

اثرات فرآیند شور کردن بر روی شاخص‌های کیفی و پروفایل اسیدهای چرب بافت

اردک ماهی (*Esox lucius*) در زمان نگهداری در سردخانه

مسعود هدایتی فرد¹، میداله چاشنی دل² و *سمیه نعمتی³

¹دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائم‌شهر، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه شیلات، قائم‌شهر، ایران، ²دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، گروه علوم دامی، ساری، ایران، ³دانشجوی کارشناسی ارشد شیلات، باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائم‌شهر، قائم‌شهر
تاریخ دریافت: 89/4/27؛ تاریخ پذیرش: 89/7/17

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی اثرات شور کردن بر روی اسیدهای چرب بافت اردک‌ماهی (*Esox lucius*) و تعیین زمان ماندگاری آن به مدت 90 روز در شرایط سردخانه انجام شد. پروفایل اسیدهای چرب توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی در بافت اردک‌ماهی تازه و شور شده در فواصل زمانی 0، 30، 60 و 90 روز اندازه‌گیری شد. جهت تعیین زمان ماندگاری، آزمایش‌های شمارش کلی میکروبی (TC)، پراکسید (PV) و تیوباریوتیک اسید (TBA) به مدت 90 روز انجام گرفت. مجموع اسیدهای چرب در بافت اردک‌ماهی تازه شامل 34/32 درصد اسیدهای چرب اشباع، 18/75 درصد اسیدهای چرب غیراشباع بود. نتایج نشان داد که در بافت اردک‌ماهی شور شده طی 90 روز مجموع اسیدهای چرب اشباع، افزایش یافته و به 36/22 درصد ($P > 0/05$) و مجموع اسیدهای چرب غیراشباع بر اثر اکسیداسیون کاهش یافته به 18 درصد می‌رسد ($P > 0/05$). شور کردن علاوه بر این که یک روش مناسب نگهداری محسوب می‌شود، با کاهش میزان چربی بافت ماهی از 1/53 درصد به 1/28 درصد ($P > 0/05$)، می‌تواند از بروز تأثیرات منفی به خصوص بر روی میزان اسیدهای چرب غیراشباع امگا-3 و امگا-6 جلوگیری نماید. در بافت اردک‌ماهی شور شده میزان پراکسید سیر افزایشی داشت و از 1/84 به 2/10 meqO₂/kg رسید که تغییرات آن نسبت به زمان معنی‌دار بود ($P < 0/05$)، میزان TBA ابتدا از زمان صفر تا 60 روز افزایش داشته از 0/05 به 0/07 mg/100g رسید و پس از آن به 0/06 mg/100g در زمان 90 روز کاهش یافت ($P < 0/05$). بار میکروبی از 1/63 × 10² cfu/g سیر کاهشی داشته و به 1/51 × 10² cfu/g رسید که این امر می‌تواند به دلیل شور کردن باشد ($P > 0/05$).

واژه‌های کلیدی: اردک‌ماهی، اسیدهای چرب، بار میکروبی، زمان ماندگاری، شور کردن

مقدمه

آبریز دریای مازندران بوده و بر همین اساس و نیز به دلیل 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. به طوری که اغلب قسمت‌های اجزای تشکیل‌دهنده این آبزی، به‌ویژه گوشت آن به دلیل داشتن طعم و مزه مطلوب و فواید تغذیه‌ای

اردک‌ماهی (*Esox lucius*) از رده ماهیان استخوانی حقیقی (Teleostei)، راسته اردک‌ماهی شکلان (Esociformes) و خانواده اردک‌ماهیان (Esocidae) می‌باشد (وثوقی و مستجیر، 1385). این گونه از مهم‌ترین ماهیان استخوانی اقتصادی حوزه

* مسئول مکاتبه: nemati_so@yahoo.com

اسیدهای...

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, 1991). انتشار جهانی آن در سراسر اروپا، آسیا و آمریکای شمالی بوده (Lelek, 1987) و رودخانه‌های شمال مدیترانه و سواحل جنوبی دریای مازندران جنوبی‌ترین نقاط زیست برای آن می‌باشد (Berg, 1948).

در حال حاضر آبی‌پروری در جهان با نرخ رشد سالیانه 6/5 درصد در حال رشد است و به نظر می‌رسد این رشد تا سال 2025 ادامه پیدا کند، افزایش سریع موجب رشد صنعت تولیدات غذایی آبیان گردیده است (Shepherd و همکاران، 2005). مجموع تولید آبیان (اعم از پرورشی و دریایی) در کشور در سال 1387، 562594 تن برآورد شده است درحالی که میزان مصرف سرانه انواع آبیان 7/32 کیلوگرم در سال 1387 می‌باشد (سالنامه آماری شیلات ایران، 1387). 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، به ویژه اسیدهای چرب امگا-3، خصوصاً دو اسیدچرب ایکوزاپنتانوئیک (EPA) و دوکوزاهگزانوئیک (DHA) می‌باشد (Ozogul و همکاران، 2008).

بافت فیله ماهیان حاوی پروتئین، چربی، مواد معدنی، ویتامین‌ها و اندکی کربوهیدرات 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, 2007؛ Kolakowska و همکاران، 2000).

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 Hedayatifard, 2000؛ Zuber و همکاران، 2000؛ Jamali و همکاران، 2008؛ Kolakowska و همکاران، 2000؛ Mukhopadhyay و Ghosh, 2007؛ Sener و Shirai و همکاران، 2003؛ Yildiz و همکاران، 2003؛ Sengor و همکاران، 2003؛ Sofos, 1984). 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-3 و امگا-6 در کاهش علائم و عوارض قلبی به خوبی مشخص شده است (Nordoy و همکاران، 2001). 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، 2009؛ Hedayatifard و Moeini, 2007؛ Shirai و همکاران، 2004؛ Widjaja و همکاران، 2009). همچنین فواید اسیدهای چرب غیراشباع در تنظیم ضربان قلب (Leaf و همکاران، 2003؛ Torrejon و همکاران، 2007) و افزایش توانایی یادگیری به اثبات رسیده است (Suzuki و Nobuya, 2004).

یکی از روش‌های عمل‌آوری و نگهداری آبیان شور کردن 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 شور شده یکی از منابع مهم

جهت کنترل فعالیت آبی استفاده شده است، فرآیند کاتابولیسم در فعالیت آبی بالاتر از حداقل مورد نیاز متوقف شده است (Wheaton و Lawson, 1985).

