بررسی اسیدهای چرب و ترکیب عضله ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii*) در شرق و غرب مازندران در زمستان و بهار

مهدی تیرنیتلی[a]، محمدکاظم خالصی[b]*، سهراب کوهستان اسکندری[c]

[a] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
[b] دانشیار گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری ، ایران
[c] مربی گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۶/۱۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۱۱/۱۳

چکیده

مقدمه: ماهی‌سفید دریای خزر (*Rutilus frisii*) از لحاظ مصرف اهمیت بالایی دارد. از آنجا که ترکیب بیوشیمیایی و اسیدهای چرب عضله ماهی می‌تواند متاثر از محل صید باشد، هدف از این پژوهش بررسی تغییرات ترکیب اسیدهای چرب و ترکیبات فیله ماهی سفید در دو ساحل شرق (ساری) و غرب (نوشهر) دریای خزر در فصول زمستان و بهار است.

مواد و روش‌ها: تعداد ۶ قطعه از هر جنس ماهی سفید در شرق (ساری) و غرب (نوشهر) استان مازندارن در زمستان و بهار خریداری شد. اسیدهای چرب به روش ترانس آمیلیشن و با کمک کروماتوگرافی گازی شناسایی، و ترکیبات عضله با دستگاه سوکسله و روش‌های استاندارد تعیین شدند.

یافته‌ها: اسیدهای چرب استئاریک اسید، اولئیک اسید و DHA در ماهی نر ساری در زمستان با تفاوت معناداری نسبت به سایر اسیدهای چرب، بیشترین بودند ($p <$ ۰/۰۵). مجموع اسیدهای چرب در ماهیان سفید نر و ماده نوشهر و ماهیان نر ساری در بهار به طور چشمگیری کمتر از بقیه موارد برآورد شد و ماهیان سفید نر و ماده نوشهر در زمستان حاوی مقادیر نسبتا بالاتری از کل اسیدهای چرب بودند. حداکثر مقادیر DHA در هردو جنس، هر دو فصل و هر دو منطقه بیشتر از EPA برآورد گردید. درصدهای SFA در هر دو جنس و منطقه در زمستان بالاتر از بهار بودند در حالی که PUFA در هر دو جنس و منطقه درصدهای بالاتری در بهار نسبت به زمستان داشتند. درصد کل ω-3ها در نمونه‌های زمستان نوشهر (۴۱/۱۲٪) بالاتر از ساری (۳۰/۹۱٪)، و در نمونه‌های بهار ساری (۵۵/۲۷٪) بیشتر از نوشهر (۱۷/۲۹٪) بود. کمترین نسبت مجموع نسبت ω-3/ω-6 در ماهیان سفید ماده ساری (۳/۱۲) در زمستان و نر نوشهر (۳/۲۳) در بهار بدست آمد. بیشترین نسبت PUFA/SFA در ماهیان سفید ماده ساری (۱/۹) و ماده نوشهر (۰/۷۴) به ترتیب در بهار و زمستان برآورد گردید. ترکیبات بیوشیمیایی عضله ماهیان نر و ماده در دو فصل و منطقه مختلف تفاوت معنی‌داری نداشتند ($p >$ ۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: ماهیان صید شده در زمستان اسیدهای چرب (مخصوصاً DHA و EPA) بیشتری در عضله داشتند و بنابر این برای مصارف انسانی دارای اهمیت بیشتری هستند. دو منطقه، دو فصل، و دو جنس مختلف بر پروفایل اسیدهای چرب ماهیان سفید دریای خزر اثرات بارزی دارند.

واژه‌های کلیدی: *اسید چرب، ترکیب بیوشیمیایی، ساری، ماهی سفید، نوشهر*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: khalesi46@gmail.com

مقدمه

عضلات مهم‌ترین بخش از ماهی و مورد تغذیه انسان هستند (Ackman, 1990). عوامل مختلف درونی و یا بیرونی می‌توانند ترکیب عضله ماهی را تغییر قرار دهند. عوامل داخلی به صورت ژنتیکی کنترل می‌شوند و وابسته به چرخه زندگی ماهی هستند. ترکیب اسیدهای چرب در ماهی تحت تاثیر عواملی چون شرایط اقلیمی، شوری، دما، تغذیه، سن، رسیدگی جنسی و جنسیت گونه قرار دارد (Kinsella *et al*., 1990; Bandarra *et al*., 1997). ماهی‌ها متناسب با نوع ساحل دستخوش تغییرات محیطی و نوسانات در دسترسی به غذا و ترکیب آن قرار می‌گیرند که در نهایت بر ترکیب عضلات اثرگذار می‌باشد (Olsson *et al*., 2002). بنابراین، ترکیب شیمیایی و اسیدهای چرب عضله ماهی می‌تواند متاثر از محل صید باشد.

