نشریه فن‌آوری‌های نوین در توسعه آبزی‌پروری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر/ ISSN: 2008-0026 سال چهاردهم، شماره دوم، تابستان ۹۹ / صفحات: ۱۷-۱

اثرات فرآیند شورکردن بر روی شاخص‌های کیفی و پروفایل اسیدهای چرب بافت اردک ماهی (*Esox lucius*) در زمان نگهداری در سردخانه

مسعود هدایتی‌فرد[۱]، یداله چاشنی‌دل[۲] و سمیه نعمتی[۳]*

[۱] گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم‌شهر، ایران

[۲] گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

[۳] دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد شیلات، باشگاه پژوهشگران جوان، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم‌شهر، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۰/۲۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۳/۱۷

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی اثرات شورکردن بر روی اسیدهای چرب بافت اردک‌ماهی (*Esox lucius*) و تعیین زمان ماندگاری آن به مدت ۹۰ روز در شرایط سردخانه انجام شد. پروفایل اسیدهای چرب توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی در بافت اردک‌ماهی تازه و شورشده در فواصل زمانی ۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز اندازه‌گیری شد. جهت تعیین زمان ماندگاری، آزمایش‌های شمارش کلی میکروبی (TC)، پراکسید (PV) و تیوباربیوتیک اسید (TBA) به مدت ۹۰ روز انجام گرفت. مجموع اسیدهای چرب در بافت اردک‌ماهی تازه شامل ۳۴/۳۲ درصد اسیدهای چرب اشباع، ۱۸/۷۵ درصد اسیدهای چرب غیراشباع بود. نتایج نشان داد که در بافت اردک‌ماهی شورشده طی ۹۰ روز مجموع اسیدهای چرب اشباع، افزایش یافته و به ۳۶/۲۲ درصد ($P>0/05$) و مجموع اسیدهای چرب غیراشباع بر اثر اکسیداسیون کاهش یافته به ۱۸ درصد می‌رسد ($P>0/05$). شورکردن علاوه بر این که یک روش مناسب نگهداری محسوب می‌شود، با کاهش میزان چربی بافت ماهی از ۱/۵۳ درصد به ۱/۲۸ درصد ($P>0/05$)، می‌تواند از بروز تأثیرات منفی به‌خصوص بر روی میزان اسیدهای چرب غیراشباع امگا-۳ و امگا-۶ جلوگیری نماید. در بافت اردک‌ماهی شورشده میزان پراکسید سیر افزایشی داشت و از ۱/۸۴ به ۲/۱۰ $meqo_2/kg$ رسید که تغییرات آن نسبت به زمان معنی‌دار بود ($P<0/05$)، میزان TBA ابتدا از زمان صفر تا ۶۰ روز افزایش داشته از ۰/۰۵ به (mg/100g) ۰/۰۷ رسید و پس از آن به ۰/۰۶ mg/100g در زمان ۹۰ روز کاهش یافت ($P<0/05$). بار میکروبی از ۱/۶۳×۱۰^۲ cfu/g سیر کاهشی داشته و به ۱/۵۱×۱۰^{۲}cfu/g رسید که این امر می‌تواند به‌دلیل شورکردن باشد ($P>0/05$).

واژه‌های کلیدی: اردک‌ماهی، اسیدهای چرب، بار میکروبی، زمان ماندگاری، شورکردن

مقدمه

اردک‌ماهی (*Esox lucius*) از رده ماهیان استخوانی حقیقی (Teleostei)، راسته اردک‌ماهی شکلان (Esociformes) و خانواده اردک‌ماهیان (Esocidae) می‌باشد (وثوقی و مستجیر، ۱۳۸۵). این گونه از مهم‌ترین ماهیان استخوانی اقتصادی حوزه آبریز دریای مازندران بوده و بر همین اساس و نیز به‌دلیل میزان درخور توجه صید و بازارپسندی مطلوب آن، چگونگی حفظ کیفیت، شناخت ارزش غذایی و اصول فرآوری و نگهداری آن، از اهمیت به‌سزایی برخوردار می‌باشد. به‌طوری‌که اغلب قسمت‌های اجزای تشکیل‌دهنده این آبزی، به‌ویژه گوشت آن

* مسئول مکاتبه: nemati_so@yahoo.com

به‌دلیل داشتن طعم و مزه مطلوب و فواید تغذیه‌ای بالا، مورد مصرف مستقیم ساکنان سواحل این دریا و حتی مردم سایر نقاط کشور قرار می‌گیرد. اردک‌ماهی یکی از گونه‌های با پراکنش وسیع بوده که در گستره‌های آبی دنیا یافت می‌شود (Rodger، ۱۹۹۱). انتشار جهانی آن در سراسر اروپا، آسیا و آمریکای شمالی بوده (Lelek، ۱۹۸۷) و رودخانه‌های شمال مدیترانه و سواحل جنوبی دریای مازندران جنوبی‌ترین نقاط زیست برای آن می‌باشد (Berg، ۱۹۴۸).

در حال حاضر آبزی‌پروری در جهان با نرخ رشد سالیانه ۶/۵ درصد در حال رشد است و به نظر می‌رسد این رشد تا سال ۲۰۲۵ ادامه پیدا کند، افزایش سریع موجب رشد صنعت تولیدات غذای آبزیان گردیده است (Shepherd و همکاران، ۲۰۰۵). مجموع تولید آبزیان (اعم از پرورشی و دریایی) در کشور در سال ۱۳۸۷، ۵۶۲۵۹۴ تن برآورد شده‌است درحالی که میزان مصرف سرانه انواع آبزیان ۷/۳۲ کیلوگرم در سال ۱۳۸۷ می‌باشد (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۸۷). با توجه به رشد روز افزون جمعیت و محدودیت منابع غذایی، نیاز به منابع غذایی جدید مسئله‌ای جدی تلقی می‌شود و انسان همواره در اعصار گذشته و حال با حل مسئله تأمین مواد غذایی درگیر بوده است.

ماهی بهترین منبع برای اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه، به‌ویژه اسیدهای چرب امگا-۳، خصوصاً دو اسیدچرب ایکوزاپنتانوئیک (EPA) و دوکوزاهگزانوئیک (DHA) می‌باشد (Ozogul و همکاران، ۲۰۰۸).

بافت فیله ماهیان حاوی پروتئین، چربی، مواد معدنی، ویتامین‌ها و اندکی کربوهیدارت و مقدار زیادی آب بوده که با منابع غذایی حیوانی دیگر تفاوت دارند، چرا که با مصرف حداقل انرژی، سطح بالایی از پروتئین‌ها که حاوی اسیدهای آمینه ضروری می‌باشند را فراهم می‌کنند (Kandemir و Polat، ۲۰۰۷؛ Kolakowska و همکاران، ۲۰۰۰).

در این میان، بافت ماهیان از نظر دارا بودن اسیدهای چرب غیراشباع غنی هستند و تحقیقات درخور توجهی نیز در زمینه شناسایی و ترکیب اسیدهای چرب بافت و تخم ماهی صورت پذیرفته است (Gulzar و Zuber، ۲۰۰۰؛ Hedayatifard و Jamali، ۲۰۰۸؛ Kolakowska و همکاران، ۲۰۰۰؛ Mukhopadhyay و Ghosh، ۲۰۰۷؛ Sener و Yildiz، ۲۰۰۳؛ Sengor و همکاران، ۲۰۰۳؛ Shirai و همکاران، ۲۰۰۴؛ Sofos، ۱۹۸۴). مصرف اسیدهای چرب غیراشباع برای حفظ سلامتی و جلوگیری از عوارض و بیماری‌های قلبی و عروقی بسیار اهمیت دارند و امروزه نقش اسیدهای چرب غیراشباع امگا-۳ و امگا-۶ در کاهش علائم و عوارض قلبی به خوبی مشخص شده‌است (Nordoy و همکاران، ۲۰۰۱). آزمایشات انجام شده نشان می‌دهند که این دو اسید چرب، کلسترول خون را کاهش داده و از تشکیل لخته‌های خون در رگ‌ها جلوگیری کرده و در کاهش فشار خون بسیار مؤثر می‌باشند (AkPinar و همکاران، ۲۰۰۹؛ Hedayatifard و Moeini، ۲۰۰۷؛ Shirai و همکاران، ۲۰۰۴؛ Widjaja و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین فواید اسیدهای چرب غیراشباع در تنظیم ضربان قلب (Leaf و همکاران، ۲۰۰۳؛ Torrejon و همکاران، ۲۰۰۷) و افزایش توانایی یادگیری به اثبات رسیده است (Nobuya و Suzuki، ۲۰۰۴).

یکی از روش‌های عمل‌آوری و نگهداری آبزیان شورکردن می‌باشد که در زمان‌های دور و قبل از استفاده از انجماد و کنسرو کردن معمول بوده است و هم‌اکنون نیز یکی از روش‌های رایج جهت نگهداری ماهیان محسوب می‌شود. در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته ماهی شورشده یکی از منابع مهم

ارزان‌قیمت در تأمین پروتئین غذایی می‌باشد (Bellagha، ۲۰۰۷). این عمل همراه با خشک کردن و یا دودی کردن ماهی صورت می‌گیرد (ریگن اشتاین، و همکاران، ۱۹۹۵). اگر چه شورکردن تنها برای حفظ و نگهداری ماهی نیست ولی درکل فرآیند هر گونه آلودگی و فساد ممکنه را با کاهش فعالیت آبی محدود می‌نماید. در نمک‌سود کردن ماهی‌ها به کمک آب نمک، افزودن بعضی از مواد مانند شکر، مواد طعم‌دهنده، رنگ‌های مجاز، نیتریت سدیم به آب نمک معمول بوده و در بسیاری از کشورها رایج است (Burt، ۱۹۸۸). قابلیت جذب نمک و توزیع آن به عوامل متعددی از جمله به اندازه ماهی، اندازه تخمک، میزان چربی، غلظت آب نمک، درجه حرارت آب نمک، مدت زمان آب نمک‌گذاری و در نهایت نسبت ماهی به آب نمک بستگی دارد (رضوی شیرازی، ۱۳۸۶).