باتوجه به موارد بیان شده، جداسازی، شناسایی و تعیین انواع اسیدهای چرب در انواع ماهیان به صورت تازه و در عمل آوری های متنوع دیگری که صورت می گیرد و مقایسه آن ها از اهمیت بالایی برخوردار است. امروزه تلاش بر این است که این فرآورده ها هر چه بیشتر در وعده غذایی خانواده ها قرار گرفته و جایگاه اصلی خود را بیابند و تا حد امکان از آبیان و سایر فرآورده های شیلاتی به جای گوشت قرمز استفاده شود.

هدف از اجرای پژوهش حاضر، ارزیابی شاخص های کیفی، شناسایی، اندازه گیری و مقایسه انواع اسیدهای چرب موجود در بافت تازه و شور شده اردک ماهی (*Esox lucius*) و تعیین زمان ماندگاری آن در نمونه های صید شده در فصل پاییز می باشد که چگونگی ترکیب آن ها را مورد بررسی قرار داده و تغییرات آن را ارزیابی می کند.

مواد و روش ها

الف- 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 نوترنت آگار و استانداردهای معرف اسیدهای چرب.

مواد غیرمصرفی و دستگاه ها: دستگاه سوکسله، ترازوی دیجیتالی با حساسیت 0/001 گرم، آون (100-105 درجه سانتی گراد)، انکوباتور (37 درجه سانتی گراد)، دسیکاتور، شیشه آلات آزمایشگاهی، کاغذ صافی، چراغ گاز، هیتر، کاردک، مخلوط کن، دستگاه

ارزان قیمت در تأمین پروتئین غذایی می باشد (Bellagha, 2007). این عمل همراه با خشک کردن و یا دودی کردن ماهی صورت می گیرد (ریگن اشتاین، و همکاران، 1995). اگر چه شور کردن تنها برای حفظ و نگهداری ماهی نیست ولی درکل فرآیند هر گونه آلودگی و فساد ممکنه را با کاهش فعالیت آبی محدود می نماید. در نمک سود کردن ماهی ها به کمک آب نمک، افزودن بعضی از مواد مانند شکر، مواد طعم دهنده، رنگ های مجاز، نیتريت سدیم به آب نمک معمول بوده و در بسیاری از کشورها رایج است (Burt, 1988). 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 نمک گذاری و در نهایت نسبت ماهی به آب نمک بستگی دارد (رضوی شیرازی، 1386).

حفظ کیفیت ماهی مسئله اصلی برای صنعت شیلات و مصرف کنندگان محسوب می گردد و ممکن است که طی عمل آوری و نگهداری ماهیان، کیفیت این محصول در اثر چندین فاکتور کاهش یابد. یکی از مسائل مورد توجه، اکسیداسیون چربی های غیراشباع می باشد که باعث ایجاد طعم و بوی نامطلوب در محصول می گردد (Aubourg و همکاران، 2007). از آنجائیکه چربی ها بواسطه داشتن اسیدهای چرب غیراشباع از استعداد فسادپذیری بالایی برخوردارند، این موضوع می تواند فسادپذیری آبی را به هنگام نگهداری (پس از صید) افزایش دهد (Ng و همکاران، 2004). مسئله بعدی فعالیت باکتریایی در ماهیان می باشد که منجر به افت کیفیت و بدنال آن فساد محصول می گردد (Chytiri و همکاران، 2004). علت عدم فساد فرآورده های نمک سود شده به دلیل خاصیت ضد عفونی کنندگی نمک نیست، بلکه به علت خاصیت جذب آب آن است. در تمام مواردی که از NaCl

اسیدهای...

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

ب- روش‌ها: در این تحقیق از روش آب نمک اشباع برای شور کردن ماهیان استفاده شد. بدین صورت که در فصل پائیز 1388، 30 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 $450 \pm 9/69$ گرم و متوسط طولی $2/81 \pm$ 36 سانتی‌متر را نشان داد. سپس ماهیان جهت انجام آزمایشات شمارش کلی میکروبی (TC) و سنجش پراکسید (PV)، تیوباریوتیک 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، 1377)، تیوباریوتیک اسید (به روش نامولما و همکاران) (Namulema و همکاران، 1999)، چربی (به روش سوکسله) (پروانه، 1377) و اسیدهای چرب (به وسیله دستگاه گاز کروماتوگرافی GC) اندازه‌گیری شدند.

جهت شور کردن، ماهیان در بشکه‌های پلی‌اتیلنی متوسط حاوی آب نمک اشباع با نسبت 1 به 3 (ماهی به آب نمک) قرار گرفتند (Doe, 1998). شور کردن به مدت 16 روز در دمای محیط ($18 \pm 0/5$) درجه سانتی‌گراد به طول انجامید. پس از اتمام شور کردن

تمامی نمونه‌های ماهی (شاهد و شور شده) بسته‌بندی و به یخچال با دمای 4 درجه سانتی‌گراد برای نگهداری به مدت 90 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 به دست آمدند. تفاوت بین گروه‌های آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار SPSS 11 توسط آزمون آنالیز واریانس یکطرفه (One-ANOVA way) و نیز اختلاف بین مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون توکی (Tukey) در سطح اطمینان 95 درصد در پایان دوره آزمایش، مورد آزمون قرار گرفت (Zar, 1984).

نتایج

تعداد کلی میکروبی در بافت اردک‌ماهی تازه $1/63 \times 10^2$ (cfu/g) شمارش شد و در بافت اردک‌ماهی شور شده بعد از گذشت 90 روز در سردخانه به میزان $1/51 \times 10^2$ cfu/g درصد کاهش پیدا کرده بود. نتایج به دست آمده در مورد شمارش کلی میکروبی حاکی از آن است که علارغم نداشتن اختلاف معنی‌دار آماری ($P > 0/05$) بین هیچ‌کدام از مراحل آزمایش در ماهی تازه تا آخرین ماه نگهداری، میزان آن در طول مدت 90 روز کاهش پیدا کرده است (جدول 1).

باتوجه به نتایج به دست آمده در جدول 1 در طول مدت نگهداری، مقدار پراکسید افزایش معنی‌داری را نشان داد. در این آزمایش عدد پراکسید در بافت اردک‌ماهی تازه $1/84$ میلی‌اکی‌والان در هر کیلوگرم و در ماهی شور شده در ابتدای شور شدن $1/98$ میلی‌اکی‌والان در هر کیلوگرم بوده و بعد از گذشت 90 روز به حداکثر $2/10$ میلی‌اکی‌والان در هر کیلوگرم رسید. تفاوت تغییرات این شاخص فقط بین

فعالیت آنزیمی درون بافتی و فعالیت میکروبی است. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار بین مقادیر تیوباریوتیک اسید در تمامی مراحل آزمایش بود ($P < 0/05$).