در بین گونه‌های متفاوت ماهیان دریایی، ماهی‌سفید از اهمیت زیادی در بین مصرف‌کنندگان برخوردار است. ماهی سفید با نام‌های سفیدماهی در ایران، آق‌بالق در ترکمنستان، Ziyad در آذربایجان و kutum در روسیه شناخته می‌شود (Coad & Vilenkin, 2005). این ماهی در سواحل شمالی دریای سیاه و آزوف، در شمال غربی ترکیه، بلغارستان و قسمت‌هایی از اروپا و در تمام سواحل دریای خزر بخصوص سواحل جنوبی و غربی وجود دارد (Adburakhmanov, 1962; Kiabi *et al*. 1999). ماهی سفید از جمله ماهیان مهاجر رود کوچ است که بخش عمده زندگی خود را در آب شور دریا می‌گذراند و در فصل بهار (نیمه اسفندماه تا پایان اردیبهشت‌ماه) هر سال جهت تخمریزی و تولیدمثل به آب شیرین رودخانه مهاجرت می‌کند. این ماهی گونه‌ای منحصر به فرد، بومی، دارای ارزش اکولوژیکی، اقتصادی و غذایی فراوان و یکی از بهترین و با ارزش‌ترین ماهیان در نزد ساکنان شمال کشور است و در سال بیش از نیمی از صید ماهیان استخوانی را به خود اختصاص می‌دهد (Razavi Abdolmaleki *et al*., 2004؛ Sayyad, 1995). به طور کلی، می‌توان گفت که بیشترین تراکم ذخایر و صید ماهی سفید، سواحل ایرانی دریای خزر است (Danesh Khosh Asl, 1997). پراکنش این ماهی در طول سال با توجه به فصل و دمای آب متغیر است. در اوایل فصل زمستان به دلیل برودت بیشتر آب در سواحل استان گیلان نسبت به سواحل مازندران، ماهی سفید تا حدودی مهاجرت بیشتری به سمت مناطق شرقی و گرمتر این استان دارد و به طور کلی به سمت بخش‌های عمیق دریا مهاجرت می‌کند و از ساحل دور می‌شود. با نزدیک شدن فصل بهار و آمادگی ماهی سفید برای تکثیر، از اسفند ماه حضور ماهی سفید در مناطق ساحلی بیشتر می‌شود و در فروردین به اوج می‌رسد. ماهی سفید پس از تخمریزی و بازگشت به دریا، در مدت باقی مانده از بهار و در طول تابستان در سواحل کم عمق دریای خزر یعنی جایی که غنی از جانوران کفزی است، به تغذیه می‌پردازد (Adeli, 1994).

ماهی‌سفید از منابع مهم پروتئین مورد نیاز انسان محسوب می‌شود، از نظر اسیدهای آمینه ضروری غنی است، به‌عنوان پروتئین مرغوب به‌حساب می‌آید (Razavi Sayyad, 1999) و از نظر شیلاتی از اهمیت ویژه ای برخوردار است (Adeli, 1998). رشد، فعالیت آنزیم‌های گوارشی، ترکیب اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه ماهی‌سفید دریای‌خزر از زمان تخم تا روز ۵۰ بعد از تفریخ را مورد بررسی قرار گرفت (Khosravi, 2011). مولدین آماده برای تکثیر از میان مولدین وحشی موجود در چهار رودخانه شیرود، تنکابن، تجن و گوهرباران انتخاب شدند. پروفایل اسیدهای چرب در دوره رشد و تکامل لاروی تغییراتی را نشان داد. مجموع اسیدهای چرب تک غیر اشباع در طول تکامل لاروی افزایش یافتند در حالی‌که اسیدهای چرب غیر اشباع چند زنجیره و بلند زنجیره روند کاهشی از خود نشان دادند. همچنین مجموع اسیدهای چرب اشباع ابتدا افزایش و سپس در مراحل پایان آزمایش کاهش یافتند.

تغییرات فصلی ترکیب آمینواسیدها و اسیدهای چرب در برخی از ماهیان مانند ماهی آزاد خزر (Sotoodeh *et al*., 2016)، باس دریایی (Özyurt and Polat, 2005)، ساردین و آنچوی (Zlatanos & Laskaridis, 2006)، سوف (Guler *et al*., 2007)، و سیاه‌ماهی (Emre *et al*., 2014) نشان داده شده است. با توجه به تأثیر نوع ساحل و تغییرات محیطی و نوسانات آن در دسترسی به غذا و ترکیب آن بر ماهیان و در نهایت بر ترکیب عضلات آنها، تاکنون مطالعه‌ای در مورد مقایسه ترکیبات لاشه و ترکیب اسیدهای چرب عضله ماهی سفید در سواحل مازندران صورت نگرفته است. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی تغییرات ترکیب

اسیدهای چرب و ترکیبات فیله ماهی سفید در دو ساحل شرق (ساری) و غرب (نوشهر) دریای خزر در فصول زمستان و بهار است.

مواد و روش‌ها

ماهی‌های مورد مطالعه در فصول زمستان و بهار از تعاونی پره شهید بهشتی شهرستان ساری واقع در شرق استان مازندارن و تعاونی پره جانبازان شهرستان نوشهر واقع در غرب استان مازندارن با دو جنسیت (از هر جنس ۶ قطعه) خریداری شدند. تعیین جنسیت اولیه ماهی‌ها با استفاده از خصوصیات ظاهری و تایید آن با استفاده از مطالعات ماکروسکوپی و به روش کالبدشکافی انجام گرفت. ماهیان تقریبا هم‌وزن و هم‌اندازه (میانگین وزنی ۸۰۰–۹۰۰ گرم و طول ۴۰ سانتیمتر) بلافاصله همراه با یخ (۱:۱) به آزمایشگاه بوم شناسی گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری منتقل شدند. پس از زیست‌سنجی دقیق ماهیان، نمونه‌های فلس ماهیان برای تعیین سن پس از شستشو زیر لوپ مورد بررسی قرار گرفتند. در نهایت از ماهی‌ها فیله‌هایی بدون پوست با وزن ۶۰–۵۰ گرمی (با ضخامت ۱ سانتی‌متر) تهیه و تا شروع آنالیز در دمای ۲۰– درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

