تیمار به تنهایی طی ۹۰ روز ($P < 0/05$) بین دو گروه ماهی منجمد شکم‌پر و شکم‌خالی در کل دوره معنی‌دار نبوده است ($P > 0/05$). میزان چربی نیز با افزایش زمان نگهداری در ماهی شکم‌پر تا حد مشخصی افزایش و سپس روند کاهشی را داشته است اما در ماهی شکم‌خالی میزان چربی طی نگهداری کاهش یافته است. این میزان در ماهی شکم‌پر از ۰/۰۹ ± ۴/۲۴ به ۰/۰۳ ± ۴/۱۵ درصد و در ماهی شکم‌خالی از ۰/۰۹ ± ۴/۲۴ به ۰/۰۴ ± ۳/۷ درصد رسید اما این کاهش در هر دو گروه ماهی شکم‌پر و شکم‌خالی در کل دوره معنی‌دار نبوده است ($P > 0/05$).

جدول ۱- مقایسه تغییرات میانگین ترکیبات تقریبی اردک ماهی شکم‌پر و شکم‌خالی طی زمان ماندگاری (درصد)

روزهای نگهداری	رطوبت		پروتئین		پروتئین	
	شکم‌پر	شکم‌خالی	شکم‌پر	شکم‌خالی	شکم‌پر	شکم‌خالی
صفر	۷۳/۵۶ ± ۰/۳۵ ^{Aa}	۷۳/۵۶ ± ۰/۳۵ ^{Aa}	۱۸/۳۹ ± ۰/۳۶ ^{Aa}	۱۸/۳۹ ± ۰/۳۶ ^{Aa}	۴/۲۴ ± ۰/۰۹ ^{Aa}	۴/۲۴ ± ۰/۰۹ ^{Aa}
۳۰	۷۳/۰۴ ± ۰/۰۵ ^{Aa}	۷۳/۱۷ ± ۰/۰۷ ^{Aa}	۱۸/۱۷ ± ۰/۰۶ ^{Aa}	۱۸/۰۷ ± ۰/۰۹ ^{Aa}	۴/۳۹ ± ۰/۰۴ ^{Aa}	۴/۳ ± ۰/۱۳ ^{Aa}
۹۰	۷۶/۲۱ ± ۰/۰۵ ^{Ba}	۷۶/۶۷ ± ۰/۳۱ ^{Ba}	۱۷/۹۸ ± ۰/۱۷ ^{Ba}	۱۷/۹۹ ± ۰/۰۱ ^{Ba}	۴/۱۵ ± ۰/۰۳ ^{Aa}	۳/۷ ± ۰/۴۱ ^{Aa}

$n=3$ ، میانگین \pm انحراف معیار، حروف بزرگ مختلف بیانگر تفاوت معنی‌دار در هر ستون (هر تیمار) و حروف کوچک مختلف بیانگر اختلاف معنی‌دار در هر ردیف (بین دو تیمار) در همان روز می‌باشد.

جدول ۲- مقایسه تغییرات شاخص‌های بیوشیمیایی کیفیت در اردک‌ماهی شکم‌پر و شکم‌خالی طی زمان ماندگاری

روزهای نگهداری	پراکساید		تیوباربتوریک اسید		مجموع ازت‌های فرار	
	شکم‌پر	شکم‌خالی	شکم‌پر	شکم‌خالی	شکم‌پر	شکم‌خالی
صفر	۱/۱۸ ± ۰/۰۴ ^{Aa}	۱/۱۸ ± ۰/۰۴ ^{Aa}	۰/۴۸ ± ۰/۰۱ ^{Aa}	۰/۴۸ ± ۰/۰۱ ^{Aa}	۹/۹۱ ± ۰/۱۲ ^{Aa}	۹/۹۱ ± ۰/۱۲ ^{Aa}
۳۰	۱/۴۱ ± ۰/۰۳ ^{Aa}	۱/۵۷ ± ۰/۰۷ ^{Aa}	۰/۷۲ ± ۰/۰۳ ^{Ba}	۰/۷۸ ± ۰/۰۰۷ ^{Ba}	۱۲/۱۹ ± ۰/۰۴ ^{Aa}	۱۱/۸۴ ± ۰/۰۲ ^{Aa}
۷۵	۳/۵۲ ± ۰/۰۹ ^{Ba}	۴/۰۱ ± ۰/۱۶ ^{Ba}	۰/۸۶ ± ۰/۰۰۷ ^{Cb}	۰/۹۱ ± ۰/۰۱ ^{Ca}	۱۹/۵۲ ± ۱/۲ ^{Ba}	۱۷/۴۷ ± ۰/۰۵ ^{Ba}
۹۰	۴/۴۸ ± ۰/۰۲ ^{Cb}	۵/۳۴ ± ۰/۱۸ ^{Ca}	۰/۹۰ ± ۰/۰۰۷ ^{Db}	۰/۹۶ ± ۰/۰۰۷ ^{Da}	۲۴/۷۸ ± ۰/۰۵ ^{Ca}	۲۲/۳۱ ± ۰/۰۲ ^{Cb}