میزان چربی در طول مدت نگهداری روند کاهشی داشت (جدول 1). در این آزمایش میزان چربی در بافت اردک‌ماهی تازه 1/53 درصد وزن تر و در اردک‌ماهی شور شده در زمان صفر، 1/39 درصد وزن تر و بعد از گذشت 90 روز به میزان 1/28 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.

ماهی تازه و ماهی شور شده بعد از 90 روز نگهداری از نظر آماری در سطح 95 درصد معنی‌دار بود ($P < 0/05$). بنابراین زمان بر مقدار پراکسید تأثیر متقابل دارد. هر چه از زمان تولید فرآورده شور شده می‌گذرد مقدار آن نسبت به ماهی تازه و شور شده در ابتدا تفاوت بیشتری نشان می‌دهد.

طبق جدول 1 در طول مدت نگهداری اردک‌ماهی شور شده، مقدار تیوباریوتیک اسید افزایش معنی‌داری را نشان داد. مقدار آن در بافت اردک‌ماهی تازه 0/04 میلی‌گرم در 100 گرم و در اردک‌ماهی شور شده در ابتدا از 0/05 میلی‌گرم در 100 گرم به 0/06 میلی‌گرم در 100 گرم در 90 روز افزایش یافته است، که این افزایش در اردک‌ماهی شور شده به علت

جدول 1- تغییرات شمارش کلی میکروبی، پراکسید، تیوباریوتیک اسید و چربی در بافت اردک‌ماهی تازه و شور شده در طول مدت 90 روز نگهداری در سردخانه

نمونه	زمان بر حسب روز	شمارش کلی میکروبی (cfu/g)	پراکسید (meq ₂ /kg)	تیوباریوتیک اسید (mg/100g)	درصد چربی (وزن تر)
ماهی تازه	0	$1/63 \times 10^2 \pm 0/09^a$	$1/84 \pm 0/11^a$	$0/04 \pm 0/003^a$	$1/53 \pm 0/17^a$
ماهی شور	0	$1/60 \times 10^2 \pm 0/02^a$	$1/98 \pm 0/12^{ab}$	$0/05 \pm 0/002^b$	$1/39 \pm 0/09^a$
شور شده	30	$1/57 \times 10^2 \pm 0/04^a$	$2/01 \pm 0/10^{ab}$	$0/06 \pm 0/003^{bc}$	$1/47 \pm 0/09^a$
	60	$1/58 \times 10^2 \pm 0/01^a$	$2/10 \pm 0/03^{ab}$	$0/07 \pm 0/003^{de}$	$1/26 \pm 0/12^a$
	90	$1/51 \times 10^2 \pm 0/02^a$	$2/10 \pm 0/07^b$	$0/06 \pm 0/003^{bc}$	$1/28 \pm 0/07^a$

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

می‌دهند و در بافت اردک‌ماهی شور شده در طول مدت 90 روز نگهداری در دمای 4 درجه سانتی‌گراد پالمیتیک اسید (C16:0) با میزان 17/88 درصد و استئاریک اسید (C18:0) با 15/04 درصد بیشترین و اکتادکاترانوئیک اسید (C18:4) با 0/08 درصد و آلفا-لینولنیک اسید (C18:3) با 0/12 درصد کمترین میزان اسیدهای چرب را تشکیل می‌دهند.

میزان اسیدهای چرب اشباع در طول مدت نگهداری افزایش یافت، به طوری که در بافت ماهی تازه از 34/32 به 36/22 گرم در 100 گرم چربی در

جدول‌های 2 و 3، درصد تغییرات اسیدهای چرب و مقادیر تفکیک گروه‌های اسیدهای چرب موجود در چربی بافت تازه و شور شده اردک‌ماهی را نشان می‌دهند.

بر این اساس، در بین اسیدهای چرب بافت اردک‌ماهی تازه پالمیتیک اسید (C16:0) و استئاریک اسید (C18:0) به ترتیب با 17/25 و 14/48 درصد بیشترین و اکتادکاترانوئیک اسید (C18:4) و آلفا-لینولنیک اسید (C18:3) به ترتیب با 0/15 درصد و 0/20 درصد کمترین میزان اسیدهای چرب را تشکیل

اسیدهای...

روز 90 رسید. نتایج بیانگر این نکته می‌باشند که با وجود تفاوت معنی‌دار در پروفایل اسیدهای چرب اشباع در طول زمان نگهداری ($P < 0/05$)، در مجموع اسیدهای چرب اشباع در زمان‌های مختلف تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P > 0/05$).

در بین اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه (MUFA) بافت اردک‌ماهی تازه و شور شده به ترتیب پالمیتوئیک اسید (8/29 و 8/64 درصد) و اولئیک اسید (3/24 و 3/98 درصد) بیشترین و سپس 11-ایکوزانوئیک اسید (0/50 و 0/53 درصد) و هپتادسنوئیک اسید (0/98 و 0/70 درصد) کمترین میزان اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه را تشکیل می‌دهند. لازم به ذکر است که مقدار پالمیتوئیک اسید و اولئیک اسید در بین اسیدهای چرب غیراشباع بیشتر از بقیه بوده است. همچنین طبق جدول 3 میزان اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه در طول مدت نگهداری افزایش یافت. به طوری که در بافت ماهی تازه، از 13/01 به 13/85 گرم در 100 گرم چربی در روز 90 رسید.

نکته بسیار مهم در بین اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (PUFA)، حضور اسیدهای چرب (C18:2) و (C20:2) می‌باشد که به دلیل 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، سپس 8-11-14-ایکوزاتری‌انوئیک اسید (2/03 درصد) و دکوزاهگزانوئیک اسید (1/09 درصد) بیشترین و اکتادکاترانوئیک اسید (0/15 درصد) و آلفا-لینولنیک اسید (0/20 درصد) کمترین میزان و در اردک‌ماهی شور شده سپس 8-11-14-ایکوزاتری‌انوئیک اسید (1/35 درصد) و ایکوزاپنتانوئیک اسید (0/84 درصد) بیشترین و

اکتادکاترانوئیک اسید (0/08 درصد) و آلفا-لینولنیک اسید (0/12 درصد) کمترین میزان اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه را شامل می‌شوند. مقدار اکتادکاترانوئیک اسید و آلفا-لینولنیک اسید در بین اسیدهای چرب غیراشباع کمتر از بقیه بوده است.