- اندازه‌گیری ترکیبات فیله

پس از هموژنیزه کردن فیله‌ها، آنالیز نمونه‌ها (با سه تکرار) صورت گرفت. میزان رطوبت به کمک خشک‌کردن در آون در دمای ۱۰۳ درجه‌سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت، میزان پروتئین به وسیله دستگاه کلدال، میزان چربی به وسیله دستگاه سوکسله و میزان خاکستر به کمک کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد تا ثابت ماندن وزن و با استفاده از روش‌های استاندارد (AOAC 2005) اندازه‌گیری شدند.

- آنالیز اسیدچرب

برای اندازه‌گیری اسیدچرب از پروتکل ترانس آمیلیشن استفاده شد. مقدار ۱۰۰–۲۰۰ میلی‌گرم از نمونه عضله درون ظرف شیشه‌ای درب‌دار گذاشته شد. مقدار ۱ میلی لیتر از محلول شامل H_2SO_4 ۲/۵ درصد و متانول ۹۸ درصد به هر ظرف اضافه (۴۰/۱ v/v) و به مدت یک ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد انکوباسیون شد. بعداز سرد شدن در دمای اتاق، ۵۰۰ میکرولیتر هگزان با ۱/۵ میلی لیتر NaCl ۹/۰ درصد (w/v) مخلوط و به نمونه اضافه گردید تا اسیدچرب متیل استر آن (FAME) استخراج شود. سپس نمونه برای مدت ۱۰ دقیقه و با دور ۴۰۰۰ سانتریفیوژ و بخش بالایی محلول شامل هگزان (FAME) برداشت شد. محلول روئی برداشت شده جهت تعیین پروفایل اسیدچرب به دستگاه گاز کروماتوگرافی (GC) تزریق شد (Liang *et al*., 2013). اعداد بدست آمده در پروفایل اسیدچرب بر حسب میلی‌گرم بر گرم از مقدار روغن (FAME = Fatty Acid Methyl Ester) محاسبه شدند.

- تجزیه و تحلیل آماری

ابتدا داده‌های به دست آمده از آزمایش‌ها با روش کولموگروف – اسمیرنوف نرمال‌سازی شدند. داده‌های به دست‌آمده از دو محل نمونه‌برداری و دو جنس با روش تحلیل واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) و انجام آزمون Tukey در سطح معنی‌داری ۵ درصد در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ مورد مقایسه قرار گرفتند. همچنین برای بررسی اثرات جنس، فصل و محل صید بر اسیدهای چرب از واریانس چندطرفه استفاده شد.

یافته‌ها

- اسیدهای چرب

در بررسی مقدار اسیدهای چرب (میلی‌گرم بر گرم روغن) در هر جنس ماهی در فصل زمستان مشخص شد که در ماهی نر ساری در فصل زمستان اسیدهای چرب استئاریک اسید، پالمیتیک اسید و DHA دارای بیشترین مقدار بودند و تفاوت معناداری نسبت به سایر اسیدهای چرب داشتند ($p <$ ۰/۰۵). اسیدهای چرب مریستولئیک اسید، لینولئیک اسید، گادولئیک اسید، ایکوزاتری انوئیک اسید، اروسیک اسید و لیگنوسریک اسید نیز کمترین مقدار را در ماهی نر ساری در فصل زمستان داشتند ($p <$ ۰/۰۵). پالمیتیک اسید، استئاریک اسید و DHA در ماهی نر نوشهر در فصل زمستان بیشترین مقدار را دارا بودند ($p <$ ۰/۰۵) و میریستیک اسید، لینولئیک اسید، گادولئیک اسید، ایکوزا دی انوئیک اسید، ایکوزاتری انوئیک اسید، اروسیک اسید و لیگنوسریک اسید

دارای کمترین مقادیر اسید چرب در بدن ماهی نر نوشهر در فصل زمستان بودند ($p <$ ۰/۰۵) (جدول ۱).

در ماهی ماده ساری در فصل زمستان اسید چرب استئاریک اسید دارای بیشترین مقدار بود و تفاوت معناداری را با سایر اسیدهای چرب نشان داد ($p <$ ۰/۰۵) و میریستیک اسید، لینولئیک اسید، گادولئیک اسید، ایکوزا دی انوئیک اسید و نروونیک اسید کمترین مقدار را در بین اسیدهای چرب داشتند ($p <$ ۰/۰۵). DHA در ماهی ماده نوشهر در فصل زمستان از همه بیشتر بود ($p<$۰/۰۵) و پالمیتیک اسید، استئاریک اسید، بهنیک اسید و C20:6n3 کمترین مقادیر اسید چرب در بدن ماهی ماده نوشهر در فصل زمستان بودند ($p <$ ۰/۰۵) (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین مقادیر اسیدهای چرب (میلیگرم بر گرم روغن) ماهی سفید نر و ماده در دو منطقه ساری و نوشهر در فصل زمستان سال ۱۳۹٤