$n=3$ ، میانگین \pm انحراف معیار، حروف بزرگ مختلف بیانگر تفاوت معنی‌دار در هر ستون (هر تیمار) و حروف کوچک مختلف بیانگر اختلاف معنی‌دار در هر ردیف (بین دو تیمار) در همان روز می‌باشد.

۷۵ و ۹۰ نگهداری، اختلاف معنی‌دار آماری بین دو تیمار دیده نشد ($P > 0/05$)؛ در حالی که در هر نمونه به تنهایی این تفاوت دیده شد. مقادیر مجموع ازت‌های فرار طی ۹۰ روز نگهداری روند افزایشی داشته است. طبق نتایج در افزایش عددی مجموع ازت‌های فرار در روز ۳۰ در هر دو تیمار نسبت به ماهی تازه و در روزهای ۳۰ و ۷۵ بین ماهی کامل و شکم‌خالی تفاوت معنی‌داری دیده نشده است ($P > 0/05$) ولی در روز ۹۰ این اختلاف معنی‌دار بوده است ($P < 0/05$) (جدول ۲).

جمعیت کل باکتریایی (TVC)

نتایج بررسی تغییرات جمعیت باکتریایی کل در هر دو گروه ماهی در شکل ۱ مشاهده می‌شود. طبق نتایج مقادیر کل باکتری‌ها روندی افزایشی داشته است ($P < 0/05$). بررسی‌ها نشان می‌دهد در روز ۳۰ افزایش

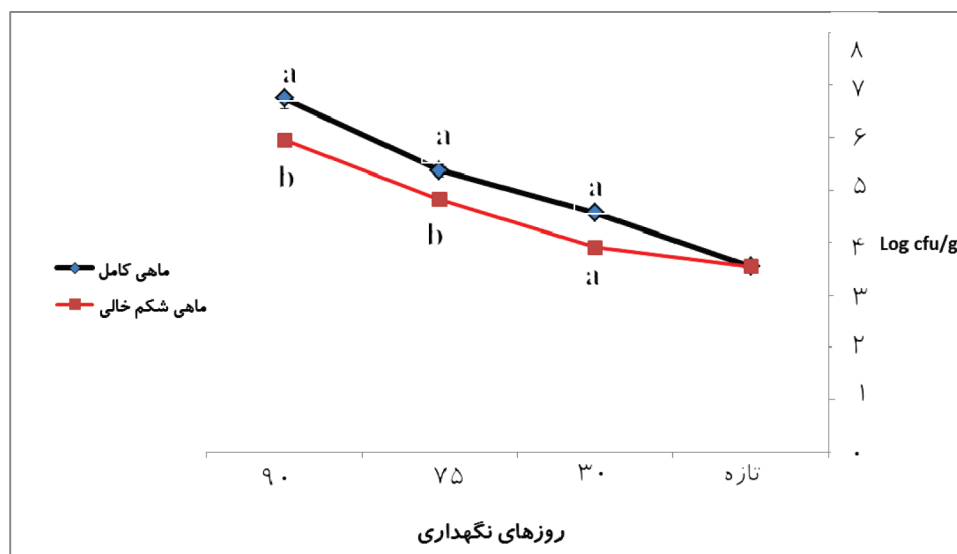
شاخص‌های شیمیایی

تغییرات شاخص‌های بیوشیمیایی کیفیت در جدول ۲ مشخص شده است. بر اساس نتایج میزان ارزش پراکساید در هر دو گروه ماهی در طول دوره نگهداری افزایش یافته است. در ماهی شکم‌پر از $0/4 \pm$ میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم ۲۵ به $4/48 \pm 0/2$ و در ماهی شکم‌خالی به $0/18 \pm 5/34$ میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم رسید. این افزایش مقدار پراکساید در روزهای ۷۵ و ۹۰ در ماهی شکم‌پر و شکم‌خالی نسبت به ماهی تازه و در روز ۹۰ در هر دو گروه ماهی کامل و شکم‌خالی معنی‌دار بوده است ($P < 0/05$). میزان تیوباربیتوریک اسید در روز صفر $0/48 \pm 0/1$ میلی‌گرم مالون دهالدهید بر کیلوگرم بافت ماهی ۲۶ بود که طی ۹۰ روز نگهداری روندی صعودی داشت لیکن به جز در روزهای