طبق جدول 3 میزان اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه در طول مدت نگهداری کاهش یافت، طوری که در بافت ماهی تازه از 5/74 به 4/15 گرم در 100 گرم چربی در روز 90 رسید. علاوه بر وجود تفاوت معنی‌دار در میزان اسیدهای چرب غیراشباع در تمامی نمونه‌های مورد آزمایش ($P < 0/05$)، در مجموع اسیدهای چرب غیراشباع در زمان‌های مختلف نگهداری تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نگردید ($P > 0/05$).

میزان اسیدهای چرب غیراشباع از 4 پیوند دوگانه به بالا در طول مدت نگهداری کاهش و در بافت تازه از 2/24 به 1/72 گرم در 100 گرم چربی در روز 90 رسید.

در بین اسیدهای چرب امگا-3 بافت اردک‌ماهی شور شده در طول مدت 90 روز نگهداری ایکوزاپنتانوئیک اسید با 0/84 درصد بیشترین و آلفا-لینولنیک اسید 0/12 درصد کمترین میزان اسیدهای چرب امگا-3 را شامل می‌شوند. در جدول 3 مشخص شده میزان اسیدهای چرب امگا-3 در طول مدت نگهداری روند نزولی داشت، طوری که در بافت ماهی تازه از 2/29 به 1/76 گرم در 100 گرم چربی در روز 90 کاهش یافت. نتایج نشان داد تفاوت معنی‌داری در طول دوره نگهداری در اسیدهای چرب امگا-3 وجود نداشت ($P > 0/05$). درصد اسیدهای چرب امگا-3 از امگا-6 (C18:2) بیشتر بود. تفاوت تغییرات اسیدهای چرب امگا-6 بین ماهی تازه و ماهی شور شده بعد از 60 و 90 روز نگهداری از نظر

بود. همچنین مجموع اسیدهای چرب امگا-3 در مقایسه با اسیدچرب امگا-6 هم در ماهی تازه و هم در ماهی شور شده بیشتر بود که نشان دهنده این است که اردک ماهی دارای مقدار قابل توجهی امگا-3 بوده و از لحاظ غذایی ارزش فراوان دارد.

آماری در سطح 95 درصد معنی دار می باشد ($P < 0/05$).

در جدول 3، در بین اسیدهای چرب مجموع اسیدهای چرب اشباع با مقدار 34/32 در بافت اردک ماهی تازه و 36/22 گرم در 100 گرم چربی در اردک ماهی شور شده از تمام اسیدهای چرب بیشتر

جدول 2- درصد تغییرات اسیدهای چرب در بافت اردک ماهی تازه و شور شده در طول مدت 90 روز نگهداری در سردخانه (گرم در 100 گرم چربی)

اسیدهای چرب	ماهی تازه	ماهی شور شده در زمان نگهداری (روز)			
		90	60	30	0
پالمیتیک اسید C16:0	17/25 ±0/05	17/88 ±0/13	±0/34	±0/05	17/34 ±0/07
پالمیتولئیک اسید C16:1	8/29 ±0/14	8/64 ±0/15	8/52 ±0/04	8/43 ±0/23	8/41 ±0/07
هپتادکانوئیک اسید C17:0	2/16 ±0/07	2/43 ±0/06	2/41 ±0/07	2/46 ±0/10	2/36 ±0/05
هپتادسنوئیک اسید C17:1	0/98 ±0/07	0/70 ±0/05	0/71 ±0/02	0/77 ±0/02	0/79 ±0/06
استئاریک اسید C18:0	14/48 ±0/23	15/04 ±0/07	±0/12	±0/12	14/57 ±0/10
اولئیک اسید C18:1	3/24 ±0/09	3/98 ±0/16	3/95 ±0/08	3/63 ±0/11	3/40 ±0/10
لینولئیک اسید C18:2	1/01 ±0/08	0/79 ±0/06	0/76 ±0/08	0/87 ±0/03	0/97 ±0/06
آلفا-لینولئیک اسید C18:3	0/20 ±0/03	0/12 ±0/02	0/15 ±0/01	0/14 ±0/05	0/21 ±0/04
اکتادکانوئیک اسید C18:4	0/15 ±0/01	0/08 ±0/01	0/07 ±0/01	0/11 ±0/01	0/13 ±0/01
آراشیدیک اسید C20:0	0/43 ±0/07	0/87 ±0/07	0/75 ±0/05	0/68 ±0/03	0/56 ±0/06
سیس 11-ایکوزونوئیک اسید C20:1	0/50 ±0/10	0/53 ±0/05	0/57 ±0/05	0/62 ±0/02	0/64 ±0/05
سیس 11-14-ایکوزادی انوئیک اسید C20:2	0/26 ±0/04	0/17 ±0/02	0/18 ±0/02	0/20 ±0/03	0/22 ±0/02
سیس 8-11-14-ایکوزتری انوئیک اسید C20:3	2/03 ±0/09	1/35 ±0/08	1/39 ±0/08	1/42 ±0/03	1/68 ±0/13
ایکوزاپنتانوئیک اسید C20:5	1 ±0/05	0/84 ±0/06	0/85 ±0/04	0/88 ±0/03	0/89 ±0/05
دکوزاهگزانوئیک اسید C22:6	1/09 ±0/04	0/80 ±0/03	0/85 ±0/06	0/92 ±0/04	1/03 ±0/07
مجموع اسیدهای چرب شناخته شده	53/07 ±5/46	54/22 ±5/68	±5/53	±5/55	53/20 ±5/47
			53/65	53/43	

جدول 3- مقادیر تفکیک گروه های اسیدهای چرب در بافت اردک ماهی تازه و شور شده در طول مدت 90 روز نگهداری در سردخانه (گرم در 100 گرم چربی)

مجموع اسیدهای چرب	ماهی تازه	ماهی شور شده در زمان نگهداری (روز)			
		90	60	30	0
مجموع اشباع (SFA)	34/32 ^a	36/22 ^a	35/65 ^a	35/44 ^a	34/83 ^a
مجموع غیر اشباع (UFA)	18/75 ^a	18/00 ^a	18/00 ^a	17/99 ^a	18/37 ^a
اسیدهای چرب غیر اشباع با یک پیوند دوگانه (MUFA)	13/01 ^a	13/85 ^a	13/75 ^a	13/45 ^a	13/24 ^a
اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه (PUFA)	5/74 ^a	4/15 ^a	4/25 ^a	4/54 ^a	5/13 ^a
مجموع امگا-3 (ω_3)	2/29 ^a	1/76 ^a	1/85 ^a	1/94 ^a	2/13 ^a
مجموع امگا-6 (ω_6)	1/01 ^a	0/79 ^b	0/76 ^b	0/87 ^{ab}	0/97 ^{ab}

2/55 ^a	2/61 ^a	2/81 ^a	3/10 ^a	3/30 ^a	مجموع امگا-3 و امگا-6 ($\omega_3 + \omega_6$)
2/22 ^a	2/43 ^a	2/22 ^a	2/19 ^a	2/26 ^a	نسبت امگا-3 به امگا-6 (ω_3 / ω_6)
2/01 ^a	1/98 ^a	1/96 ^a	1/89 ^a	1/83 ^a	اسیدهای چرب اشباع / اسیدهای چرب غیراشباع
1/72 ^a	1/77 ^a	1/91 ^a	2/05 ^a	2/24 ^a	بسیار غیراشباع (HUFA)

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

بحث

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 رونا س 1 درصد در مقایسه با نمک خالص کمتر بوده است (سیف‌زاده و زارع‌گشتی، 1386).