ردیف	اسیدهای چرب	نر ساری	ماده ساری	نر نوشهر	ماده نوشهر
	SFA				
۱	میریستیک اسید ۱۴:۰۰	۱/۵۰±۰/۵۶^{ab}	۱/۱۸±۰/۴۷^{a}	۱/۰۱±۰/۰۹^{a}	۱/۱۳±۰/۵۲^{ab}
۲	پالمیتیک اسید ۱۶:۰۰	۱۴/۹۰±۰/۴۱^{d}	۱۴/۱۰±۳/۵۶^{cd}	۱۶/۴۴±۱/۶۹^{e}	۱۴/۸۴±۱/۸۹^{cd}
۳	استئاریک اسید ۱۸:۰۰	۱۵/۵۶±۲/۸۷^{d}	۱۶/۸۹±۲/۵۱^{d}	۱۶/۲۶±۶/۷۸^{e}	۱۴/۰۹±۳/۳۳^{cd}
۴	آراشیدیک اسید ۲۰:۰۰	۲/۸۶±۲/۱۵a^{b}	۲/۳۱±۱/۹۴ ^{abc}	۲/۴۲±۱/۰۹^{ab}	۱/۷۸±۰/۵۱ ^{ab}
۵	بهنیک اسید ۲۲:۰۰	۱۰/۹۲±۸/۱۴^{cd}	۱۳/۱۱±۹/۲۲^{bcd}	۱۵/۲۱±۳/۷۲^{de}	۱۴/۵۰±۸/۱۱^{cd}
۶	لیگنوسریک اسید ۲۴:۰۰	۰/۴۶±۰/۲۴^{a}	۴/۸۵±۳/۹۱ ^{abc}	۰/۴۶±۰/۲۲^{a}	۰/۶۴±۰/۱۸ ^{ab}
	مجموعSFA	۴۶/۲	۵۲/۴۴	۵۱/۰۸	۴۶/۹۸
	MUFA				
۱	میریستولئیک اسید ۱۴:۱	۰/۹۱±۰/۲۹^{a}	۲/۳۱±۱/۲۷^{abc}	۱۱/۴۲±۶/۱۳^{cde}	۶/۳۸±۴/۱۱^{abc}
۲	پالمیتولئیک اسید ۱۶:۱	۶/۱۳±۳/۳۰^{abc}	۴/۷۶±۲/۰۲ ^{abc}	۴/۴۶±۱/۲۸^{abc}	۴/۲۶±۱/۷۲ ^{ab}
۳	اولئیک اسید ۱۸:۱	۳/۶۶±۰/۴۲^{abc}	۲/۸۲±۰/۸۸ ^{abc}	۲/۸۴±۰/۴۹^{ab}	۳/۱۱±۰/۶۳ ^{ab}
۴	گادولئیک اسید ۲۰:۱	۰/۸۴±۰/۰۶^{a}	۰/۹۸±۰/۲۸^{a}	۰/۷۹±۰/۱۹^{a}	۰/۸۴±۰/۲۵ ^{ab}
۵	اروسیک اسید ۲۲:۱	۰/۳۶±۰/۱۶^{a}	۱/۴۶±۱/۰۱^{ab}	۰/۴۷±۰/۰۳^{a}	۰/۴۲±۰/۲۱ ^{ab}
۶	نروونیک اسید ۲۴:۱	Nd	۰/۰۹±۰/۰۱^{a}	Nd	Nd
۷	واکسنیک اسید (ترانس- ۱۱) ۱۸:۱	Nd	Nd	Nd	Nd
	مجموع MUFA	۱۱/۹	۱۲/۴۲	۱۹/۹۸	۱۵/۰۱
	PUFA				
۱	لینولئیک اسید ۶n۱۸:۲	۰/۶۸±۰/۲۶^{a}	۰/۵۹±۰/۰۵^{a}	۰/۶۵±۰/۰۳^{a}	۰/۵۵±۰/۲۰ ^{ab}
۲	ایکوزا دی انوییک اسید ۲۰:۲	۰/۵۲±۰/۲۱^{a}	۰/۵۹±۰/۲۹^{a}	۰/۵۸±۰/۱۹^{a}	۰/۵۴±۰/۱۰ ^{ab}
۳	آراشیدونیک اسید ۶n۲۰:۴	۴/۶۷±۱/۹۹^{abc}	۳/۷۰±۲/۲۵ ^{abc}	۴/۴۲±۰/۶۶^{abc}	۵/۱۶±۱/۶۵ ^{ab}
۴	ایکوزا تری انونیک اسید ۳n۲۰:۳	۰/۳۴±۰/۱^{a}	۱/۷۷±۱/۲۹^{ab}	۰/۳۸±۰/۱۲^{a}	۰/۵۳±۰/۲۳ ^{ab}
۵	ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) ۳n۲۰:۵	۸/۳۵±۱/۷۲^{bcd}	۴/۳۲±۲/۴۲ ^{abc}	۸/۷۱±۱/۵۴^{bcd}	۸/۹۸±۲/۲۸^{bcd}
۶	دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) ۳n۲۲:۶	۱۴/۸۹±۳/۸۹^{d}	۹/۱۵±۵/۵۱^{abcd}	۱۶/۶۹±۱/۹۷^{e}	۱۶/۳۳±۶/۸۷^{d}
۷	لینولئیک متیل استر اسید ۱۹:۲	۱/۳۸±۰/۴۰^{ab}	۴/۳۰±۲/۰۱ ^{abc}	۴/۱۵±۳/۰۳^{abc}	۲/۶۳±۰/۶۳ ^{ab}
	مجموع PUFA	۳۰/۸۳	۲۴/۴۲	۳۵/۵۸	۳۴/۷۲
	مجموع PUFA + MUFA	۴۲/۷۳	۳۶/۸۴	۵۵/۵۶	۴۹/۷۳
	مجموع ω-3	۲۳/۵۸	۱۵/۲۴	۲۵/۷۸	۲۵/۸۴
	مجموع ω-6	۵/۸۷	۴/۸۸	۵/۶۵	۶/۲۵
	مجموع ω-6/ مجموع ω-3	۴/۰۲	۳/۱۲	۴/۵۶	۴/۱۳
	مجموع EPA+DHA	۲۳/۲۴	۲۱/۰۱	۱۷/۸۶	۲۵/۳۱
	PUFA/SFA	۰/۶۶	۰/۴۶	۰/۷۰	۰/۷۴