جدول ۳- مقایسه تغییرات پارامترهای حسی اردک ماهی شکم‌پر و شکم‌خالی طی ۹۰ روز نگهداری به حالت انجماد

روزهای نگهداری	نمونه	بو	رنگ	بافت	طعم و مزه
صفر	ماهی تازه	۹ a	۹ a	۹ a	۸/۶ a
۳۰	شکم‌پر	۷/۸ b	۹ a	۹ a	۸ a
	شکم‌خالی	۸/۴ b	۹ a	۹ a	۸/۱ a
۷۵	شکم‌پر	۶/۶ c	۷/۲ b	۷/۱ b	۷/۲ b
	شکم‌خالی	۷/۲ c	۷/۲ b	۷/۲ b	b ۷/۵
۹۰	شکم‌پر	۵/۴ d	۷/۱ b	۵/۴ c	۵/۴ c
	شکم‌خالی	۶ d	۷/۲ b	۵/۴ c	۵/۴ c

(حروف مختلف بیانگر اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها در هر ستون می‌باشد)



جدول ۲- مقایسه تغییرات جمعیت کل باکتریایی (کلنی بر گرم) بین اردک‌ماهی کامل و شکم‌خالی در روزهای نگهداری به حالت انجماد. $n=3$ ، حروف مختلف بیانگر اختلاف معنی‌دار آماری بین دو تیمار در هر روز می‌باشد.

در نمونه‌های اندازه‌گیری شده احتمالاً بدلیل اکسیداسیون چربی و تأثیر آنزیم‌های مؤثر در فساد هیدرولیتیکی چربی و تبدیل آن به اسیدهای چرب آزاد بوده است. از طرفی Moini (۱۹۸۹) بیان نموده است که حتی تخریب و کاهش اندک و محسوس چربی در طول نگهداری نیز همراه با افزایش شاخص پراکساید خواهد بود. همچنین نتایج این تحقیق مشابه نتایجی است که Shokri و همکاران (۲۰۱۵) در مورد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (طی ۹۰ روز نگهداری در دمای فریزر) و Rezaei و Khorramgah (۲۰۱۲) در ماهی سفید (طی ۱۸۰ روز نگهداری در دمای فریزر) به دست آورده بودند.

بررسی شاخص‌های شیمیایی کیفیت نشان داد مقدار عدد پراکساید در اردک ماهی تازه ۱/۱۸ میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم بوده و پس از ۹۰ روز سیر صعودی داشته است و به ۴/۴۸ در ماهی شکم‌پر، ۵/۳۴ در ماهی شکم خالی رسید ولی در هر دو گروه ماهی میزان پراکساید طی ۹۰ روز نگهداری در دامنه مجاز و کمتر از ۱۰ میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم (Egan et al., 1997) بود. طبق نتایج بدست آمده میزان پراکساید در هر دو گروه ماهی شکم‌پر و شکم‌خالی در طول دوره نگهداری افزایش یافته است. افزایش مقادیر پراکساید در نمونه‌های نگهداری شده در فریزر نسبت به نمونه‌های تازه، بیانگر پیشرفت تندی هنگام نگهداری ماهیان می‌باشد (Özogul and Özogul, 2007). نتایج مشابهی در تیلاپای سرخ طی ۱۵۰ روز نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس (Karami و همکاران، ۲۰۱۳) بدست آمد که طی آن پراکساید از ۰/۰۲ در روز صفر به ۰/۵۳ در روز ۹۰ و حتی ۰/۹۳ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم در شرایط انجماد رسید.