طبق اطلاعات مندرج در جدول 1، مقدار عدد پراکسید در اردک ماهی تازه $1/84 \text{ meqO}_2/\text{kg}$ بوده و در ماهیان شور شده پس از 90 روز سیر صعودی داشته و به $2/10 \text{ meqO}_2/\text{kg}$ رسید ($P < 0/05$). عدد پراکسید در روغن و مواد چرب تازه باید کمتر از $5 \text{ meqO}_2/\text{kg}$ برحسب روش لی و یا کمتر از بین‌المللی باشد (پروانه، 1377). چنانچه این میزان از $10 \text{ meqO}_2/\text{kg}$ تجاوز نماید ماهی دیگر از نظر چربی تازه نیست. بوی تند Rancidity از جایی آغاز می‌گردد که میزان پراکسید به بیش از $20 \text{ meqO}_2/\text{kg}$ برسد (کریم، 1370). 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, 1988). میزان پراکسید در اردک ماهی تازه در مقایسه با تخمک تون هوور با مقدار $1/18 \text{ meqO}_2/\text{kg}$ افزایش چشمگیری دارد (ضیائی‌ان‌نوربخش، 1386).

شاخص پراکسید در اردک ماهی شور شده بعد از گذشت 90 روز نگهداری در مقایسه با کپور نقره‌ای دودی شده طی چهار ماه نگهداری در دمای 4 درجه

مطابق جدول 1 تعداد کلی میکروبی در اردک ماهی تازه با توجه به حد مجاز 10^5 cfu/g برای ماهی تازه (آئین‌نامه کنترل مواد غذایی و بهداشتی، 1384) 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، 2006) و فیله شانک *Sparus aurata* (Chouliara و همکاران، 2004) 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 4 درجه سانتی‌گراد از زمان صفر تا روز سی‌ام روند کاهشی و سپس تا روز 120 نگهداری روند افزایشی برقرار بوده است (هاشمی‌کتی و همکاران، 1387)، در صورتی که در اردک ماهی شور شده تا آخرین روز نگهداری (90 روز) روند کاهشی داشته است (جدول 1). کند شدن روند افزایش بار میکروبی فیله‌های شور شده به خاطر خاصیت باکتریوستاتیکی نمک از طریق کاهش آب در دسترس میکروارگانیسم‌ها (a_w) می‌باشد (Sofos, 1984). 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, 1998). در این مطالعه میزان شمارش کلی میکروبی از حد مجاز نگذشت و میزان آن برای ماهی شور شده قابل قبول است. در تاسماهی پرورشی نمک‌سود نیز در مدت زمان نگهداری به مدت 3 ماه رشد باکتری‌ها

سانتی گراد، از ابتدا تا ماه آخر نگهداری روند افزایشی داشته است (هاشمی کنتی و همکاران، 1387).

با توجه به اطلاعات مندرج در جدول 1، مقدار TBA در طول مدت نگهداری به طور معنی داری افزایش می یابد ($P < 0/05$). مقدار آن در بافت اردک ماهی تازه 0/04 میلی گرم در 100 گرم و در اردک ماهی شور شده به 0/06 میلی گرم در 100 گرم در 90 روز افزایش می یابد. با توجه به حد مجاز مصرف که 0/34 mg/100g است (پروانه، 1377)، مقدار TBA اردک ماهی شور شده در حد مجاز می باشد. بررسی میزان TBA بر روی فیله نمک سود شده ماهی قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تحت شرایط نگهداری در یخچال، نشان داد که نمک سبب تحریک اکسیداسیون چربی ها در فیله ماهی می گردد، طوری که از روز 3 به بعد TBA بالاتری ($P < 0/05$) در نمونه های نمک سود شده (0/34 میلی گرم در 100 گرم) نسبت به نمونه های ماهی تازه قزل آلائی رنگین کمان (0/24 میلی گرم در 100 گرم) مشاهده گردید (ذوالفقاری و همکاران، 1388) که در مقایسه با میزان TBA در نمونه های اردک ماهی شور شده تفاوت چشم گیری دارد (جدول 1). فساد اکسیداسیونی چربی یعنی TBA نیز همانند مطالعه حاضر در ماهیان کفال طلایی طی دوره نگهداری در یخ مشاهده شد. بالاترین مقدار TBA، به عنوان مرحله ثانویه اکسیداسیون چربی، در روز شانزدهم نگهداری در زیر یخ مشاهده شد. اگر چه در روزهای آخر نگهداری مقادیر TBA اختلاف معنی داری را نشان نداد ($P > 0/05$), اما این اختلاف در روزهای اول اندازه گیری معنی دار بود (بهمنی و رضایی، 1387).

ذکر این نکته مهم ضروری است که درصد چربی موجود در بافت اردک ماهی تازه (1/53 درصد وزن تر) پس از شور کردن و 90 روز نگهداری در سردخانه (1/28 درصد وزن تر) کاهش می یابد ($P > 0/05$) و در واقع از میزان حقیقی اسیدهای

چرب در بافت کاسته شد، لیکن جهت بررسی تغییرات انواع اسیدهای چرب، مطابق معمول از تعیین مقادیر آن ها در صد گرم چربی موجود در بافت استفاده می گردد. علت کاهش چربی در نمونه های شور شده را می توان به دلیل تغییرات اسیدهای چرب آزاد، افزایش پراکسید و تأثیر نمک بر هیدرولیز این ترکیب نسبت داد (Loeseck, 2001).