حروف متفاوت در هر ستون نشاندهنده اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد. ($p<$۰/۰۵). Nd = مشخص نشد.

آنالیز اسیدهای چرب در ماهیان سفید نر و ماده در فصل بهار نشان داد که اسیدهای چرب مریستیک اسید، مریستولئیک اسید، پالمیتولئیک اسید، اولئیک اسید، لینولئیک متیل استر اسید، لینولئیک اسید، آراشیدیک اسید، گادولئیک اسید، ایکوزا دی انوئیک اسید، ایکوزا تری انوئیک اسید و بهنیک اسید دارای کمترین مقدار را در ماهی نر ساری در فصل بهار بودند ($p <$ ۰/۰۵) و بیشترین مقادیر اسید چرب مربوط به استئاریک اسید و واکسنیک اسید بود ($p <$ ۰/۰۵). بالاترین مقدار اسید چرب DHA در ماهی نر نوشهر در فصل بهار بود ($p <$ ۰/۰۵) و پایین‌ترین مقادیر اسیدهای چرب برای مریستیک اسید، مریستولئیک اسید، آراشیدیک اسید، گادولئیک اسید، ایکوزا دی انوئیک اسید وایکوزا تری انوئیک اسید مشاهده شد ($p <$ ۰/۰۵) (جدول ۲).

جدول ۲- میانگین مقادیر اسیدهای چرب (میلی‌گرم بر گرم روغن) ماهیان سفید نر و ماده در دو منطقه ساری و نوشهر در فصل بهار سال ۱۳۹۵