حفظ کیفیت ماهی مسئله اصلی برای صنعت شیلات و مصرف‌کنندگان محسوب می‌گردد و ممکن است که طی عمل‌آوری و نگهداری ماهیان، کیفیت این محصول در اثر چندین فاکتور کاهش یابد. یکی از مسائل مورد توجه، اکسیداسیون چربی‌های غیراشباع می‌باشد که باعث ایجاد طعم و بوی نامطلوب در محصول می‌گردد (Aubourg و همکاران، ۲۰۰۷). از آنجائیکه چربی‌ها بواسطه داشتن اسیدهای چرب غیراشباع از استعداد فسادپذیری بالایی برخوردارند، این موضوع می‌تواند فسادپذیری آبزی را به هنگام نگهداری (پس از صید) افزایش دهد (Ng و همکاران، ۲۰۰۴). مسئله بعدی فعالیت باکتریایی در ماهیان می‌باشد که منجر به افت کیفیت و بدنبال آن فساد محصول می‌گردد (Chytiri و همکاران، ۲۰۰۴). علت عدم فساد فرآورده‌های نمک‌سود شده به‌دلیل خاصیت ضدعفونی‌کنندگی نمک نیست، بلکه به علت خاصیت جذب آب آن است. در تمام مواردی که از NaCl جهت کنترل فعالیت آبی استفاده شده‌است، فرآیند کاتابولیسم در فعالیت آبی بالاتر از حداقل مورد نیاز متوقف شده است (Wheaton و Lawson، ۱۹۸۵).

باتوجه به موارد بیان شده، جداسازی، شناسایی و تعیین انواع اسیدهای چرب در انواع ماهیان به‌صورت تازه و در عمل‌آوری‌های متنوع دیگری که صورت می‌گیرد و مقایسه آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. امروزه تلاش بر این است که این فرآورده‌ها هر چه بیشتر در وعده غذایی خانواده‌ها قرار گرفته و جایگاه اصلی خود را بیابند و تا حد امکان از آبزیان و سایر فرآورده‌های شیلاتی به جای گوشت قرمز استفاده شود.

هدف از اجرای پژوهش حاضر، ارزیابی شاخص‌های کیفی، شناسایی، اندازه‌گیری و مقایسه انواع اسیدهای چرب موجود در بافت تازه و شورشده اردک‌ماهی (*Esox lucius*) و تعیین زمان ماندگاری آن در نمونه‌های صید شده در فصل پائیز می‌باشد که چگونگی ترکیب آن‌ها را مورد بررسی قرار داده و تغییرات آن را ارزیابی می‌کند.

مواد و روش‌ها

الف- مواد: مواد مصرفی: اسیدسولفوریک غلیظ، اسیداستیک، کلروفرم، متانول، آب مقطر، یدور پتاسیم، تیوسولفات سدیم، هیپوسولفیت سدیم، چسب نشاسته، پتاسیم هیدروکساید متانولی، سدیم کلراید، سدیم سولفات، محیط کشت نویترنت آگار و استانداردهای معرف اسیدهای چرب.

مواد غیرمصرفی و دستگاه‌ها: دستگاه سوکسله، ترازوی دیجیتالی با حساسیت ۰/۰۰۱ گرم، آون (۱۰۰ -۱۰۵ درجه سانتی‌گراد)، انکوباتور (۳۷ درجه سانتی‌گراد)، دسیکاتور، شیشه‌آلات آزمایشگاهی، کاغذ صافی، چراغ گاز، هیتر، کاردک، مخلوط کن، دستگاه

گاز کروماتوگرافی مدل شیمادزو GC-14.A ساخت ژاپن با دتکتور FID.

ب- روش‌ها: در این تحقیق از روش آب نمک اشباع برای شورکردن ماهیان استفاده شد. بدین صورت که در فصل پائیز ۱۳۸۸، ۳۰ نمونه اردک‌ماهی به صورت زنده از جایگاه عرضه ماهیان زنده در بابل خریداری شدند. در هنگام انتخاب سعی بر آن شد که ماهی‌ها فاقد هرگونه علائم غیرطبیعی ظاهری باشند و تا حد ممکن دامنه طولی و وزنی ثابتی داشته باشند. پس از وزن کردن ماهیان، سر و باله‌ها جدا و شکم ماهیان تخلیه گردید. نتایج بیومتری ماهی‌ها میانگین وزنی ۹/۶۹ ± ۴۵۰ گرم و متوسط طولی ۲/۸۱ ± ۳۶ سانتی‌متر را نشان داد. سپس ماهیان جهت انجام آزمایشات شمارش کلی میکروبی (TC) و سنجش پراکسید (PV)، تیوباربیوتیک اسید (TBA)، چربی و همچنین پروفایل اسیدهای چرب، در شرایط بسته‌بندی در پلاستیک‌های غیرقابل نفوذ نور و در فاصله زمانی کوتاهی همراه یخ به محل آزمایشگاه تخصصی تحقیقاتی مازندران (مرکز کنترل مواد غذایی) در ساری منتقل گردیدند. پارامترهای نظیر شمارش کلی میکروب‌های هوازی (به روش پورپلیت)، عدد پراکسید (به روش پیرسون) (پروانه، ۱۳۷۷)، تیوباربیوتیک اسید (به روش نامولما و همکاران) (Namulema و همکاران، ۱۹۹۹)، چربی (به روش سوکسله) (پروانه، ۱۳۷۷) و اسیدهای چرب (به وسیله دستگاه گاز کروماتوگرافی GC) اندازه‌گیری شدند.

جهت شورکردن، ماهیان در بشکه‌های پلی‌اتیلنی متوسط حاوی آب نمک اشباع با نسبت ۱ به ۳ (ماهی به آب نمک) قرار گرفتند (Doe، ۱۹۹۸). شورکردن به مدت ۱۶ روز در دمای محیط (۰/۵ ± ۱۸) درجه سانتی‌گراد به طول انجامید. پس از اتمام شورکردن تمامی نمونه‌های ماهی (شاهد و شورشده) بسته‌بندی و به یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد برای نگهداری به مدت ۹۰ روز منتقل شدند و طبق برنامه زمانی مشخص در زمان‌های شور کردن، سی روز، شصت روز و نود روز پس از شور کردن نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال یافتند. نتایج میانگین از سه تکرار با انحراف معیار به‌دست آمدند. تفاوت بین گروه‌های آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار SPSS 11 توسط آزمون آنالیز واریانس یکطرفه (One-way ANOVA) و نیز اختلاف بین مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون توکی (Tukey) در سطح اطمینان ۹۵ درصد در پایان دوره آزمایش، مورد آزمون قرار گرفت (Zar، ۱۹۸۴).

نتایج

تعداد کلی میکروبی در بافت اردک‌ماهی تازه (cfu/g) $۱/۶۳ \times ۱۰^{۲}$ شمارش شد و در بافت اردک‌ماهی شورشده بعد از گذشت ۹۰ روز در سردخانه به‌میزان cfu/g $۱/۵۱ \times ۱۰^{۲}$ درصد کاهش پیدا کرده‌بود. نتایج به‌دست آمده در مورد شمارش کلی میکروبی حاکی از آن است که علارغم نداشتن اختلاف معنی‌دار آماری ($P>۰/۰۵$) بین هیچ‌کدام از مراحل آزمایش در ماهی تازه تا آخرین ماه نگهداری، میزان آن در طول مدت ۹۰ روز کاهش پیدا کرده است (جدول ۱).

باتوجه به نتایج به‌دست آمده در جدول ۱ در طول مدت نگهداری، مقدار پراکسید افزایش معنی‌داری را نشان داد. در این آزمایش عدد پراکسید در بافت اردک‌ماهی تازه ۱/۸۴ میلی‌اکی‌والان در هر کیلوگرم و در ماهی شورشده در ابتدای شور شدن ۱/۹۸ میلی‌اکی‌والان در هر کیلوگرم بوده و بعد از گذشت ۹۰ روز به حداکثر ۲/۱۰ میلی‌اکی‌والان در هر کیلوگرم رسید. تفاوت تغییرات این شاخص فقط بین ماهی تازه و ماهی شورشده بعد از ۹۰ روز نگهداری از نظر آماری در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$).

بنابراین زمان بر مقدار پراکسید تأثیر متقابل دارد. هر چه از زمان تولید فرآورده شورشده می‌گذرد مقدار آن نسبت به ماهی تازه و شورشده در ابتدا تفاوت بیشتری نشان می‌دهد.

طبق جدول ۱ در طول مدت نگهداری اردک‌ماهی شورشده، مقدار تیوباربیوتیک اسید افزایش معنی‌داری را نشان داد. مقدار آن در بافت اردک‌ماهی تازه ۰/۰۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم و در اردک‌ماهی شورشده در ابتدا از ۰/۰۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم به ۰/۰۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم در ۹۰ روز افزایش یافته است، که این افزایش در اردک‌ماهی شورشده به علت فعالیت آنزیمی درون‌بافتی و فعالیت میکروبی است. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار بین مقادیر تیوباربیوتیک اسید در تمامی مراحل آزمایش بود ($P<0/05$).

میزان چربی در طول مدت نگهداری روند کاهشی داشت (جدول ۱). در این آزمایش میزان چربی در بافت اردک‌ماهی تازه ۱/۵۳ درصد وزن تر و در اردک‌ماهی شورشده در زمان صفر، ۱/۳۹ درصد وزن تر و بعد از گذشت ۹۰ روز به میزان ۱/۲۸ درصد وزن تر کاهش پیدا کرده است. نتایج حاصل از آزمون آماری بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین مقادیر چربی در تمام مراحل آزمایش بود ($P>0/05$). پس زمان تأثیر چندانی بر کاهش میزان چربی ندارد.