میزان چربی اردک ماهی (1/53 درصد وزن تر) در مقایسه با چربی ماهی اسکاد (*Trachurus mediterraneus*) (1/37 درصد)، ساردین ساردین (*Sardinella aurita*) (3/47 درصد)، توربوت (*Scophthalmus maeticus*) (1/30 درصد) (Ozogul و Ozogul, 2007)، بافت تازه کفال طلایی (*Liza aurata*) (4/53 درصد) و بافت نمک سود آن (2/21 درصد) (Hedayatifard و Yousefian, 2010)، هرینگ (*Clupea harengus*) (9/04 درصد)، ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) (6/34 درصد)، بافت قزل آلائی رنگین کمان (6/61 درصد) (Exler, 1987) تفاوت دارد.

بنابراین می توان گفت که زمان ماندگاری (shelf-life) اردک ماهی با توجه به سایر فاکتورها از جمله بار میکروبی، میزان پراکسید تولید شده، مقدار TBA و میزان چربی در طول نگهداری نمونه در دمای 4 درجه سانتی گراد حدود 90 روز می باشد. جدول 4 ترکیب اسیدهای چرب شناخته شده در بافت اردک ماهی تازه و شور شده را با سایر آبزیان مقایسه نموده است.

همانگونه که از تحقیقات بر می آید، در مطالعات متعددی بر این موضوع تأکید شده است که چربی موجود در بافت ماهیان آب شیرین مانند *Mystus singhala* *Mastacembelus armatus* (Zuber و Gulzar, 2000)، کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) (Sengor و همکاران، 2003)، قزل آلائی رنگین کمان (Kandemir

اسیدهای...

- Polat و Sener و Yildiz (2007)، (2003)، گونه‌هایی مانند *Crucian carp*، سوف *Coregonus albula*، *(Sander lucioperca)* *Rutilus Reinhardtius hippoglossoides*، *Cyprinus carpio*، *Clupeidae rutilus*، *Xiphias gladius*، *Paraplagusia bilineata*، *Flounder* (Kolakowska و همکاران، 2000) و نیز تخم ماهیانی همانند *Salmo salar*، *Chaetodon*، *Theragra*، *Clupea harengus melannotus*، *Shirai* و همکاران، (2004)، *Thunnus tonggol* (ضیائیان نوربخش، 1386)، *Esox lucius* (Jurkowski، 1976)، *Notopterus notopterus* (Mukhopadhyay و همکاران، 2004) و *Ompok pabda*، *Wallagu attu* (Mukhopadhyay و Ghosh، 2007)، 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، 2007).
- در بررسی ترکیب اسیدهای چرب بافت اردک‌ماهی، مشخص شد که از بین اسیدهای چرب اشباع، بیشترین مقدار مربوط به پالمیتیک اسید به میزان 17/25 درصد می‌باشد (جدول 2). تحقیقات نشان داده که در تمامی آبزیانی که تاکنون مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند، این اسید چرب بیشترین مقدار را در میان اسیدهای چرب اشباع دارا بوده است (Mukhopadhyay و Ghosh، 2007).
- مقدار اسیدهای چرب اشباع در بافت اردک‌ماهی تازه 34/32 درصد تعیین شده است که در مقایسه با میزان آن‌ها در بافت کفال خاکستری (31 درصد) (Sengor و همکاران، 2003)، سوف (28/49 درصد) (Jamali و Hedayatifard، 2008)، بافت ماهی کفال طلایی (22/49 درصد) (Acipencer و Hedayatifard، 2009)، اوزون برون (10/66 درصد) (Hedayatifard و Moeini، 2007)، تاسماهی ایرانی (11/04 درصد) (هدایتی‌فرد و معینی، 1383)، ماکرل (*Scomber scombrus*) (25/9 درصد)، لای ماهی (*Tinca tinca*) (28/1 درصد) (Ozogul و همکاران، 2007)، تخم کفال طلایی (17/78 درصد) و تخم ماهی سفید (*Rutilus frissi*) (25/69 درصد) (هدایتی‌فرد و نعمتی، 1388) بیشتر و نسبت به تخمک ماهی تون هوور (*Thunnus tonggol*) (37/6 درصد) (ضیائیان نوربخش، 1386) و گربه‌ماهی (*Mystus nemurus*) (41/59 درصد) (Widjaja و همکاران، 2009) کمتر برآورد شده است که می‌تواند ناشی از رژیم غذایی متفاوت ماهیان، تفاوت‌های بیولوژیک و سایر عوامل اثرگذار باشد. از مقدار 18/75 درصدی اسیدهای چرب غیراشباع بافت اردک‌ماهی تازه، میزان 13/01 درصد مربوط به اسیدهای با یک پیوند دوگانه (MUFA) است (جدول 3). اما میزان MUFA طبق تحقیقات Widjaja و همکاران (Widjaja و همکاران، 2009) بر روی گربه‌ماهی (*Mystus nemurus*) از مقدار آن‌ها در اردک‌ماهی تازه بیشتر بوده است. به‌ویژه در اوزون برون (63/87 درصد)، تاس‌ماهی ایرانی (62/86 درصد)، سوف (43/95 درصد)، تخم ماهی کفال طلایی (42/02 درصد) و تخم ماهی سفید (42/18 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 5/74 درصد برآورد شده است (جدول 3)، که نسبت به اوزون برون (20/52 درصد)، گربه‌ماهی (*Mystus nemurus*) (24/51 درصد)، سوف (19/68 درصد)، کفال

مقایسه نتایج حاصل از ترکیبات اسیدهای چرب موجود در اردک ماهی تازه و اردک ماهی تازه شور شده افزایش مجموع اسیدهای چرب اشباع از 34/32 درصد در ماهی تازه به 34/83 درصد در ماهی شور شده و همچنین افزایش مجموع اسیدهای چرب با یک پیوند دوگانه از 13/01 درصد ماهی تازه به 13/24 درصد در ماهی شور شده در زمان صفر را نشان داد (جدول 3). همچنین کاهش مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه از 5/74 درصد در ماهی تازه به 5/13 درصد در ماهی تازه شور شده نشان داده شد، با توجه به نتایج آماری تغییرات اسیدهای چرب در ماهی تازه نسبت به ماهی شور شده معنی دار نمی باشد ($P>0/05$).

از دیگر سو، در بافت اردک ماهی فرآیند شور کردن موجب کاهش مجموع اسیدهای چرب امگا-3 ($P>0/05$) و امگا-6 ($P<0/05$) شده است.

مقایسه نتایج حاصل از ترکیبات اسیدهای چرب در ماهی های شور شده در فاصله زمانی 0، 30، 60 و 90 روز افزایش مجموع اسیدهای چرب اشباع به طور منظم از 34/83 درصد در زمان صفر به 36/22 درصد پس از 90 روز و افزایش مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه به صورت منظم از 13/24 درصد در زمان صفر به 13/85 درصد پس از 90 روز و همچنین کاهش منظم مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه از 5/13 درصد در زمان صفر به 4/15 درصد پس از 90 روز را نشان داد ($P>0/05$).