میزان تیوباربیتریک اسید در روز صفر ۰/۴۸ میلی‌گرم مالون دهالدید بر کیلوگرم می‌باشد در صورتی که در روز ۹۰ نگهداری تا میزان ۰/۹۶ در ماهی شکم‌خالی و ۰/۹۰ میلی‌گرم مالون دهالدید بر کیلوگرم در ماهی شکم‌پر افزایش یافته است که نشان‌دهنده پیشرفت اکسیداسیون چربی و کاهش کیفیت است. محدوده مجاز شاخص تیوباربیتریک اسید با توجه روند افزایشی آن تا آخر دوره، در حدود ۲-۱ میلی‌گرم مالون آلدئید در کیلوگرم نمونه، به عنوان حد محدودکننده قابلیت پذیرش برای مصرف کننده، به دلیل بو و طعم نامطلوب آن می‌باشد (Goulas and Kontominas, 2007). نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که میزان تیوباربیتریک اسید در این تحقیق از حد استاندارد خارج نشده که نشان‌دهنده سلامت شکم‌پر محصول است. مقایسه بین دو گروه نشان داد که میزان اکسیداسیون ثانویه در ماهی شکم‌خالی بیشتر از ماهی شکم‌پر بود و خالی کردن شکم‌ماهی به علت افزایش سطح تماس چربی‌های عضله ماهی با اکسیژن هوا که فرآیند اکسیداسیون را تسریع می‌کند، باعث افزایش میزان تیوباربیتریک اسید می‌شود. این نتایج با یافته‌های Shokri و همکاران (۲۰۱۵) در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان Alaodolei (۲۰۱۳) در ماهی سوف و Khorramgah و Rezaei (۲۰۱۲) در ماهی سفید مشابه است.

در پژوهش کنونی مقادیر مجموع ازت‌های فرار در روز صفر ۹/۹۱ میلی‌گرم بر صد گرم بوده که در روز ۹۰ به ۲۲/۳۱ و ۲۴/۷۸ میلی‌گرم درصد گرم به ترتیب در ماهی شکم‌پر و شکم‌خالی افزایش یافت. این نتیجه قابل انتظار بود زیرا مجموع ازت‌های فرار عمدتاً در اثر فساد باکتریایی به وجود می‌آیند (Connel, 1975; Goulas and Kontominas, 2007). افزایشی که در مقدار مجموع ازت‌های فرار مشاهده شد، می‌تواند به دلیل

جمعیت کل باکتری‌ها در ماهی شکم‌خالی نسبت به ماهی تازه معنی‌دار نبوده است ($P > 0.05$)، اما بعد از این زمان افزایش معنی‌داری نسبت به ماهی تازه در مقادیر آن مشاهده شده است ($P < 0.05$). در روز ۹۰ نگهداری جمعیت باکتریایی ماهی شکم‌خالی شده با 6 Log cfu/g در مقایسه با ماهیان شکم‌پر با $6/70 \text{ Log cfu/g}$ میزان کمتری را نشان داد ($P < 0.05$). در مجموع همراه با افزایش شمارش باکتری‌های کل نمونه‌ها، در ماهی کامل و شکم‌خالی نسبت به یکدیگر در زمان‌های مختلف نگهداری معنی‌دار بوده است ($P < 0.05$).

شاخص‌های حسی

ارزیابی شاخص‌های حسی نمونه‌ها با چهار مشخصه بو، رنگ، بافت و طعم و مزه در جدول ۳ نشان داده شده‌اند. مطابق داده‌های حاصله شاخص‌های کیفیت در حسی هر دو گروه از نمونه‌های منجمد طی ۹۰ روز نگهداری کاهش یافته است ($P < 0.05$).