جدول ۱- تغییرات شمارش کلی میکروبی، پراکسید، تیوباربیوتیک اسید و چربی در بافت اردک‌ماهی تازه و شورشده در طول مدت ۹۰ روز نگهداری در سردخانه

نمونه	زمان بر حسب روز	شمارش کلی میکروبی (cfu/g)	پراکسید ($meqo_2/kg$)	تیوباربیوتیک اسید (mg/۱۰۰g)	درصد چربی (وزن تر)
ماهی تازه	۰	$۱/۶۳ \times ۱۰^{۲} \pm ۰/۰۹^{a}$	$۱/۸۴ \pm ۰/۱۱^{a}$	$۰/۰۴ \pm ۰/۰۰۳^{a}$	$۱/۵۳ \pm ۰/۱۷^{a}$
ماهی	۰	$۱/۶۰ \times ۱۰^{۲} \pm ۰/۰۲^{a}$	$۱/۹۸ \pm ۰/۱۲^{ab}$	$۰/۰۵ \pm ۰/۰۰۲^{b}$	$۱/۳۹ \pm ۰/۰۹^{a}$
شور	۳۰	$۱/۵۷ \times ۱۰^{۲} \pm ۰/۰۴^{a}$	$۲/۰۱ \pm ۰/۱۰^{ab}$	$۰/۰۶ \pm ۰/۰۰۳^{bc}$	$۱/۴۷ \pm ۰/۰۹^{a}$
شده	۶۰	$۱/۵۸ \times ۱۰^{۲} \pm ۰/۰۱^{a}$	$۲/۱۰ \pm ۰/۰۳^{ab}$	$۰/۰۷ \pm ۰/۰۰۳^{de}$	$۱/۲۶ \pm ۰/۱۲^{a}$
	۹۰	$۱/۵۱ \times ۱۰^{۲} \pm ۰/۰۲^{a}$	$۲/۱۰ \pm ۰/۰۷^{b}$	$۰/۰۶ \pm ۰/۰۰۳^{be}$	$۱/۲۸ \pm ۰/۰۷^{a}$

حروف مختلف نشانه تفاوت معنی‌دار در هر ستون می‌باشد ($P<0/05$)

جدول‌های ۲ و ۳، درصد تغییرات اسیدهای چرب و مقادیر تفکیک گروه‌های اسیدهای چرب موجود در چربی بافت تازه و شورشده اردک‌ماهی را نشان می‌دهند.

بر این اساس، در بین اسیدهای چرب بافت اردک‌ماهی تازه پالمیتیک اسید (C۱۶:۰) و استئاریک اسید (C۱۸:۰) به‌ترتیب با ۱۷/۲۵ و ۱۴/۴۸ درصد بیشترین و اکتادکاتترانوئیک اسید (C۱۸:۴) و آلفا-لینولنیک اسید (C۱۸:۳) به‌ترتیب با ۰/۱۵ درصد و ۰/۲۰ درصد کمترین میزان اسیدهای چرب را تشکیل می‌دهند و در بافت اردک‌ماهی شورشده در طول مدت ۹۰ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد پالمیتیک اسید (C۱۶:۰) با میزان ۱۷/۸۸ درصد و استئاریک اسید (C۱۸:۰) با ۱۵/۰۴ درصد بیشترین و اکتادکاتترانوئیک اسید (C۱۸:۴) با ۰/۰۸ درصد و آلفا-لینولنیک اسید (C۱۸:۳) با ۰/۱۲ درصد کمترین میزان اسیدهای چرب را تشکیل می‌دهند.

میزان اسیدهای چرب اشباع در طول مدت نگهداری افزایش یافت، به‌طوری‌که در بافت ماهی تازه از ۳۴/۳۲ به ۳۶/۲۲ گرم در ۱۰۰ گرم چربی در روز ۹۰ رسید. نتایج بیانگر این نکته می‌باشند که با وجود تفاوت معنی‌دار در پروفایل اسیدهای چرب

اشباع در طول زمان نگهداری ($P<۰/۰۵$)، در مجموع اسیدهای چرب اشباع در زمان‌های مختلف تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$).

در بین اسیدهای‌چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه (MUFA) بافت اردک‌ماهی تازه و شورشده به‌ترتیب پالمیتولئیک اسید (۸/۲۹ و ۸/۶۴ درصد) و اولئیک اسید (۳/۲۴ و ۳/۹۸ درصد) بیشترین و سیس۱۱- ایکوزنوئیک اسید (۰/۵۰ و ۰/۵۳ درصد) و هپتادسنوئیک‌اسید (۰/۹۸ و ۰/۷۰ درصد) کمترین میزان اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه را تشکیل می‌دهند. لازم به ذکر است که مقدار پالمیتولئیک‌اسید و اولئیک‌اسید در بین اسیدهای چرب غیراشباع بیشتر از بقیه بوده است. همچنین طبق جدول ۳ میزان اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه در طول مدت نگهداری افزایش یافت. به‌طوری‌که در بافت ماهی تازه، از ۱۳/۰۱ به ۱۳/۸۵ گرم در ۱۰۰ گرم چربی در روز ۹۰ رسید.

نکته بسیار مهم در بین اسیدهای‌چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (PUFA)، حضور اسیدهای چرب (C۱۸:۲) و (C۲۰:۲) می‌باشد که به‌دلیل اندک بودن تعداد اسیدهای چرب غیراشباع با دو پیوند دوگانه در زمره اسیدهای غیراشباع با چند پیوند دوگانه قرار گرفته‌اند.

در بین اسیدهای غیراشباع با چند پیوند دوگانه بافت اردک‌ماهی تازه، سیس ۸-۱۱-۱۴ ایکوزاتری‌انوئیک‌اسید (۲/۰۳ درصد) و دکوزاهگزانوئیک اسید (۱/۰۹ درصد) بیشترین و اکتادکاترانوئیک‌اسید (۰/۱۵ درصد) و آلفا-لینولنیک‌اسید (۰/۲۰ درصد) کمترین میزان و در اردک‌ماهی شورشده سیس ۸-۱۱-۱۴ ایکوزاتری‌انوئیک‌اسید (۱/۳۵ درصد) و ایکوزاپنتانوئیک‌اسید (۰/۸۴ درصد) بیشترین و اکتادکاترانوئیک‌اسید (۰/۰۸ درصد) و آلفا-لینولنیک‌اسید (۰/۱۲ درصد) کمترین میزان اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه را شامل می‌شوند. مقدار اکتادکاترانوئیک‌اسید و آلفا-لینولنیک‌اسید در بین اسیدهای چرب غیراشباع کمتر از بقیه بوده است.

طبق جدول ۳ میزان اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه در طول مدت نگهداری کاهش یافت، طوری‌که در بافت ماهی تازه از ۵/۷۴ به ۴/۱۵ گرم در ۱۰۰ گرم چربی در روز ۹۰ رسید. علاوه بر وجود تفاوت معنی‌دار در میزان اسیدهای چرب غیراشباع در تمامی نمونه‌های مورد آزمایش ($P<۰/۰۵$)، در مجموع اسیدهای چرب غیراشباع در زمان‌های مختلف نگهداری تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نگردید ($P>۰/۰۵$).

میزان اسیدهای چرب غیراشباع از ۴ پیوند دوگانه به بالا در طول مدت نگهداری کاهش و در بافت تازه از ۲/۲۴ به ۱/۷۲ گرم در ۱۰۰ گرم چربی در روز ۹۰ رسید.

در بین اسیدهای چرب امگا-۳ بافت اردک‌ماهی شورشده در طول مدت ۹۰ روز نگهداری ایکوزاپنتانوئیک اسید با ۰/۸۴ درصد بیشترین و آلفا-لینولنیک اسید ۰/۱۲ درصد کمترین میزان اسیدهای چرب امگا-۳ را شامل می‌شوند. در جدول ۳ مشخص شده میزان اسیدهای چرب امگا-۳ در طول مدت نگهداری روند نزولی داشت، طوری‌که در بافت ماهی تازه از ۲/۲۹ به ۱/۷۶ گرم در ۱۰۰ گرم چربی در روز ۹۰ کاهش یافت. نتایج نشان داد تفاوت معنی‌داری در طول دوره نگهداری در اسیدهای چرب امگا-۳ وجود نداشت ($P>۰/۰۵$). درصد اسیدهای چرب امگا-۳ از امگا-۶ (C۱۸:۲) بیشتر بود. تفاوت تغییرات اسیدهای چرب امگا-۶ بین ماهی تازه و ماهی شورشده بعد از ۶۰ و ۹۰ روز نگهداری از نظر آماری در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشد ($P<۰/۰۵$).

در جدول ۳، در بین اسیدهای چرب مجموع اسیدهای چرب اشباع با مقدار ۳۴/۳۲ در بافت اردک‌ماهی تازه و ۳۶/۲۲ گرم در ۱۰۰ گرم چربی در

اردک‌ماهی شورشده از تمام اسیدهای چرب بیشتر بود. همچنین مجموع اسیدهای چرب امگا-۳ در مقایسه با اسیدچرب امگا-۶ هم در ماهی تازه و هم در ماهی شورشده بیشتر بود که نشان‌دهنده این است که اردک‌ماهی دارای مقدار قابل توجهی امگا-۳ بوده و از لحاظ غذایی ارزش فراوان دارد.