ردیف	اسیدهای چرب	نر ساری	ماده ساری	نر نوشهر	ماده نوشهر
	SFA				
۱	میریستیک اسید ۱۴:۰۰	۰/۲۹±۰/۱۳^{a}	۰/۶۰±۰/۴۳^{a}	۰/۲۳±۰/۰۱^{a}	۰/۲۱±۰/۰۳^{a}
۲	پالمیتیک اسید ۱۶:۰۰	۳/۸۳±۳/۶۲^{abc}	۱۳/۵۱±۱۳/۲۱^{c}	۳/۰۶±۲/۷۸^{ab}	۵/۰۷±۰/۳۷^{b}
۳	استئاریک اسید ۱۸:۰۰	۷/۹۱±۱/۵۲^{c}	۵/۴۸±۳/۷۷^{b}	۳/۴۵±۲/۱۱^{ab}	۵/۱۵±۳/۰۶^{b}
۴	آراشیدیک اسید ۲۰:۰۰	۰/۲۲±۰/۱۵^{a}	۰/۵۲±۰/۱۳^{a}	۰/۲۵±۰/۰۳^{a}	۰/۲۴±۰/۱۵^{a}
۵	بهنیک اسید ۲۲:۰۰	۱/۳۴±۰/۷۸^{a}	۳/۱۷±۲/۲۱^{b}	۰/۴۴±۰/۰۷^{ab}	۰/۹۷±۰/۸۱^{ab}
۶	لیگنوسریک اسید ۲۴:۰۰	Nd	Nd	Nd	Nd
	مجموعSFA	۱۳/۵۹	۲۳/۲۸	۷/۴۳	۱۱/۴۶
	MUFA				
۱	میریستولئیک اسید ۱۴:۱	۰/۳۵±۰/۲۴^{a}	۱/۰۲±۰/۷۳^{a}	۰/۱۷±۰/۰۳^{a}	۰/۲۶±۰/۱۷^{a}
۲	پالمیتولئیک اسید ۱۶:۱	۲/۳۵±۱/۲۰^{a}	۳/۴۹±۲/۳۴^{b}	۱/۲۸±۰/۰۲^{ab}	۱/۰۴±۰/۰۸^{ab}
۳	اولئیک اسید ۱۸:۱	۱/۵۱±۰/۰۹^{a}	۱۱/۴۰±۷/۴۸^{c}	۲/۷۹±۱/۵۷^{ab}	۱/۱۰±۰/۱۵^{ab}
۴	گادولئیک اسید ۲۰:۱	۰/۲۶±۰/۰۴^{a}	۰/۴۹±۰/۲۹^{a}	۰/۱۹±۰/۰۴^{a}	۰/۱۳±۰/۰۵^{a}
۵	اروسیک اسید ۲۲:۱	Nd	Nd	Nd	Nd
۶	نروونیک اسید ۲۴:۱	Nd	Nd	Nd	Nd
۷	واکسنیک اسید ۱۸:۱	Nd	۳/۷۷±۲/۶۲^{b}	۰/۴۶±۰/۴۵^{ab}	Nd
	مجموع MUFA	۴/۴۷	۲۰/۱۷	۴/۸۹	۲/۵۳
	PUFA				
۱	لینولئیک اسید ۶n۱۸:۲	۰/۱۰±۰/۰۰^{a}	۱/۲۷±۱/۰۴^{a}	۰/۴۵±۰/۰۵^{ab}	۰/۱۴±۰/۰۵^{a}
۲	ایکوزا دی انوئیک اسید ۲۰:۲	۰/۲۱±۰/۰۲^{a}	۰/۱۹±۰/۰۵^{a}	۰/۱۳±۰/۰۲^{a}	۰/۱۶±۰/۰۸^{ab}
۳	آراشیدونیک اسید ۶n۲۰:۴	۲/۸۱±۰/۱۲^{ab}	۷/۱۵±۴/۴۰^{a}	۱/۸۰±۰/۴۰^{ab}	۱/۳۵±۰/۸۶^{ab}
۴	ایکوزاتری انوئیک اسید ۳n۲۰:۳	۰/۱۳±۰/۰۷^{a}	۰/۱۴±۰/۰۳^{a}	۰/۱۰±۰/۰۰^{a}	۰/۰۶±۰/۰۱^{a}
۵	ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) ۳n۲۰:۵	۲/۸۸±۰/۰۴^{abc}	۸/۱۱±۵/۲۸^{c}	۲/۲۶±۰/۵۸^{ab}	۱/۸۸±۱/۵۲^{ab}
۶	دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) ۳n۲۲:۶	۷/۵۲±۰/۶۵^{c}	۲۴/۰۵±۱۵/۲۰^{d}	۵/۳۲±۰/۴۴^{b}	۳/۷۸±۲/۱۸^{ab}
۷	لینولئیک متیل استر اسید ۱۹:۲	۰/۳۷±۰/۱۱^{a}	۳/۱۲±۲/۶۶^{b}	۰/۷۸±۰/۳۵^{ab}	۰/۹۶±۰/۸۲^{ab}
	مجموع PUFA	۱۴/۰۲	۴۴/۰۳	۱۰/۸۴	۸/۳۳
	مجموع PUFA + MUFA	۱۸/۴۹	۶۴/۲	۱۵/۷۳	۱۰/۸۶
	مجموع ω-3	۱۰/۵۳	۳۲/۳	۷/۶۸	۵/۷۲
	مجموع ω-6	۳/۱۲	۸/۶۱	۲/۳۸	۱/۶۵
	مجموع ω-6/ مجموع ω-3	۳/۳۸	۳/۷۵	۳/۲۳	۳/۴۷
	مجموع EPA+DHA	۱۰/۴	۳۲/۱۶	۷/۵۸	۵/۶۶
	PUFA/SFA	۱/۰۳	۱/۹	۱/۴۵	۰/۷۲

حروف متفاوت در هر ستون نشاندهنده اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد. Nd = مشخص نشد.

در ماهی ماده ساری و ماده نوشهر در فصل بهار کمترین اسیدهای چرب برای مریستیک اسید، مریستولئیک اسید، لینولئیک اسید، آراشیدیک اسید، گادولئیک اسید و ایکوزا تری انوئیک اسید مشاهده شد ولی برای ماهی ماده ساری در فصل بهار اسیدهای چرب ایکوزا دی انوئیک اسید و آراشیدونیک اسید کمترین مقادیر را قرار داشتند ($p <$ ۰/۰۵). بیشترین مقدار اسید چرب DHA در ماهی ماده ساری در فصل بهار، و پالمیتیک اسید و استئاریک اسید دارای بالاترین مقادیر در ماهی ماده نوشهر در فصل بهار بودند ($p <$ ۰/۰۵) (جدول ۲).

در جدول ۳، درصدهای MUFA، SFA و PUFA از کل اسیدهای چرب (میلی‌گرم بر گرم روغن) اندازه‌گیری شده در ماهیان سفید به تفکیک جنس، فصل و منطقه نمونه-برداری ذکر شده است. در جنس ماده ساری، درصدهای MUFA و PUFA بسیار بیشتر از زمستان بودند و درصد SFA در زمستان بسیار بالاتر از بهار بود. جنس ماده نوشهر حاوی درصد بالاتری از SFA در بهار بود در حالی که PUFA در جنس نر نوشهر در بهار درصد بیشتری از جنس ماده داشت ولی درصد SFA در جنس ماده نوشهر در بهار به وضوح بالاتر از ماهی نر ثبت شد. به طور کلی، درصدهای SFA در هر دو جنس و منطقه در زمستان بالاتر از بهار بودند در حالی که PUFA در هر دو جنس و منطقه درصدهای بالاتری در بهار نسبت به زمستان داشتند.