بحث و نتیجه‌گیری

با نگهداری در شرایط انجماد در ۱۸- درجه سلسیوس، شاخص‌های کیفی، میکروبی و حسی نمونه‌های اردک‌ماهی شکم‌پر و شکم‌خالی شده مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی ترکیبات تقریبی نشان داد میزان رطوبت در اردک‌ماهی تازه ۷۳/۵۶ و میزان چربی $4/24 \pm 0/09$ درصد بود که بر اساس مطالعات در محدوده معمول ماهیان استخوانی چرب (Shokri et al., 2015) و نیمه چرب (Aubourg, 1999) قرار دارد. مطابق تعریف آنان، ماهیانی که بیش از ۵ درصد چربی در بافت خود داشته باشند، در زمهره ماهیان پرچرب یا نیمه چرب قرار می‌گیرند. تغییرات رطوبت بین دو تیمار علیرغم نوسان کمی و عددی تفاوت معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$) و در واقع فرآیند انجماد ۹۰ روزه میزان رطوبت را تا حد زیادی تثبیت نموده است. Ozyurt و همکاران (۲۰۰۷) تثبیت رطوبت ماهیان را هنگام انجماد در دمای پایین مورد تأکید قرار داده‌اند. نوسان رطوبت معمولاً با تغییرات مواد خشک موجود در بافت ماهی همانند پروتئین و چربی جبران می‌شود (Ozyurt و همکاران، ۲۰۰۷). میزان پروتئین از ۱۸/۳۹ درصد در ماهی تازه به ۱۷/۹۸ و ۱۷/۹۹ درصد در روز ۹۰ به ترتیب در ماهی شکم‌خالی و شکم‌پر تغییر یافت ($P > 0.05$). کاهش کمی که در میزان پروتئین مشاهده می‌شود، بدلیل تبدیل پروتئین به ازت محلول (TVB-N) طی زمان نگهداری می‌باشد (Lehman and Aubourg, 2007). متوسط میزان چربی در اردک ماهی تازه ۴/۲۴ درصد بود (جدول ۱). همانگونه که ذکر شد با این میزان چربی، اردک ماهی جزء ماهیان پرچرب تقسیم بندی می‌شود (De Castro et al., 2007; Hedayatifard, 2003; Özogul and Özogul, 2007).

طبق نتایج آماری میزان چربی طی ۹۰ روز نگهداری به صورت منجمد در ماهی شکم‌پر و شکم‌خالی تفاوت معنی‌داری نداشت. به طور کلی تخلیه شکمی تأثیر معنی‌داری بر تغییرات هیچ یک از ترکیبات تقریبی در یک زمان نگهداری نداشت و در واقع نگهداری در درجه حرارت مورد نظر موجب جلوگیری از نوسان معنی‌دار ترکیبات تقریبی نمونه‌ها شده است؛ این مشابهه مطلبی است که Lehmann و Ozyurt (۲۰۰۷) و همکاران (۲۰۰۹) مورد تأکید قرار دادند. کاهش نهایی مقادیر چربی کل

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس ارزیابی شیمیایی هر دو گروه ماهی کامل و شکم‌خالی دارای کیفیت مطلوبی بودند هر چند ارزیابی حسی این نمونه‌ها در پایان ۹۰ روز نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس حاکی از کاهش محسوس کیفیت بود. نتایج نشان داد میزان باکتری‌ها در اردک‌ماهی شکم‌پر طی ۹۰ روز به تدریج افزایش پیدا کرده و از حد مجاز خارج شده بود در صورتی که اردک‌ماهی شکم‌خالی در روز ۹۰ هنوز به حد فساد نرسیده بود. با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش به خصوص ارزیابی شاخص‌های حسی و نیز افزایش بار میکروبی و مجموع ازته‌های فرار در روز آخر نگهداری، بهترین مدت زمان ماندگاری اردک‌ماهی به صورت شکم‌پر به مدت ۷۵ روز در نظر گرفته شد. با توجه به روند تغییرات کیفی و مقایسه شرایط نسبتا مشابه هر دو نمونه ماهیان شکم‌پر و شکم‌خالی شده اردک‌ماهی، پیشنهاد می‌گردد در صورتی که ماهیان مورد تخلیه احشائی قرار گیرند، همراه با پوشش و یا بسته‌بندی نگهداری شوند تا کمترین تغییرات کیفی و حسی در آن‌ها رخ دهد.

باورقی

- 1- Salting
- 2- Smoking
- 3- Drying
- 4- *Esox lucius*
- 5- Gutting
- 6- *Rachycentron canadum*
- 7- Whole Fish
- 8- *Liza aurata*
- 9- *Rutilus frisii kutum*
- 10- *Sunder lucioperca*
- 11- *Oncorhynchus mykiss*
- 12- *Oreochromis niloticus* × *Tilapia mosambicus*
- 13- *Oreochromis species*-Chambo
- 14- *Dicentrarchus labrax*
- 15- Rancidity
- 16- *Trachurus trachurus*
- 17- *Mullus barbatus*
- 18- Peroxide
- 19- Total Volatile Basic Nitrogen (TVB-N)
- 20- Thiobarbituric acid
- 21- Total Viable Count
- 22- Duncan
- 23- Kruskal-Wallis
- 24- kolmogorove- smirnov
- 25- meqO2/Kg
- 26- mgMDA/Kg