از میان اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه مجموع اسیدهای چرب امگا-3 از 2/13 درصد در زمان صفر به صورت منظم به 1/76 درصد پس از 90 روز کاهش یافت ($P>0/05$) و مجموع اسیدهای چرب امگا-6 از 0/97 درصد در زمان صفر به 0/79 درصد پس از 90 روز به صورت نامنظم کاهش معنی دار یافت ($P<0/05$).

طلایی (21/96 درصد)، تخمک تون هوور (34/55 درصد) و تخم کفال طلایی (23/17 درصد)، تخم ماهی سفید (16/41 درصد) کمتر بوده است.

نکته مهم در بین اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه حضور غالب اسیدهایی با 5 و 6 پیوند دوگانه مانند EPA (C20:5) و DHA (C22:6) است که در نمونه مورد مطالعه، میزان EPA با 1 درصد، بیشتر از میزان آن در کفال خاکستری (0/7 درصد) و در مقایسه با کفال طلایی (2/24 درصد) (هدایتی فرد و همکاران، 1381)، گربه ماهی (2/65 درصد)، قره برون (4/75 درصد)، تخمک تون هوور (4/54 درصد) و سوف (6/02 درصد) از میزان کمتری برخوردار می باشد.

DHA در نمونه مورد مطالعه با 1/09 درصد، بیشترین میزان را نسبت به سوف (0/60 درصد) شامل می شد، ولی در مقایسه با کفال خاکستری (1/60 درصد)، قره برون (2/21 درصد)، ازون برون (3/53 درصد) و کبد جنس نر و ماده گونه *Salmo trutta macrostigma* به ترتیب 15/60 و 12/70 درصد (Akpınar و همکاران، 2009) کمتر بوده است.

مجموع اسیدهای چرب امگا-3 در بافت اردک ماهی تازه 2/29 درصد از کل اسیدهای چرب می باشد که بیشتر از مجموع اسیدهای چرب امگا-6 با مقدار 1/01 درصد بوده است (جدول 3). همچنین بررسی ها بر روی سایر ماهیان نیز این موضوع را تأیید می کند. به عنوان مثال مقدار اسیدهای چرب امگا-3 در کفال طلایی 14/51 درصد در مقابل 7/45 درصد اسیدهای چرب امگا-6 می باشد که نشانه اهمیت بسیار بالای اسیدهای چرب گروه امگا-3 در ماهیان است (Hedayatifard, 2009). بنابراین این ماهیان تمایل بیشتری به جذب مواد تغذیه ای حاوی این نوع اسیدهای چرب دارند. بر همین اساس می توان نتیجه گرفت که این ماهیان از مواد غذایی با طیف گسترده اسیدهای چرب امگا-3 تغذیه می کنند.

اسیدهای...

طبق موارد فوق می‌توان به این نتیجه رسید که اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه به ویژه امگا-3 نسبت به اکسیداسیون حساسیت بیشتری دارند و سریعتر اکسید می‌شوند که در میان آن‌ها ایکوزاپنتانوئیک اسید (C20:5) و دکوزاهگزانوئیک اسید (C22:6) به ترتیب از 0/89 درصد زمان صفر به 0/84 درصد پس از 90 روز و از 1/03 در زمان صفر به 0/80 درصد پس از 90 روز کاهش یافته‌اند ($P>0/05$).

در ماهی کفال (*Mugil cephalus*) نمک‌سود شده با نام Bouri، در زمان نگهداری به مدت 3 ماه، مجموع اسیدهای چرب اشباع از 23/4 درصد در ماهی تازه به 32/2 درصد نمک‌سود نگهداری شده

افزایش یافت، مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه از 39/7 درصد در ماهی تازه کاهش اندکی داشته به 39/3 درصد در ماهی نمک‌سود رسیده و مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه از 36/9 درصد در ماهی تازه به 28/5 درصد در ماهی نمک‌سود رسیده بود. تمامی اسیدهای چرب اشباع روند افزایشی داشته، به ویژه پالمیتیک اسید که میزان آن از 9/35 درصد در ماهی تازه به 14/5 درصد در ماهی نمک‌سود رسیده بود. همچنین ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) و دکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) بیشترین کاهش را در بین اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه داشتند (El.Sebaiy و Metwalli, 2002).

جدول 4- مقایسه ترکیب اسیدهای چرب بافت اردک‌ماهی با سایر آبزیان (گرم در 100 گرم چربی)

ردیف	بسیار غیر اشباع (HUFA)	امگا-3 + امگا-6	مجموع امگا-6	مجموع امگا-3	(PUFA)	(MUFA)	مجموع غیر اشباع	مجموع اشباع	اسید چرب
									آبزیان
جدول(3)	2/24	3/30	1/01	2/29	5/74	13/01	18/75	34/32	<i>Esox lucius</i> تازه
جدول(3)	2/05	3/10	0/97	2/13	5/13	13/24	18/37	34/83	<i>Esox lucius</i> شور شده
(64)	7/28	21/96	7/45	14/51	21/96	34/41	56/37	22/49	<i>Liza aurata</i> کفال طلایی
(67)	13/46	-	-	14/57	15/23	45/25	63/51	31/66	بافت کفال طلایی نمک‌سود
(64)	13/64	27/75	8/23	19/52	27/75	40/48	68/59	10/98	تخم کفال طلایی
(36)	8/49	13/32	2/83	10/49	10/49	43/29	56/61	24/92	تخم شور کفال طلایی
(91)	40/16	47/70	4/10	43/60	48/20	14/30	62/50	25/90	<i>Scomber scombrus</i>
(91)	26/25	43/50	16/80	26/70	43/80	10/70	54/50	28/10	لای ماهی <i>Tinca tinca</i>
(91)	27/90	30/68	3/08	27/60	31/02	17/60	48/62	38/70	ساردین <i>Sardinella aurita</i>
(91)	31/04	33/00	1/90	31/10	33/60	17/20	50/80	29/60	کفشک <i>Solea solea</i>
(66)	8/31	19/90	11/04	8/86	19/69	43/93	63/62	29/03	سوف <i>Sander lucioperca</i>
(96)	29/60	3/60	2/30	2/70	36/20	25/20	61/20	31/00	کفال خاکستری <i>Mugil cephalus</i>
(65)	9/40	20/31	3/90	16/64	20/52	63/87	84/41	10/66	ازون‌برون <i>Acipencer stellatus</i>
(35)	11/21	17/62	6/53	11/09	17/61	71/34	88/95	11/04	قره‌برون <i>Acipencer percicus</i>
(36)	14/28	16/14	1/52	15/61	15/61	42/18	58/95	25/69	تخم ماهی سفید <i>Rutilus frisii kutum</i>
(36)	16/96	18/15	0/94	17/21	17/25	27/57	45/27	40/75	تخم شور ماهی سفید