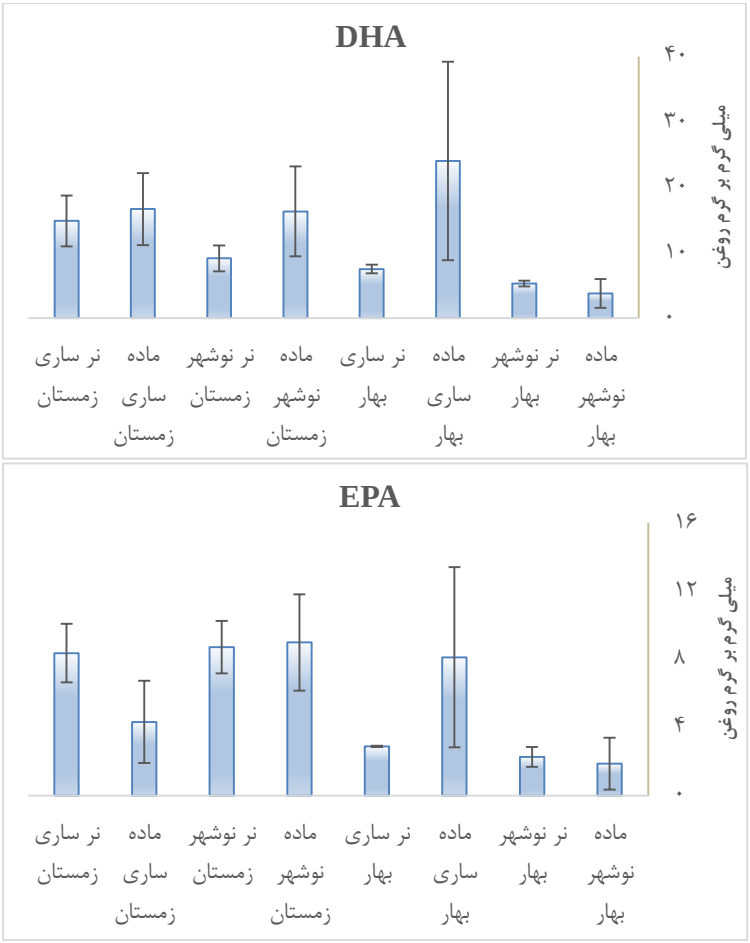
مطابق با شکل ۱، میانگین مقادیر اسید چرب DHA در ماهیان سفید ماده و نر ساری و نوشهر در فصل زمستان بالاتر از اسید چرب EPA در هر دو جنس (به جز جنس ماده ساری) در فصل بهار بود. به استثنای مقادیر DHA و EPA در ماهی ماده ساری در فصل بهار، حداکثر مقادیر DHA در هردو جنس، هر دو فصل و هر دو منطقه به طور کلی بیشتر از EPA برآورد گردید. همچنین کل DHA (۹۷/۷۳) بالاتر از کل EPA (۴۵/۴۹ میلی‌گرم بر گرم روغن) بود.

هر یک از اسیدهای چرب موجود در بدن ماهیان نر در دو فصل بهار و زمستان در دو منطقه ساری و نوشهر با یکدیگر مقایسه شدند. اسیدهای چرب مریستیک اسید و مریستولئیک اسید در ماهی نر ساری در فصل زمستان بیشترین مقدار را داشتند ($p <$ ۰/۰۵) درحالی که ماهیان نر ساری و نوشهر در فصل بهار حاوی کمترین مقدار از این اسیدهای چرب بودند ($p <$ ۰/۰۵). اسید چرب DHA به ترتیب در ماهی نر نوشهر و ماهی نر ساری در فصل زمستان به طور معنی‌داری دارای بیشترین مقدار بود ($p <$ ۰/۰۵). اسیدهای چرب پالمیتیک اسید، استئاریک اسید، لینولئیک اسید، گادولئیک اسید، EPA، بهنیک اسید و اروسیک اسید در ماهیان نر ساری و نوشهر در فصل زمستان از بیشترین مقدار برخوردار بودند ($p <$ ۰/۰۵). در بین سایر اسیدهای چرب در ماهیان نر هر دو منطقه و هر دو فصل تفاوت معناداری مشاهده نشد ($p <$ ۰/۰۵) (جدول ۳).

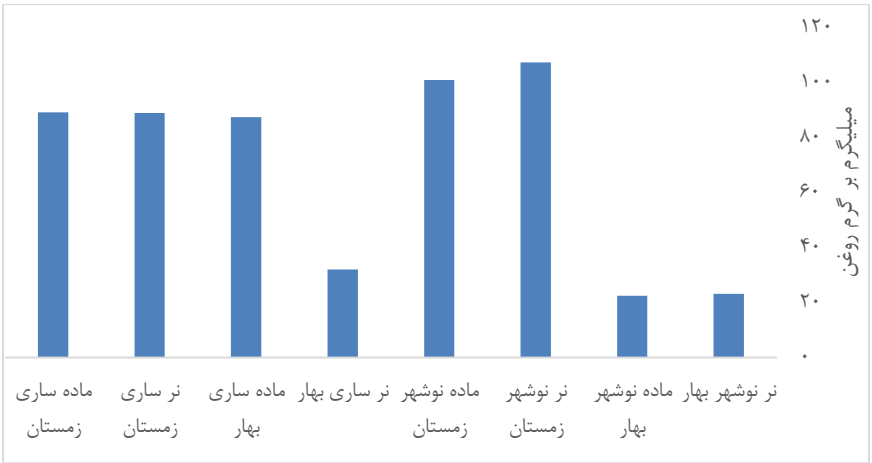
مقایسه کل اسیدهای چرب (میلی‌گرم بر گرم روغن) در ماهیان سفید به تفکیک جنس، فصل و منطقه نمونه‌برداری (شکل ۲) نشان می‌دهد که مجموع اسیدهای چرب در ماهیان سفید نر و ماده نوشهر و ماهیان نر ساری در فصل بهار به طور قابل ملاحظه‌ای کمتر از بقیه موارد برآورد شد و ماهیان سفید نر و ماده نوشهر در زمستان حاوی مقادیر نسبتا بالاتری از کل اسیدهای چرب بودند.