منابع مورد استفاده

- 1- Alaodolei, M., (2013). Effects of Gutting on the Biochemical

فعال بودن آنزیم‌های پروتئولیتیک و تخریب ترکیبات ازت‌دار باشد (Ozyurt و همکاران، ۲۰۰۷). بر اساس مقدار مجموع ازته‌های فرار، Cakli و همکاران (۲۰۰۶ و ۲۰۰۷) و Rodriguez و همکاران (۲۰۰۴) بیان کردند که میزان قابل قبول آن در ماهی ۳۵-۳۰ میلی‌گرم در صد گرم می‌باشد و بیشتر از این مقدار برای مصرف انسانی نامناسب می‌باشد. در پایان دوره مطالعه حاضر اگر چه افزایش در میزان ازته‌های فرار مشاهده شد، اما مقادیر آن بر اساس نظر هر دو گروه محققان در محدوده کیفیت قابل مصرف بود و هر دو گروه ماهی از محدوده استاندارد خارج نشدند. طبق نتایج تحقیق کنونی مجموع ازته‌های فرار در اردک‌ماهی‌های تخلیه شکمی شده (با ۲۴/۷۸ میلی‌گرم در صد گرم) بیشتر از نمونه‌های شکم‌پر (با ۲۲/۳۱ میلی‌گرم در صد گرم) می‌باشد که می‌تواند در ارتباط با شرایط بعد از صید باشد که مایع احشایی به درون گوشت ماهی نفوذ کرده است؛ این مسئله با نتایج گزارش شده توسط Papadopoulou و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت دارد.

بررسی‌های شمارش باکتری‌ها نشان می‌دهد میزان باکتری‌ها از $3/54 \text{ Logcfu/g}$ در اردک‌ماهی در روز صفر در نهایت به $5/95 \text{ Logcfu/g}$ در ماهی شکم‌خالی و $6/74 \text{ Logcfu/g}$ در ماهی شکم‌پر افزایش یافت. طبق حد استاندارد بار باکتریایی، اگر تعداد باکتری‌ها به بالاتر از 6 Logcfu/g برسد، برای مصرف نامناسب است (Hedayatifard, 2003)، هر چند شمارش کلی باکتری‌ها به تنهایی نمی‌تواند یک محدود کننده مطلق باشد (Özogul و همکاران، ۲۰۰۵ و ۲۰۰۷).

طبق نتایج تحقیق کنونی، میزان باکتری‌ها در اردک‌ماهی شکم‌پر در روز ۹۰ از میزان 6 Logcfu/g فراتر رفت که در این حالت فیله‌ماهی از لحاظ باکتریولوژیک فاسد شده بود اما در اردک‌ماهی شکم‌خالی در روز ۹۰ به $5/95 \text{ Logcfu/g}$ رسید که نشان‌دهنده این است که اردک‌ماهی شکم‌خالی هنوز به حد فساد نرسیده است. اگر چه فرآیند انجماد موجب کنترل رشد باکتری‌ها و جلوگیری از ایجاد بیماری‌ها می‌شود؛ لیکن افزایش باکتری‌ها در ماهی کامل و شکم‌خالی نسبت به یکدیگر در زمان‌های مختلف نگهداری معنی‌دار بوده است. علت این امر این است که رشد میکروارگانیسم‌ها در شرایط انجماد، علاوه بر خصوصیات ذاتی آن بستگی به فاکتورهایی از قبیل مقدار مواد مغذی، pH و میزان دسترسی به آب مایع داشته و نوع میکروارگانیسم‌هایی که در این شرایط نابود می‌شوند از یک سویه به سویه دیگر متفاوت و بستگی به روش انجماد بکار رفته، ماهیت و ترکیب ماده غذایی، زمان نگهداری در حالت منجمد و درجه حرارت انجماد دارد (Zolfaghari و همکاران، ۲۰۱۱).

ارزیابی پارامترهای حسی ماهیان تازه با شاخص‌های بو از ۹ به $5/4$ در ماهی شکم‌پر و ۶ در ماهی شکم‌خالی، رنگ از ۹ به $7/1$ و $7/2$ در هر دو گروه ماهی و شاخص‌های بافت و طعم و مزه از ۹ به $5/4$ در ماهیان شکم‌پر و شکم‌خالی شده، بیانگر این است که امتیاز این چهار شاخص پس از گذشت ۹۰ روز نگهداری در فریزر در دمای ۱۸- درجه سلسیوس به تدریج افت داشته است. طبق نتایج بدست آمده در این تحقیق در شاخص‌های حسی اختلافی بین دو تیمار در طول دوره نگهداری دیده نمی‌شود ولی افت شاخص‌های بو از روز ۳۰ و بافت و طعم و مزه از روز ۷۵ به بعد نسبت به نمونه تازه اختلاف معنی‌دار مشاهده شده ($P < 0.05$) این در حالی است که شاخص رنگ ماهی کمترین افت را در تمام طول دوره نگهداری هم نسبت به ماهی تازه و هم بین دو نمونه نشان داد.