جدول ۲- درصد تغییرات اسیدهای‌چرب در بافت اردک‌ماهی تازه و شورشده درطول مدت۹۰ روز نگهداری‌در سردخانه (گرم در ۱۰۰گرم چربی)

اسیدهای چرب	ماهی تازه	ماهی شورشده در زمان نگهداری (روز)			
		۰	۳۰	۶۰	۹۰
پالمیتیک اسید C۱۶:۰	۱۷/۲۵ ±۰/۰۵	۱۷/۳۴ ±۰/۰۷	۱۷/۵۵ ±۰/۰۵	۱۷/۵۲ ±۰/۳۴	۱۷/۸۸ ±۰/۱۳
پالمیتولئیک اسید C۱۶:۱	۸/۲۹ ±۰/۱۴	۸/۴۱ ±۰/۰۷	۸/۴۳ ±۰/۲۳	۸/۵۲ ±۰/۰۴	۸/۶۴ ±۰/۱۵
هپتادکانوئیک‌اسید C۱۷:۰	۲/۱۶ ±۰/۰۷	۲/۳۶ ±۰/۰۵	۲/۴۶ ±۰/۱۰	۲/۴۱ ±۰/۰۷	۲/۴۳ ±۰/۰۶
هپتادسنوئیک اسید C۱۷:۱	۰/۹۸ ±۰/۰۷	۰/۷۹ ±۰/۰۶	۰/۷۷ ±۰/۰۲	۰/۷۱ ±۰/۰۲	۰/۷۰ ±۰/۰۵
استئاریک اسید C۱۸:۰	۱۴/۴۸ ±۰/۲۳	۱۴/۵۷ ±۰/۱۰	۱۴/۷۵ ±۰/۱۲	۱۴/۹۷ ±۰/۱۲	۱۵/۰۴ ±۰/۰۷
اولئیک اسید C۱۸:۱	۳/۲۴ ±۰/۰۹	۳/۴۰ ±۰/۱۰	۳/۶۳ ±۰/۱۱	۳/۹۵ ±۰/۰۸	۳/۹۸ ±۰/۱۶
لینولئیک اسید C۱۸:۲	۱/۰۱ ±۰/۰۸	۰/۹۷ ±۰/۰۶	۰/۸۷ ±۰/۰۳	۰/۷۶ ±۰/۰۸	۰/۷۹ ±۰/۰۶
آلفا-لینولنیک اسید C۱۸:۳	۰/۲۰ ±۰/۰۳	۰/۲۱ ±۰/۰۴	۰/۱۴ ±۰/۰۵	۰/۱۵ ±۰/۰۱	۰/۱۲ ±۰/۰۲
اکتادکاتترانوئیک اسید C۱۸:۴	۰/۱۵ ±۰/۰۱	۰/۱۳ ±۰/۰۱	۰/۱۱ ±۰/۰۱	۰/۰۷ ±۰/۰۱	۰/۰۸ ±۰/۰۱
آراشیدیک اسید C۲۰:۰	۰/۴۳ ±۰/۰۷	۰/۵۶ ±۰/۰۶	۰/۶۸ ±۰/۰۳	۰/۷۵ ±۰/۰۵	۰/۸۷ ±۰/۰۷
سیس۱۱- ایکوزنوئیک اسید C۲۰:۱	۰/۵۰ ±۰/۱۰	۰/۶۴ ±۰/۰۵	۰/۶۲ ±۰/۰۲	۰/۵۷ ±۰/۰۵	۰/۵۳ ±۰/۰۵
سیس۱۱-۱۴ایکوزادی‌انوئیک اسید C۲۰:۲	۰/۲۶ ±۰/۰۴	۰/۲۲ ±۰/۰۲	۰/۲۰ ±۰/۰۳	۰/۱۸ ±۰/۰۲	۰/۱۷ ±۰/۰۲
سیس ۸-۱۱-۱۴ ایکوزاتری‌انوئیک‌اسید C۲۰:۳	۲/۰۳ ±۰/۰۹	۱/۶۸ ±۰/۱۳	۱/۴۲ ±۰/۰۳	۱/۳۹ ±۰/۰۸	۱/۳۵ ±۰/۰۸
ایکوزاپنتانوئیک اسید C۲۰:۵	۱ ±۰/۰۵	۰/۸۹ ±۰/۰۵	۰/۸۸ ±۰/۰۳	۰/۸۵ ±۰/۰۴	۰/۸۴ ±۰/۰۶
دکوزاهگزانوئیک اسید C۲۲:۶	۱/۰۹ ±۰/۰۴	۱/۰۳ ±۰/۰۷	۰/۹۲ ±۰/۰۴	۰/۸۵ ±۰/۰۶	۰/۸۰ ±۰/۰۳
مجموع اسیدهای چرب شناخته‌شده	۵۳/۰۷ ±۵/۴۶	۵۳/۲۰±۵/۴۷	۵۳/۴۳ ±۵/۵۵	۵۳/۶۵ ±۵/۵۳	۵۴/۲۲ ±۵/۶۸

جدول ۳- مقادیر تفکیک گروه‌های اسیدهای چرب در بافت اردک‌ماهی تازه و شورشده در طول مدت ۹۰ روز نگهداری در سردخانه (گرم در ۱۰۰ گرم چربی)

مجموع اسیدهای چرب	ماهی تازه	ماهی شورشده در زمان نگهداری (روز)			
		۰	۳۰	۶۰	۹۰
مجموع اشباع (SFA)	۳۴/۳۲^{a}	۳۴/۸۳^{a}	۳۵/۴۴^{a}	۳۵/۶۵^{a}	۳۶/۲۲^{a}
مجموع غیراشباع (UFA)	۱۸/۷۵^{a}	۱۸/۳۷^{a}	۱۷/۹۹^{a}	۱۸/۰۰ ^{a}	۱۸/۰۰^{a}
اسیدهای‌چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه (MUFA)	۱۳/۰۱^{a}	۱۳/۲۴^{a}	۱۳/۴۵^{a}	۱۳/۷۵^{a}	۱۳/۸۵^{a}
اسیدهای‌چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (PUFA)	۵/۷۴^{a}	۵/۱۳^{a}	۴/۵۴^{a}	۴/۲۵^{a}	۴/۱۵^{a}
مجموع امگا-۳ (ω_3)	۲/۲۹^{a}	۲/۱۳^{a}	۱/۹۴^{a}	۱/۸۵^{a}	۱/۷۶^{a}
مجموع امگا-۶ (ω_6)	۱/۰۱^{a}	۰/۹۷^{ab}	۰/۸۷^{ab}	۰/۷۶^{b}	۰/۷۹^{b}
مجموع امگا-۳ و امگا-۶ (ω_6 ω_3 +)	۳/۳۰^{a}	۳/۱۰^{a}	۲/۸۱^{a}	۲/۶۱^{a}	۲/۵۵^{a}
نسبت امگا-۳ به امگا-۶ (ω_3 / ω_6)	۲/۲۶^{a}	۲/۱۹^{a}	۲/۲۲^{a}	۲/۴۳^{a}	۲/۲۲^{a}
اسیدهای چرب اشباع / اسیدهای چرب غیراشباع	۱/۸۳^{a}	۱/۸۹^{a}	۱/۹۶^{a}	۱/۹۸^{a}	۲/۰۱^{a}
بسیار غیراشباع (HUFA)	۲/۲۴^{a}	۲/۰۵^{a}	۱/۹۱^{a}	۱/۷۷^{a}	۱/۷۲^{a}

حروف مختلف نشانه تفاوت معنی‌دار در هر ردیف می‌باشد ($P<۰/۰۵$)

بحث

مطابق جدول ۱ تعداد کلی میکروبی در اردک‌ماهی تازه باتوجه به حد مجاز 10^5 cfu/g برای ماهی تازه (آئین‌نامه کنترل مواد غذایی و بهداشتی، ۱۳۸۴) در حد مجاز بوده و بار میکروبی ماهی تازه بالا نمی‌باشد. تفاوت معنی‌داری در طول دوره نگهداری در بار میکروبی وجود نداشت ($P>0/05$). نتایج حاصله از نمک‌سود کردن بر روی فیله ماهی کپور (Mahmoud و همکاران، ۲۰۰۶) و فیله شانک *Sparus aurata* (Chouliara و همکاران، ۲۰۰۴) بیان کرد نمک‌سود کردن باعث کاهش بار میکروبی پس از شور کردن می‌گردد. تعداد باکتری‌های مزوفیل و سرماگرا در ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) تحت فرآیند دودی سرد، در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد از زمان صفر تا روز سی‌ام روند کاهشی و سپس تا روز ۱۲۰ نگهداری روند افزایشی برقرار بوده است (هاشمی‌کنتی و همکاران، ۱۳۸۷)، در صورتی که در اردک‌ماهی شورشده تا آخرین روز نگهداری (۹۰ روز) روند کاهشی داشته‌است (جدول ۱). کند شدن روند افزایش بار میکروبی فیله‌های شورشده به خاطر خاصیت باکتریوستاتیکی نمک از طریق کاهش آب در دسترس میکروارگانیسم‌ها (a_w) می‌باشد (Sofos، ۱۹۸۴). هر میکروارگانیسم در دامنه حرارتی معینی قادر به رشد و تکثیر می‌باشد که اگر از آن دامنه کمتر یا بیشتر باشد رشد آن‌ها متوقف می‌شود (Doe، ۱۹۹۸). در این مطالعه میزان شمارش کلی میکروبی از حد مجاز نگذشت و میزان آن برای ماهی شورشده قابل قبول است. در تاسماهی پرورشی نمک‌سود نیز در مدت زمان نگهداری به مدت ۳ ماه رشد باکتری‌ها مشاهده نشده بود که علت آن کاهش فعالیت آبی بیان شده است. شمارش کلی باکتری‌ها و تعداد باکتری استافیلوکوک در نمونه عمل‌آوری شده با نمک مخلوط با روناس ۱ درصد در مقایسه با نمک خالص کمتر بوده‌است (سیف‌زاده و زارع‌گشتی، ۱۳۸۶).