در اردک‌ماهی شور شده به علت درصد بالای

نمک، فعالیت و رشد میکروارگانیسم‌ها کاهش می‌یابد

نتیجه‌گیری

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-3 می‌باشد که در بین آن‌ها آلفا-لینولنیک اسید، ایکوزاپنتانوئیک اسید و دکوزاهگزانوئیک اسید فراوان‌ترین درصد اسیدهای چرب را تشکیل می‌دهند. در ماهی شور شده در مدت زمان نگهداری در سردخانه اسیدهای چرب اشباع افزایش و میزان اسیدهای چرب غیراشباع کاهش یافت ($P > 0/05$). بنابراین مدت زمان نگهداری اردک ماهی شور شده در شرایط دمایی 4 درجه سانتی‌گراد، حدود 90 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 قائم شهر و تمامی عزیزانی که زحمات زیادی در پیشبرد آن انجام داده‌اند، نهایت امتنان را دارند.

منابع

- 1- آئین‌نامه کنترل مواد غذایی و بهداشتی، 1384. شمارش کلی میکروب‌های هوازی، 80 صفحه.
- 2- بهمنی، ذ.، و رضایی، م.، 1387. 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. 17-19 اردیبهشت 1387. صفحات 89 و 90.
- 3- پروانه، و.، 1377. کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی. دانشگاه تهران، شماره 1418، 325 صفحه.
- 4- ذوالفقاری، م.، شعبانپور، ب.، فلاح‌زاده، س.، 1388. اثر نمک سود سبک بر ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلای 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، 22-24 اردیبهشت 1388، صفحه 127.
- 5- رضوی شیرازی، ح.، 1386. تکنولوژی فرآورده‌های دریایی، اصول نگهداری و عمل‌آوری. جلد اول، چاپ دوم. انتشارات نقش مهر، تهران، 292 صفحه.
- 6- ریگن اشتاین، ج.م.، و ریگن اشتاین، ا.، 1995. مقدمه‌ای بر تکنولوژی ماهی، ترجمه: سید حسینی، ع.ح.، 1378. چاپ اول، شرکت سهامی شیلات ایران، 266 صفحه.

- 7- سیف‌زاده، م.، و زارع‌گشتی، ق.، 1386. ارزیابی و مقایسه کیفیت گوشت تاسماهی ایرانی پرورشی عمل‌آوری شده با نمک خالص و نمک مخلوط. مجله علمی شیلات ایران، سال شانزدهم، شماره 2، صفحات 93 تا 102.
- 8- ضیائی‌ان‌نوربخش، ه.، 1386. 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 آزاد اسلامی، تهران، ایران، 147 صفحه.
- 9- کریم، گ.، 1370. آزمون‌های میکروبی مواد غذایی. چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران، 673 صفحه.
- 10- وثوقی، غ.، و مستجیر، ب.، 1385. ماهیان آب شیرین. چاپ هفتم. مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، 317 صفحه.
- 11- هاشمی‌کتبی، ف.، ارشادلنگرودی، ه.، هدایتی‌فرد، م.، و صفری، ر.، 1387. اثرات دودی سرد روی کیفیت و مدت ماندگاری ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) طی چهار ماه نگهداری در دو دمای 4 و 22 درجه‌سانتی‌گراد. اولین کنفرانس ملی علوم شیلات و آبزیان ایران، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان. 17-19 اردیبهشت 1387، صفحات 24 و 25.
- 12- هدایتی‌فرد، م.، معینی، س.، کیوان، ا.، و یوسفیان، م.، 1381. شناسایی کمی و کیفی اسیدهای چرب بافت ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*). مجله علوم دریایی ایران، دوره اول، شماره دوم، بهار 1381، صفحات 73 تا 75.
- 13- هدایتی‌فرد، م.، و معینی، س.، 1383. شناسایی کمی و کیفی اسیدهای چرب بافت تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و ارزیابی اثرات انجماد بر روی آن‌ها. مجله دانش کشاورزی، جلد 14، شماره 3، صفحات 124 تا 133.
- 14- هدایتی‌فرد، م.، و نعمتی، س.، 1388. تغییرات اسیدهای چرب تخم ماهیان سفید (*Rutilus frisii kutum*) و کفال طلایی (*Liza aurata*) دریای مازندران تحت فرآیند شور کردن. مجله شیلات، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر، سال سوم، شماره 2، صفحات 1 تا 10.
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., Savvaidis, 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-Sebaïy, 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 Ichthyologica Et Scatoria* 2, 9-15.
31. Kandemir, S. and N. Polat, 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 Zienkiewicz, L., 2000. Some of fish species as source of n-3 polyunsaturated fatty acids. *Acta Ichthyologica 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°C. *Food Research International* 32, 151-156.
40. Ng, W.K., Wang, Y. Ketchimenin, P., and Yuen, K.H., 2004. Replacement 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 compson 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 by 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. *Comparative 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 Parlm Maryland. U.S.A.
55. Widjaja, W.P., Abdulmir, 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.

**Consideration of the effects of salting on profile fatty acids
and quality indicators of pike (*Esox lucius*) stored at 4 °C**

M. Hedayatifard¹, Y. Chashnidel² and *S. Nemati³

¹ Dept. of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran, ²Dept. of Animal Science, Sari University of Agriculture Sciences and Natural Resources, Sari, Iran, ³M.Sc. Student in Fisheries, Young Researchers Club, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran

Abstract

In this study the effect of salting on lipid and fatty acids of Pike (*Esox lucius*) and its shelf life were studied for 90 days in 4 °C temperature. The identification of fatty acids Profile from fresh and salted Pike were carried out by gas chromatography (GC). Then the changes of fatty acids, Total microbial count, PV and TBA were followed at intervals of 0, 30, 60, 90 days. In fresh Pike 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 specially omega3 and omega6. In salted fish the amount of PV increased from 1.84 meqO₂/kg to 2.10 meqO₂/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 °C temperature ($P<0.05$). The total microbial count did decrease from 1.63×10^2 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; Email: nemati_so@yahoo.com