- of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparus aurata*): Biochemical and sensory attributes.. Food chemistry, 100: 287-296.
- 16 - Hedayatifard, M., (2003). Fish and Shrimp Processing Technology, Persia Fisheries Industries Co. (PFICo), 1st Ed., Tehran, Iran, 120p.
- 17 - Karami, B., Moradi, Y., Motallebi, A.A., Hosseini, E., and Soltani, M., (2013). Effects of frozen storage on fatty acids profile, chemical quality indices and sensory properties of red tilapia (*Oreochromis niloticus* × *Tilapia mosambicus*) fillets. Iranian Scientific Fisheries, 10: 378-388.
- 18 - Kapute, F., Likongwe, J., Kang'ombe, J., and Kiiyukia, C., (2013). Shelflife of whole fresh lake malawi tilapia (oreochromis species – chambo) stored in ice, African Journal of food.
- 19 - Khorramgah, M., and Rezaei, M., (2012). Chemical and sensory changes of kutum (*Rutilus frisii kutum*) during frozen storage (-18 °C), Journal of Food Science and Technology, 37(9): 101-107. (In Persian)
- 20 - Lin D., and Morrissey, M. T., (1994). Iced Storage Characteristics of Northern Squaw fish (*Ptychocheilus foregoneness*), Journal of Aquatic Food Products, Tech, Vol. 3: 25- 43.
- 21 - Lugasia, A., L&8adab- V., Hevari, J., Lebovies, V., Jakoczic, I., and Aubourg, S., (2007). Effect of pre-soaking whole pelagic fish in a plant extract on sensory and biochemical changes during subsequent frozen storage. LWT. 40:930-936.
- 22 - Lehmann I. and Aubourg, S. P., (2007). Effect of previous gutting on rancidity development mackerel (*Trachurus trachurus*) during frozen storage at -20 °C, International Journal of food science & technology 43: 270-275.
- 23 - Moini, S., (1989). Fisheries Processing Industries, Ministry of Jihad-e Sazandegi, Tehran pp 212. (In Persian)
- 24 - Natseba, A., Lwalinda, I., Kakura, E., Muyanja, C. K. and Muyonga, J. H., (2005). Effect of pre-freezing icing duration on quality changes in frozen Nile perch (*Lates niloticus*). Food Research International, 38: 469-474.
- 25 - Ozyurt G., Polat A. and Tokur B., (2007). Chemical and sensory changes in frozen (-18 °C) wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*) captured at different fishing seasons. International Journal of food science and Technology, 42: 887-893.
- 26 - Ozyurt, G., Kuley, E., Ozkutuk, S., and Ozogul, 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, 5: 505-510.
- 27 - Özogul, Y., G. Özyurt, F. Özogul, E. Kuley and Polat, A., (2005). Freshness assessment of European eel (*Anguilla anguilla*) Properties, Sensory Characteristics and Microbial Count of Pike-Perch *Sunder lucioperca* during Cold Storage, MSc Thesis on Aquaculture, Qaemshahr branch, Islamic Azad University, Iran. 138p. (In Persian).
- 2 - Aubourg, S., (1999). Lipid damage detection during the frozen storage of an underutilized fish species. Food Research International, 32: 497-502.
- 3 - AOAC.(2005). Official methods of analysis (18th ed.), Maryland, USA, Association of Official Analytical Chemists International.
- 4 - Bligh, E. G., and Dyer, W. J., (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology 37: 911-917.
- 5 - Badii, F. and Howell, N. K., (2002). Changes in the texture and structure of cod and haddock fillets during frozen storage. Food Hydrocolloids, 16:313-319.
- 6 - Bahmani, Z. A., Rezai, M., Hosseini, S.V., Regenstein, J.M., Böhme, K., Alishahi, A., and Yadollahi, F., (2011). Chilled storage of golden gray mullet (*Liza aurata*), LWT - Food Science and Technology. 6: 1894-1900.
- 7 - Connell, J.J., (1975). Control of fish quality, Surrey: Fishing News (Books), Farnham, Surrey, UK.
- 8 - Carig, J.F., (1996). Pike biology and exploitation; Chapman & Hall. pp.298
- 9 - Cakli, S., B. Kiling., A. Cadun., T. Dincer and Tolasa, S., (2006). Effect of gutting and ungutting on microbiological, chemical and sensory properties of aquacultured Sea bream (*Sparus aurata*) and Sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice. Crit Rev Food Sci. 46: 519-527.
- 10 - Cakli, S., Kilinc, B., Cadun, A., Dincer, T., and Tolasa, S., (2007). Quality differences of whole ungutted sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) while stored in ice. Food Control. 6: 391-397.
- 11 - Coad, B., (2015). Freshwater fish of Iran, Esocidae, *Esox lucius*. ww.briancoad.com, Accessed on 5 Jan 2015.
- 12 - De Castro, F.A.F., Sant, Ana, H. M. P., Campos, F. M., Costa, N. M. B., Silva, M. T.C., Salaro, A. L. and Franceschini, S.C.C., (2007). Fatty acid composition of three freshwater fishes under different storage and cooking processes. Food Chemistry, 103:1080-1090.
- 13 - Egan, H., Krik, R. S. and Sawyer, R., (1997). Pearson's Chemical Analysis of Foods.(9 edn), pp. 609-634.
- 14- Fahim-Degban, Y., (2008). Processing of Fisheries Products, Mehrlnby Publ., Qaemshahr, pp: 55-15. (In Persian)
- 15 - Goulas, A.E., and Kontominas, M.G., (2007). Combined effect