طبق اطلاعات مندرج در جدول ۱، مقدار عدد پراکسید در اردک ماهی تازه ۱/۸۴ $meqo_2/kg$ بوده و در ماهیان شورشده پس از ۹۰ روز سیر صعودی داشته و به ۲/۱۰ $meqo_2/kg$ رسید ($P<0/05$). عدد پراکسید در روغن و مواد چرب تازه باید کمتر از ۵ $meqo_2/kg$ برحسب روش لی و یا کمتر از بین‌المللی باشد (پروانه، ۱۳۷۷). چنانچه این میزان از ۱۰ $meqo_2/kg$ تجاوز نماید ماهی دیگر از نظر چربی تازه نیست. بوی تند Rancidity از جایی آغاز می‌گردد که میزان پراکسید به بیش از ۲۰ $meqo_2/kg$ برسد (کریم، ۱۳۷۰). به علت وجود اسیدهای چرب غیراشباع و ترکیب آن با اکسیژن هوا، چربی اکسیده شده و تولید پراکسید می‌نماید. وجود مواد معدنی موجود در نمک مانند مس و آهن که کاتالیزورهای فعال‌کننده واکنش محسوب می‌شود و کاهش رطوبت که به ایجاد منافذ جهت نفوذ اکسیژن در سطح ماهی کمک می‌کند، از دلایل افزایش پراکسید در طول مدت نگهداری است (Burt، ۱۹۸۸). میزان پراکسید در اردک‌ماهی تازه در مقایسه با تخمک تون هوور با مقدار ۱/۱۸ $meqo_2/kg$ افزایش چشمگیری دارد (ضیائیان‌نوربخش، ۱۳۸۶).

شاخص پراکسید در اردک‌ماهی شورشده بعد از گذشت ۹۰ روز نگهداری در مقایسه با کپور نقره‌ای دودی شده طی چهار ماه نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، از ابتدا تا ماه آخر نگهداری روند افزایشی داشته است (هاشمی‌کنتی و همکاران، ۱۳۸۷).

با توجه به اطلاعات مندرج در جدول ۱، مقدار TBA در طول مدت نگهداری به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد ($P<0/05$). مقدار آن در بافت اردک‌ماهی تازه ۰/۰۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم و در اردک‌ماهی شورشده به ۰/۰۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم در ۹۰ روز افزایش می‌یابد. باتوجه به حد مجاز مصرف که ۰/۳۴ mg/۱۰۰g است (پروانه، ۱۳۷۷)، مقدار TBA اردک‌ماهی شورشده در حد مجاز می‌باشد. بررسی میزان TBA بر روی فیله نمک‌سود

شده ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تحت شرایط نگهداری در یخچال، نشان داد که نمک سبب تحریک اکسیداسیون چربی‌ها در فیله ماهی می‌گردد، طوری‌که از روز ۳ به بعد TBA بالاتری ($P<0/05$) در نمونه‌های نمک‌سود شده (۰/۳۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) نسبت به نمونه‌های ماهی تازه قزل‌آلای رنگین‌کمان (۰/۲۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) مشاهده گردید (ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۸۸) که در مقایسه با میزان TBA در نمونه‌های اردک‌ماهی شورشده تفاوت چشم‌گیری دارد (جدول ۱). فساد اکسیداسیونی چربی یعنی TBA نیز همانند مطالعه حاضر در ماهیان کفال طلایی طی دوره نگهداری در یخ مشاهده شد. بالاترین مقدار TBA، به‌عنوان مرحله ثانویه اکسیداسیون چربی، در روز شانزدهم نگهداری در زیر یخ مشاهده شد. اگر چه در روزهای آخر نگهداری مقادیر TBA اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P>0/05$)، اما این اختلاف در روزهای اول اندازه‌گیری معنی‌دار بود (بهمنی و رضایی، ۱۳۸۷).

ذکر این نکته مهم ضروری است که درصد چربی موجود در بافت اردک‌ماهی تازه (۱/۵۳ درصد وزن تر) پس از شور کردن و ۹۰ روز نگهداری در سردخانه (۱/۲۸ درصد وزن تر) کاهش می‌یابد ($P>0/05$) و در واقع از میزان حقیقی اسیدهای چرب در بافت کاسته شد، لیکن جهت بررسی تغییرات انواع اسیدهای چرب، مطابق معمول از تعیین مقادیر آن‌ها در صد گرم چربی موجود در بافت استفاده می‌گردد. علت کاهش چربی در نمونه‌های شورشده را می‌توان به دلیل تغییرات اسیدهای چرب آزاد، افزایش پراکسید و تأثیر نمک بر هیدرولیز این ترکیب نسبت داد (Loeseck، ۲۰۰۱).

میزان چربی اردک‌ماهی (۱/۵۳ درصد وزن تر) در مقایسه با چربی ماهی اسکاد (*Trachurus mediterraneous*) (۱/۳۷ درصد)، ساردین (*Sardinella aurita*) (۳/۴۷ درصد)، توربوت (*Scopthalmus maeticus*) (۱/۳۰ درصد) (Ozogul و Ozogul، ۲۰۰۷)، بافت تازه کفال طلایی (*Liza aurata*) (۴/۵۳ درصد) و بافت نمک‌سود آن (۲/۲۱ درصد) (Hedayatifard و Yousefian، ۲۰۱۰)، هرینگ (*Clupea harengus*) (۹/۰۴ درصد)، ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) (۶/۳۴ درصد)، بافت قزل‌آلای رنگین‌کمان (۶/۶۱ درصد)(Exler، ۱۹۸۷) تفاوت دارد.

بنابراین می‌توان گفت که زمان ماندگاری (shelf-life) اردک‌ماهی با توجه به سایر فاکتورها از جمله بار میکروبی، میزان پراکسید تولید شده، مقدار TBA و میزان چربی در طول نگهداری نمونه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد حدود ۹۰ روز می‌باشد. جدول ۴ ترکیب اسیدهای چرب شناخته شده در بافت اردک‌ماهی تازه و شورشده را با سایر آبزیان مقایسه نموده است.

همانگونه که از تحقیقات بر می‌آید، در مطالعات متعددی بر این موضوع تأکید شده است که چربی موجود در بافت ماهیان آب شیرین مانند *Mystus singhala*، *Mastacembelus armatus*، *Labeo calbasuo* (Gulzar و Zuber، ۲۰۰۰)، کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) (Sengor و همکاران، ۲۰۰۳)، قزل‌آلای رنگین‌کمان (Kandemir و Polat، ۲۰۰۷؛ Sener و Yildiz، ۲۰۰۳)، گونه‌هایی مانند *Crucian carp*، سوف (*Sander lucioperca*)، *Reinhardtius hippoglossoides*، *Coregonus albula*، Clupeidae، *Rutilus rutilus*، *Paraplagusia bilineata*، *Cyprinus carpio*، Flounder (Kolakowska و همکاران، ۲۰۰۰) *Xiphias gladius* و نیز تخم ماهیانی همانند *Salmo salar*، *Chaetodon melannotus*، *Clupea harengus*، *Theragra chalcogramma* (Shirai و همکاران، ۲۰۰۴)، *Thunnus tonggol* (ضیائیان‌نوربخش، ۱۳۸۶)، *Esox lucius* (Jurkowski، ۱۹۷۶)، *Notopterus notopterus* (Mukhopadhyay،

و همکاران، ۲۰۰۴) و *Ompok pabda, Wallagu attu* (Mukhopadhyay و Ghosh، ۲۰۰۷)، حاکی از حضور مقدار بسیار بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع ارزشمند می‌باشد. محتوای چربی و ترکیب اسیدهای چرب موجود در اندام‌های مختلف بدن ماهیان تحت تأثیر گونه، جنس، سن، دمای آب، میزان آلودگی و وضعیت تغذیه در فصول مختلف قرار می‌گیرد (Kandemir و Polat، ۲۰۰۷).

در بررسی ترکیب اسیدهای چرب بافت اردک‌ماهی، مشخص شد که از بین اسیدهای چرب اشباع، بیشترین مقدار مربوط به پالمیتیک اسید به میزان ۱۷/۲۵ درصد می‌باشد (جدول ۲). تحقیقات نشان داده که در تمامی آبزیانی که تاکنون مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند، این اسیدچرب بیشترین مقدار را در میان اسیدهای چرب اشباع دارا بوده است (Mukhopadhyay و Ghosh، ۲۰۰۷).

مقدار اسیدهای چرب اشباع در بافت اردک‌ماهی تازه ۳۴/۳۲ درصد تعیین شده‌است که در مقایسه با میزان آن‌ها در بافت کفال خاکستری (۳۱ درصد) (Sengor و همکاران، ۲۰۰۳)، سوف (۲۸/۴۹ درصد) (Hedayatifard و Jamali، ۲۰۰۸)، بافت ماهی کفال طلایی (۲۲/۴۹ درصد) (Hedayatifard، ۲۰۰۹)، اوزون برون (*Acipencer Stellatus*) (۱۰/۶۶ درصد) (Hedayatifard و Moeini، ۲۰۰۷)، تاسماهی ایرانی (*Acipencer percicus*) (۱۱/۰۴ درصد) (هدایتی‌فرد و معینی، ۱۳۸۳)، ماکرل (*Scomber scombrus*) (۲۵/۹ درصد)، لای ماهی (*Tinca tinca*) (۲۸/۱ درصد) (Ozogul و همکاران، ۲۰۰۷)، تخم کفال طلایی (۱۷/۷۸ درصد) و تخم ماهی سفید (*Rutilus frissi kutum*) (۲۵/۶۹ درصد) (هدایتی‌فرد و نعمتی، ۱۳۸۸) بیشتر و نسبت به تخمک ماهی تون هوور (*Thunnus tonggol*) (۳۷/۶ درصد) (ضیائیان‌نوربخش، ۱۳۸۶) و گربه‌ماهی(*Mystus nemurus*) (۴۱/۵۹ درصد) (Widjaja و همکاران، ۲۰۰۹) کمتر برآورد شده است که می‌تواند ناشی از رژیم غذایی متفاوت ماهیان، تفاوت‌های بیولوژیک و سایر عوامل اثرگذار باشد. از مقدار ۱۸/۷۵ درصدی اسیدهای چرب غیراشباع بافت اردک‌ماهی تازه، میزان ۱۳/۰۱ درصد مربوط به اسیدهای با یک پیوند دوگانه (MUFA) است (جدول ۳). اما میزان MUFA طبق تحقیقات Widjaja و همکاران (Widjaja و همکاران، ۲۰۰۹) بر روی گربه ماهی (*Mystus nemurus*) از مقدار آن‌ها در اردک‌ماهی تازه بیشتر بوده است. به‌ویژه در ازون‌برون (۶۳/۸۷ درصد)، تاس‌ماهی ایرانی (۶۲/۸۶ درصد)، سوف (۴۳/۹۵ درصد)، تخم ماهی کفال طلایی (۴۲/۰۲ درصد) و تخم ماهی سفید (۴۲/۱۸ درصد) این افزایش چشمگیرتر می‌باشد.

اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (PUFA) از اهمیت و ارزش بالاتری بین آبزیان برخوردارند. میزان اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه در بافت اردک‌ماهی ۵/۷۴ درصد برآورد شده است (جدول ۳)، که نسبت به ازون‌برون (۲۰/۵۲ درصد)، گربه ماهی (*Mystus nemurus*) (۲۴/۵۱ درصد)، سوف (۱۹/۶۸ درصد)، کفال طلایی (۲۱/۹۶ درصد)، تخمک تون هوور (۳۴/۵۵ درصد) و تخم کفال طلایی (۲۳/۱۷ درصد)، تخم ماهی سفید (۱۶/۴۱ درصد) کمتر بوده است.

نکته مهم در بین اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه حضور غالب اسیدهایی با ۵ و ۶ پیوند دوگانه مانند EPA (C۲۰:۵) و DHA (C۲۲:۶) است که در نمونه مورد مطالعه، میزان EPA با ۱ درصد، بیشتر از میزان آن در کفال خاکستری (۰/۷ درصد) و در مقایسه با کفال طلایی (۲/۲۴ درصد) (هدایتی‌فرد و همکاران، ۱۳۸۱)، گربه‌ماهی (۲/۶۵ درصد) ، قره‌برون (۴/۷۵ درصد)، تخمک تون هوور (۴/۵۴ درصد) و سوف (۶/۰۲ درصد) از میزان کمتری برخوردار می‌باشد.

DHA در نمونه مورد مطالعه با ۱/۰۹ درصد، بیشترین میزان را نسبت به سوف (۰/۶۰ درصد) شامل می‌شد، ولی در مقایسه با کفال خاکستری (۱/۶۰

درصد)، قره‌برون (۲/۲۱ درصد)، ازون‌برون (۳/۵۳ درصد) و کبد جنس نر و ماده گونه *Salmo trutta macrostigma* به‌ترتیب ۱۵/۶۰ و ۱۲/۷۰ درصد (Akpinar و همکاران، ۲۰۰۹) کمتر بوده است.

مجموع اسیدهای چرب امگا-۳ در بافت اردک‌ماهی تازه ۲/۲۹ درصد از کل اسیدهای چرب می‌باشد که بیشتر از مجموع اسیدهای چرب امگا-۶ با مقدار ۱/۰۱ درصد بوده‌است (جدول ۳). همچنین بررسی‌ها بر روی سایر ماهیان نیز این موضوع را تأیید می‌کند. به عنوان مثال مقدار اسیدهای چرب امگا-۳ در کفال طلایی ۱۴/۵۱ درصد در مقابل ۷/۴۵ درصد اسیدهای چرب امگا-۶ می‌باشد که نشانه اهمیت بسیار بالای اسیدهای چرب گروه امگا-۳ در ماهیان است (Hedayatifard، ۲۰۰۹). بنابراین این ماهیان تمایل بیشتری به جذب مواد تغذیه‌ای حاوی این نوع اسیدهای چرب دارند. بر همین اساس می‌توان نتیجه گرفت که این ماهیان از مواد غذایی با طیف گسترده اسیدهای گروه امگا-۳ تغذیه می‌کنند.

مقایسه نتایج حاصل از ترکیبات اسیدهای چرب موجود در اردک‌ماهی تازه و اردک‌ماهی تازه شورشده افزایش مجموع اسیدهای چرب اشباع از ۳۴/۳۲ درصد در ماهی تازه به ۳۴/۸۳ درصد در ماهی شورشده و همچنین افزایش مجموع اسیدهای چرب با یک پیوند دوگانه از ۱۳/۰۱ درصد ماهی تازه به ۱۳/۲۴ درصد در ماهی شورشده در زمان صفر را نشان داد (جدول ۳). همچنین کاهش مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه از ۵/۷۴ درصد در ماهی تازه به ۵/۱۳ درصد در ماهی تازه شورشده نشان داده شد، باتوجه به نتایج آماری تغییرات اسیدهای چرب در ماهی تازه نسبت به ماهی شورشده معنی‌دار نمی‌باشد ($P>0/05$).

از دیگر سو، در بافت اردک‌ماهی فرآیند شور کردن موجب کاهش مجموع اسیدهای چرب امگا-۳ ($P>0/05$) و امگا-۶ ($P<0/05$) شده است.

مقایسه نتایج حاصل از ترکیبات اسیدهای چرب در ماهی‌های شورشده در فاصله زمانی ۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز افزایش مجموع اسیدهای چرب اشباع به طور منظم از ۳۴/۸۳ درصد در زمان صفر به ۳۶/۲۲ درصد پس از ۹۰ روز و افزایش مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه به صورت منظم از ۱۳/۲۴ درصد در زمان صفر به ۱۳/۸۵ درصد پس از ۹۰ روز و همچنین کاهش منظم مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه از ۵/۱۳ درصد در زمان صفر به ۴/۱۵ درصد پس از ۹۰ روز را نشان داد ($P>0/05$).

از میان اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه مجموع اسیدهای چرب امگا-۳ از ۲/۱۳ درصد در زمان صفر به صورت منظم به ۱/۷۶ درصد پس از ۹۰ روز کاهش یافت ($P>0/05$) و مجموع اسیدهای چرب امگا-۶ از ۰/۹۷ درصد در زمان صفر به ۰/۷۹ درصد پس از ۹۰ روز به‌صورت نامنظم کاهش معنی‌دار یافت ($P<0/05$).

طبق موارد فوق می‌توان به این نتیجه رسید که اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه به ویژه امگا-۳ نسبت به اکسیداسیون حساسیت بیشتری دارند و سریعتر اکسید می‌شوند که در میان آن‌ها ایکوزاپنتانوئیک اسید (C۲۰:۵) و دکوزاهگزانوئیک اسید (C۲۲:۶) به‌ترتیب از ۰/۸۹ درصد زمان صفر به ۰/۸۴ درصد پس از ۹۰ روز و از ۱/۰۳ در زمان صفر به ۰/۸۰ درصد پس از ۹۰ روز کاهش یافته‌اند ($P>0/05$).

در ماهی کفال (*Mugil cephalus*) نمک‌سود شده با نام Bouri، در زمان نگهداری به مدت ۳ ماه، مجموع اسیدهای چرب اشباع از ۲۳/۴ درصد در ماهی تازه به ۳۲/۲ در ماهی نمک‌سود نگهداری شده افزایش یافت، مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه از ۳۹/۷ درصد در ماهی تازه کاهش اندکی داشته به ۳۹/۳ درصد در ماهی نمک‌سود رسیده و مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند

دوگانه از ۳۶/۹ درصد در ماهی تازه به ۲۸/۵ درصد در ماهی نمک‌سود رسیده بود. تمامی اسیدهای چرب اشباع روند افزایشی داشته، به ویژه پالمیتیک اسید که میزان آن از ۹/۳۵ درصد در ماهی تازه به ۱۴/۵ درصد در ماهی نمک‌سود رسیده بود. همچنین ایکوزاپنتانوئیک‌اسید (EPA) و دکوزاهگزانوئیک‌اسید (DHA) بیشترین کاهش را در بین اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه داشتند (El.Sebaiy و Metwalli، ۲۰۰۲).

جدول ۴- مقایسه ترکیب اسیدهای چرب بافت اردک‌ماهی با سایر آبزیان (گرم در ۱۰۰ گرم چربی)