by sensory, chemical and microbiological methods. Food Chem. 92: 745-751.

28 - Özogul Y. and Özogul, F., (2007). Fatty acid profiles of commercially important fish species from the Mediterranean, Aegean and Black Seas. Food Chemistry, 100: 1634–1638.

29 - Özogul, Y., Özogul, F., Cicek, E., Polat, A., and Kuley, E., (2007). Fat content and fatty acid compositions of 34 marine water fish species from the Mediterranean Sea. International Journal of Food Science, Nutrient 29, 1-12

30 - Papadopoulos V., Chouliara I., Badeka A., Savvaidis I. N. and Kantominas, M.G., (2003). Effect of gutting on microbiological, chemical, and sensory properties of aqua-cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice, Food Microbiology, 20: 411-420.

31 - Rodger, R.W.A., (1991). Fish facts, An illustrated guide to commercial species by VAN 34-Rodger, New York, pp. 108-109.

32 - Rodriguez, Ó, V. Losada., S. P. Aubourg and Barros-Velazquez, J., (2004). Enhanced shelf-life of chilled European hake (*Merluccius merluccius*) stored in slurry ice as determined by sensory analysis and assessment of microbiological activity. Food Res Int. 37: 749-757.

33 - Razavi-Shirazi, H., (2007). Marine Products Technology, Volume I, Principals of Preservation and Processing, 2nd Edition, Pub.,

Shilaneh Co., Tehran, 292p.

34 - Siskos, L., A. Zotos., S. Melidou and Tsikritzi, R., (2007). The effect of liquid smoking of fillets of Trout (*Salmo gairdnerii*) on sensory, microbiological and chemical changes during chilled storage. Journal of Food chemistry, 101: 458-464.

35 - Shokri, F., Hedayatifard, M. and Raftani-Amiri, Z., (2015). The effect of gutting on the sensory attributes microbial load, chemical characteristics and fatty acid profile of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during storage at -18°C, Journal of Food Hygiene, 5(1): 33-51. (In Persian)

36 - Taheri, S., Motallebi, A. A., Fazlara, A., Aghababayan, A., and Aftabsavar, Y., (2012). Changes of fatty acid profiles in fillets of Cobia (*Rachycentron canadum*) during frozen storage, Iranian Journal of Fisheries Sciences, 11(1): 204-213.

37 - Yaghoubzadeh, Z., and Abdolazadeh, A., (2011), Microbial spoilage of fish and fish products, the 1st National Seminar on Food Security, Savadkooh, 29-28 May 1390. (In Persian)

38- Zolfaghari, M., Shabanpour, B., Fallahzadeh, S., (2011). Study of Trend of Chemical and Microbial Changes of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) to Determine its Optimum Shelf-Life During Storage in Refrigerator Temperature (4°C), Journal of Fisheries, 64, 2(11): 107-119. (In Persian).