اسید چرب / آبزیان	مجموع اشباع	مجموع غیراشباع	(MUFA)	(PUFA)	مجموع امگا-۳	مجموع امگا-۶	امگا-۳ + امگا-۶	بسیار غیراشباع (HUFA)	منبع
بافت اردک‌ماهی تازه *Esox lucius*	۳۴/۳۲	۱۸/۷۵	۱۳/۰۱	۵/۷۴	۲/۲۹	۱/۰۱	۳/۳۰	۲/۲۴	جدول(۳)
بافت اردک‌ماهی شورشده *Esox lucius*	۳۴/۸۳	۱۸/۳۷	۱۳/۲۴	۵/۱۳	۲/۱۳	۰/۹۷	۳/۱۰	۲/۰۵	جدول(۳)
بافت کفال طلایی *Liza aurata*	۲۲/۴۹	۵۶/۳۷	۳۴/۴۱	۲۱/۹۶	۱۴/۵۱	۷/۴۵	۲۱/۹۶	۷/۲۸	(۶۴)
بافت کفال طلایی نمک‌سود	۳۱/۶۶	۶۳/۵۱	۴۵/۲۵	۱۵/۲۳	۱۴/۵۷	–	–	۱۳/۴۶	(۶۷)
تخم کفال طلایی	۱۰/۹۸	۶۸/۵۹	۴۰/۴۸	۲۷/۷۵	۱۹/۵۲	۸/۲۳	۲۷/۷۵	۱۳/۶۴	(۶۴)
تخم شور کفال طلایی	۲۴/۹۲	۵۶/۶۱	۴۳/۲۹	۱۰/۴۹	۱۰/۴۹	۲/۸۳	۱۳/۳۲	۸/۴۹	(۳۶)
Scomber scombrus	۲۵/۹۰	۶۲/۵۰	۱۴/۳۰	۴۸/۲۰	۴۳/۶۰	۴/۱۰	۴۷/۷۰	۴۰/۱۶	(۹۱)
لای ماهی *Tinca tinca*	۲۸/۱۰	۵۴/۵۰	۱۰/۷۰	۴۳/۸۰	۲۶/۷۰	۱۶/۸۰	۴۳/۵۰	۲۶/۲۵	(۹۱)
ساردین *Sardinella aurita*	۳۸/۷۰	۴۸/۶۲	۱۷/۶۰	۳۱/۰۲	۲۷/۶۰	۳/۰۸	۳۰/۶۸	۲۷/۹۰	(۹۱)
کفشک *Solea solea*	۲۹/۶۰	۵۰/۸۰	۱۷/۲۰	۳۳/۶۰	۳۱/۱۰	۱/۹۰	۳۳/۰۰	۳۱/۰۴	(۹۱)
سوف *Sander lucioperca*	۲۹/۰۳	۶۳/۶۲	۴۳/۹۳	۱۹/۶۹	۸/۸۶	۱۱/۰۴	۱۹/۹۰	۸/۳۱	(۶۶)
کفال خاکستری *Mugil cephalus*	۳۱/۰۰	۶۱/۲۰	۲۵/۲۰	۳۶/۲۰	۲/۷۰	۲/۳۰	۳/۶۰	۲۹/۶۰	(۹۶)
ازون‌برون *Acipencer stellatus*	۱۰/۶۶	۸۴/۴۱	۶۳/۸۷	۲۰/۵۲	۱۶/۶۴	۳/۹۰	۲۰/۳۱	۹/۴۰	(۶۵)
قره‌برون *Acipencer percicus*	۱۱/۰۴	۸۸/۹۵	۷۱/۳۴	۱۷/۶۱	۱۱/۰۹	۶/۵۳	۱۷/۶۲	۱۱/۲۱	(۳۵)
تخم ماهی سفید *Rutilus frisii kutum*	۲۵/۶۹	۵۸/۹۵	۴۲/۱۸	۱۵/۶۱	۱۵/۶۱	۱/۵۲	۱۶/۱۴	۱۴/۲۸	(۳۶)
تخم شور ماهی سفید	۴۰/۷۵	۴۵/۲۷	۲۷/۵۷	۱۷/۲۵	۱۷/۲۱	۰/۹۴	۱۸/۱۵	۱۶/۹۶	(۳۶)

نتیجه‌گیری

در اردک‌ماهی شورشده به علت درصد بالای نمک، فعالیت و رشد میکروارگانیسم‌ها کاهش می‌یابد ($P>0/05$)، پس شمارش کلی میکروبی نمی‌تواند عامل تعیین زمان ماندگاری باشد. افزایش پراکسید و تیوباربیوتیک‌اسید در ماهی شورشده نسبت به زمان معنی‌دار می‌باشد ($P<0/05$)، پس باتوجه به میزان این شاخص‌ها در یک فرآورده می‌توان به تازگی آن پی برد.

حضور قابل توجه اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه در ماهیان، ارزش غذایی و شیلاتی بالای آن‌ها را مشخص می‌سازد و آن‌ها را جزو آن دسته از ماهیان با ارزشی قرار می‌دهد که مصرف متناسب آن‌ها به وسیله افرادی که دچار بیماری‌های قلبی و عروقی می‌باشند، موجب بهبودی آن‌ها می‌گردد. این موضوع لزوم تولید فرآورده از بافت ماهیان و ایجاد تنوع در این زمینه را نشان می‌دهد.

این گونه دارای مقادیر نسبتاً بالای اسیدهای چرب امگا-۳ می‌باشد که در بین آن‌ها آلفا-لینولنیک اسید،

ایکوزاپنتانوئیک اسید و دکوزاهگزانوئیک اسید فراوان‌ترین درصد اسیدهای چرب را تشکیل می‌دهند. در ماهی شورشده در مدت زمان نگهداری در سردخانه اسیدهای چرب اشباع افزایش و میزان اسیدهای چرب غیراشباع کاهش یافت ($P>0/05$). بنابراین مدت زمان نگهداری اردک‌ماهی شورشده در شرایط دمایی ۴ درجه سانتی‌گراد، حدود ۹۰ روز برآورد می‌شود.

تشکر و قدردانی

نگارندگان از همکاری صمیمانه آزمایشگاه تخصصی تحقیقاتی مازندران (مرکز کنترل مواد غذایی) در ساری، باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم‌شهر و تمامی عزیزانی که زحمات زیادی در پیشبرد آن انجام داده‌اند، نهایت امتنان را دارند.

منابع

۱- آئین‌نامه کنترل مواد غذایی و بهداشتی، ۱۳۸۴. شمارش کلی میکروب‌های هوازی، ۸۰ صفحه.

۲- بهمنی، ذ.، و رضایی، م.، ۱۳۸۷. اثر زمان نگهداری در یخ روی کیفیت چربی و ارزیابی حسی ماهی کفال طلایی. اولین کنفرانس ملی علوم شیلات و آبزیان ایران، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان. ۱۹-۱۷ اردیبهشت ۱۳۸۷. صفحات ۸۹ و ۹۰.

۳-پروانه، و.، ۱۳۷۷. کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی. دانشگاه تهران، شماره ۱۴۱۸، ۳۲۵ صفحه.

۴- ذوالفقاری، م.، شعبانپور، ب.، فلاح‌زاده، س.، ۱۳۸۸. اثر نمک سود سبک بر ماندگاری فیله ماهی قزل آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تحت شرایط نگهداری در یخچال: بر اساس خصوصیات حسی، فساد پروتئینی و اکسیداسیون چربی‌ها. نخستین همایش ملی ماهیان سردآبی، مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی کشور، تنکابن، ۲۴-۲۲ اردیبهشت ۱۳۸۸، صفحه ,۱۲۷

۵- رضوی شیرازی، ح.، ۱۳۸۶. تکنولوژی فرآورده‌های دریایی، اصول نگهداری و عمل آوری. جلد اول، چاپ دوم. انتشارات نقش مهر، تهران، ۲۹۲ صفحه.

۶- ریگن اشتاین، ج.م.، و ریگن اشتاین، ا.، ۱۹۹۵. مقدمه‌ای بر تکنولوژی ماهی، ترجمه: سید حسینی، ع. ح.، ۱۳۷۸. چاپ اول، شرکت سهامی شیلات ایران، ۲۶۶ صفحه.

۷- سیف‌زاده، م.، و زارع‌گشتی، ق.، ۱۳۸۶. ارزیابی و مقایسه کیفیت گوشت تاسماهی ایرانی پرورشی عمل‌آوری شده با نمک خالص و نمک مخلوط. مجله علمی شیلات ایران، سال شانزدهم، شماره ۲، صفحات ۹۳ تا ۱۰۲.

۸- ضیائیان‌نوربخش، ه.، ۱۳۸۶. شناسایی و اندازه‌گیری اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه ضروری تخمک ماهی تون هوور (*Thunnus tonggol*) و بررسی تغییرات آن‌ها طی نگهداری در سردخانه با شاخص پراکسید و TVB طبیعی. رساله دکتری تخصصی (Ph.D)، رشته شیلات، علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاداسلامی، تهران، ایران، ۱۴۷ صفحه.

۹- کریم، گ.، ۱۳۷۰. آزمون‌های میکروبی مواد غذایی. چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران، ۶۷۳ صفحه.

۱۰- وثوقی، غ.، و مستجیر، ب.، ۱۳۸۵. ماهیان آب شیرین. چاپ هفتم. مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ۳۱۷ صفحه.

۱۱- هاشمی‌کتنی، ف.، ارشادلنگرودی، ه.، هدایتی‌فرد، م.، و صفری، ر.، ۱۳۸۷. اثرات دودی سرد روی کیفیت و مدت ماندگاری ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) طی چهار ماه نگهداری در دو دمای ۴ و ۲۲ درجه‌سانتی‌گراد. اولین کنفرانس ملی علوم شیلات و آبزیان ایران، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان. ۱۹-۱۷ اردیبهشت ۱۳۸۷، صفحات ۲۴ و ۲۵.

۱۲- هدایتی‌فرد، م.، معینی، س.، کیوان، ا.، و یوسفیان، م.، ۱۳۸۱. شناسایی کمی و کیفی اسیدهای چرب بافت ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*). مجله علوم دریایی ایران، دوره اول، شماره دوم، بهار ۱۳۸۱، صفحات ۷۳ تا ,۷۵

۱۳- هدایتی‌فرد، م.، و معینی، س.، ۱۳۸۳. شناسایی کمی و کیفی اسیدهای چرب بافت تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و ارزیابی اثرات انجماد بر روی آن‌ها. مجله دانش کشاورزی، جلد ۱۴، شماره ۳، صفحات ۱۲۴ تا ۱۳۳,

۱۴- هدایتی‌فرد، م.، و نعمتی، س.، ۱۳۸۸. تغییرات اسیدهای چرب تخم ماهیان سفید (*Rutilus frisii kutum*) و کفال طلایی (*Liza aurata*) دریای مازندران تحت فرآیند شورکردن. مجله شیلات، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر، سال سوم، شماره ۲، صفحات ۱ تا ۱۰,

15.Akpinar, M.A., Gorgun, S., and AkPinar, A.E. 2009. A comparative analysis of the fatty acid profiles. In the liver and muscles of male and female (*Salmo trutta macrostigma*). Food Chemistry 112: 6-8.

16.Aubourg, S.P., Quitral, V., Larrain, M.A., Rodriguez, A., Gomez, J., Maier, L., and Vinagre, J. 2007. Autolytic degradation and microbiological activity in farmed Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) during chilled storage. Food Chemistry 104: 369-375.

17.Bellagha, S., Sahli, A., Farhat, A., and Kechaou, N. 2007. Studies on salting and drying of sardine (*Sardinella aurita*) experimental kinetics and modeling. Journal of Food Engineering 78(3): 947-952.

18.Berg, L.S. 1948. Freshwater Fish of the U.S.S.R and Adjacent Countries. 2, 3.Tvo Akadamii Nauk SSSR. Moskva Teningrad, pp. 496-510.

19. Burt, J.R. 1988. Fish smoking and drying. Elsevier Applied Science Publishers Ltd. 166 pp.

20. Chouliara, I., Savvaidis, I.N., Panagiotakis, N., and Kontominas, M.G. 2004. Preservation of salted vacuum-packaged refrigerated sea bream (*Sparus aurata*) fillets by irradiation: Microbiological, chemical and sensory attributes. Journal Food Microbiology 21: 351-359.

21.Chytiri, S., Chouliara, I., Savaidis, I.N., and Kontominas, M.G. 2004. Microbiological chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout. Journal Food Microbiology 21: 157-165.

22.Doe, P.E., 1998. Fish drying and smoking, production and quality. Technomic Publishing Company. Inc. 250 pp.

23.El.Sebaiy, L., and Metwalli, M. 1989. Changes in some chemical characteristics and lipid composition of salted fermented bouri fish muscle (*Mugil cephalus*). Food Chemistry 31: 41-50.

24.Exler, J. 1987. Composition of food: finfish and shellfish products. United States Department of Agriculture, Human Nutrition Information Service, Agriculture Handbook 8-15 (updated 1992). Washington, DC. 192 pp.

25.Gulzar, S., and Zuber, M. 2000. Determination of omega-3 fatty acid composition in freshwater fish, International Journal of Agriculture and Biology 2: 342-343.

26.Hedayatifard, M. 2009. Comparative study of fatty acid composition of golden mullet fillet and roe oils (*Liza aurata* Risso, 1810). Asian Journal of Animal and Veterinary Advances 4: 209-213.

27.Hedayatifard, M., and Moeini, S. 2007. Loss of omega-3 fatty acids of sturgeon (*Acipenser stellatus*) during cold storage. *International Journal of Agriculture and Biology* 9, 598-601.

28.Hedayatifard, M., and Jamali, Z. 2008. Evaluation of omega-3 fatty acid composition in Caspian Sea pike perch (*Sander lucioperca* L.). International Journal of Agriculture and Biology 10: 235-237.

29.Hedayatifard, M., and Yousefian, M. 2010. The fatty acid composition of golden mullet fillet (*Liza aurata*) as affected by dry-salting. Journal of Fisheries and Aquatic Science 3: 208-215.

30.Jurkowski, M.K. 1976. The fatty acids composition in egg lipids of pike (*Esox lucius* L.) from the Puck bay and lakes near Lipusz. Acta Ichthyological Et Scatoria 2: 9-15.

31. Kandemir, S. and Polat, N. 2007. Seasonal variation of total lipid and total fatty acid in muscle and liver of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) reared in Derbent Dam Lake. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 7: 27-31.

32.Kolakowska, A., Szczygieiski, M., Bienkiewicz, G., and Zienkowicz, L. 2000. Some of fish species as source of n-3 polyunsaturated fatty acids. Acta Ichthyological Piscat. 2: 59-70.
33.Leaf, A., Xiao, Y.F., Kang, J.X., and Billman, G.E. 2003. Prevention of sudden cardiac death by n-3 polyunsaturated fatty acids. Pharmacol Ther. 98: 355-77.
34.Lelek, A. 1987. The Freshwater Fishes of Europe. Vol. 9, Threatened Fishes of Europe. Aula-Verlag. GMBH Wiesbaden. Germany.
35.Loeseck, H.W. 2001. Drying and dehydration of Food. Agrobios, pp. 169-170.
36.Mahmoud, B.S.M., Yamazaki, K., Miyashita, K., Shin, L.L., and Suzuki, Y. 2006. A New technology for fish preservation by combined treatment with electrolyzed NaCl solutions and essential oil compounds. Food Chemistry 99: 656-662.
37.Mukhopadhyay, T. and Ghosh, S. 2007. Lipid profile and fatty acid composition of two silurid fish eggs. Journal of Oleo Science 8: 399-403.
38.Mukhopadhyay, T., Nandi, S., and Ghosh, S. 2004. Lipid profile and fatty acid composition in eggs of Indian Featherback Fish Pholui (*Notopterus notopterus pallas*) in comparison with body-tissue lipid. Journal of Oleo Science 7: 323-328.
39.Namulema, A., Muyonga, J.H., and Kaaya, A.N. 1999. Quality deterioration in frozen Nile perch (*Lates niloticus*) stored at -13 and -27$^{\circ C}$. Food Research International 32: 151-156.
40.Ng, W.K., Wang, Y., Ketchimenin, P., and Yuen, K.H. 2004. Raplacement of dietary fish oil with palm fatty acid distillate elevates tocopherol and tocotrienol concentrations and increases oxidative stability in the muscle of African catfish, *Clarias gariepinus*. Aquaculture 233: 423-437.
41.Nobuya, S., and Suzuki, H. 2004. Dietary and seasonal effects on the dorsal meat lipid compsion of Japanese catfish (*Silurus asotus*). Comparative Biochemistry Physiology 132: 609-619.
42.Nordoy, A., Marchioli, R., and Arnesen, H. 2001. N-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular diseases. Lipids 36: 127-129.
43.Ozogul, Y., and Ozogul, F. 2007. Fatty acid profiles of commercially important fish species from the Mediterranean, Aegean and Black Seas. Food Chemistry 100: 1634-1638.
44.Ozogul, Y., Ozogul, F., and Alagoz, S. 2007. Fatty acid profiles and fat contents of commercially important seawater and freshwater fish species of Turkey: A comparative study. Food Chemistry 103: 217-223.
45.Ozogul, Y., Ozogul, F., Cicek, E., Polat, A., and Kuley, E. 2008. 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.
46.Rodger, R.W.A. 1991. Fish facts. An illustrated guide to commercial species be VAN 34-Rodger, New York, pp. 108-109.
47.Sener, E., and Yildiz, M. 2003. Effect of the different oil on growth performance and body composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) Juveniles. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science 3: 111-116.
48.Sengor, G.F., Ozden, O., Erkan, N., Tuter, M., and Aksoy, H.A. 2003. Fatty acid compositions of flathead gray mullet (*Mugil caphalus* L., 1758) fillet, raw and beeswaxed caviar oil. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science 3: 92-96.
49.Shepherd, C.J., Pike, I.H., and Barlow, S.M., 2005. Sustainable feed resources of marine origin. EAS special publication. European Aquaculture Society. Oostende, Belgium 35: 59-66.
50.Shirai, N., Higuchi, T., and Suzuki, H. 2006. Analysis of lipid classes and the fatty acid composition of the salted fish roe food products, Ikura, Tarako, Tobiko and Kazunoko. Comparactive Biochemistry Physiology 94(1): 61-67.
51.Sofos, J.N. 1984. Antimicrobial effects of sodium and other ions in foods. A review. Journal Food Saf. 6: 45-78.
52.Torrejon, C., Jung, U.J., and Deckelbaum, R.J. 2007. N-3 fatty acids and cardiovascular disease: Actions and molecular mechanisms. Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids 77:319-26.

53.Vaccaro, A.M., Buffa, G., Messina, C.M., Santulli, A., and Mazzola, A. 2005. Fatty acid composition of a cultured sturgeon hybrid (*Acipenser naccarii*×*A., baerii*). Food Chemistry 93: 627-631.
54.Wheaton, F.W., and Lawson, T.B. 1985. Processing Aquatic Food Products. College Parlmaryland. U.S.A.
55.Widjaja, W.P., Abdulamir, A.S., Saari, N.B., Fatimah, B., Bakar, A., and Ishak, Z.B. 2009. Fatty acids profile of tropical bagridae catfish (*Mystus nemurus*) during storage. American Journal of Food Technology 2: 90-95.
56.Zar, J.H. 1984. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ. 718 pp.

New Technologies in Aquaculture Development, Islamic Azad University, Azadshahr Branch
Vol. 14, No. 2, Summer 2020

Consideration of the effects of salting on profile fatty acids and quality indicators of pike (*Esox lucius*) stored at 4^{OC}

M. Hedayatifard[1], Y. Chashnidel[2] and S. Nemati[3*]

[1] Dept. of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran

[2] Dept. of Animal Science, Sari University of Agriculture Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

[3] M.Sc. graduated in Fisheries, Young Researchers Club, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran

Abstract

In this study the effect of salting on li*P*id and fatty acids of *P*ike (*Esox lucius*) and its shelf life were studied for 90 days in 4 $^{\circ}C$ tem*p*erature. The identification of fatty acids *P*rofile from fresh and salted *P*ike were carried out by gaschromatogra*P*hy (GC). Then the changes of fatty acids, Total microbial count, *P*V and TBA were followed at intervals of 0, 30, 60, 90 days. In fresh *P*ike sum of the saturated and unsaturated fatty acids were 34.32 and 18.75 % respectively. The results showed that with salted fish after 90 days of storage, the saturated fatty acids increased to 36.22 ($P>0.05$) and the sum of the unsaturated fatty acids due to oxidation decreased to 18.00%. The salting is not only a proper way to conserve, but also by decreasing the fat of the fish from 1.53 to 1.28 % ($P>0.05$), it will have an effect on preserving fatty acids s*p*ecially omega3 and omega6. In salted fish the amount of *P*V increased from 1.84 meqO_2/kg to 2.10 meqO_2/kg. These results are significant at ($P<0.05$), In salted fish the amount of TBA increased from 0.05 mg/100g to 0.07 mg/100g after 60 days, then started to decrease and finally reached 0.06 mg/100g after 90 days of storage on 4 $^{\circ}C$ tem*P*erature ($P<0.05$). The total microbial count did decrease from 1.63 $\times 10^2$ cfu/g to 1.51×10^2 cfu/g ($P>0.05$). This reduction can be due to salting in fish tissues.

***Keywords**:* Pike; Fatty acids; Microbial contamination; Shelf life; Salting.

[*]Corresponding author; nemati_so@yahoo.com