جدول ۳- درصدهای MUFA، SFA، و PUFA از کل اسیدهای چرب (میلی‌گرم بر گرم روغن) اندازه‌گیری شده در ماهیان سفید به تفکیک جنس، فصل و منطقه نمونه‌برداری

جنس- منطقه/ درصد	نر نوشهر	ماده نوشهر	نر ساری	ماده ساری
MUFA (بهار)	۲۱/۱۱	۱۱/۲۴	۱۳/۹۳	۲۳/۰۶
MUFA (زمستان)	۱۸/۶۱	۱۴/۸۷	۱۳/۳۸	۱۳/۹۳
SFA (بهار)	۳۲/۰۸	۵۰/۹۳	۴۲/۳۶	۲۶/۶۱
SFA (زمستان)	۴۷/۵۸	۴۶/۵۳	۵۱/۹۵	۵۸/۸۰
PUFA (بهار)	۴۶/۸۰	۳۷/۰۲	۴۳/۷۰	۵۰/۶۴
PUFA (زمستان)	۳۳/۱۴	۳۴/۳۹	۳۴/۶۷	۲۷/۳۸



شکل ۱- مقادیر اسیدهای چرب DHA و EPA ماهیان سفید نر و ماده در دو منطقه ساری و نوشهر در بهار و زمستان سال ۱۳۹۵



شکل ۲- مقایسه کل اسیدهای چرب (میلی‌گرم بر گرم روغن) اندازه‌گیری شده در ماهیان سفید به تفکیک جنس، فصل و منطقه نمونه‌برداری

پروفایل اسیدهای چرب ماهیان سفید ماده (جدول ۱) نشان داد که مریستولئیک اسید در ماهی نر نوشهر در فصل زمستان دارای بیشترین مقدار بود ($p<۰/۰۵$) درحالی که در فصل بهار کمترین مقدار را داشت ($p<۰/۰۵$). این اسیدچرب برای ماهیان ماده ساری در هر دو فصل تفاوت معناداری را نشان نداد ($p<۰/۰۵$). همچنین استئاریک اسید در ماهی

ماده ساری در فصل زمستان دارای بیشترین مقدار بود ($p <$ ۰/۰۵) درصورتی که کمترین آن در ماهیان ماده ساری و نوشهر در فصل بهار مشاهده شد ($p <$ ۰/۰۵). ماهی ماده ساری در فصل بهار حاوی بیشترین مقادیر اسیدهای چرب اولئیک اسید و واکسنیک اسید بود ($p <$ ۰/۰۵) ولی مابقی ماهیان ماده کمترین مقدار را داشتند و با یکدیگر تفاوت معناداری را نشان ندادند ($p >$ ۰/۰۵). گادولئیک اسید در ماهی ماده ساری در فصل زمستان در بالاترین مقدار قرار داشت ($p <$ ۰/۰۵) و ماهی ماده نوشهر در فصل بهار حاوی پایین‌ترین مقدار آن بود ($p <$ ۰/۰۵). سایر اسیدهای چرب موجود در بدن ماهیان ماده تفاوت معناداری را با یکدیگر نشان ندادند ($p >$ ۰/۰۵).

از کل PUFA، سه اسید چرب ω-3 (ایکوزا تری انوئیک، ایکوزاپنتانوئیک، و دوکوزاهگزانوئیک اسید) در مجموع ۱۲/۱۴ و ۱۸/۸ درصد را به ترتیب در ماهیان ماده و نر ساری، و ۲۰/۶ و ۲۰/۵ درصد را به ترتیب در ماهیان ماده و نر نوشهر در زمستان شامل شدند. این روند در فصل بهار به صورت ۴۱/۶۸ و ۱۳/۵۹ درصد به ترتیب برای ماهیان ماده و نر ساری، و ۷/۳۸ و ۹/۹۱ درصد به ترتیب برای ماهیان ماده و نر نوشهر بود. از مجموع PUFA، درصد کل ω-3ها در نمونه‌های زمستان نوشهر (۴۱/۱۲٪) بالاتر از ساری (۳۰/۹۱٪)، و در نمونه‌های بهار ساری (۵۵/۲۷٪) بیشتر از نوشهر (۱۷/۲۹٪) بود. نسبت مجموع ω-6/ مجموع ω-3 تفاوت چندانی بین دو فصل، منطقه و جنس نداشت و تنها در ماهی سفید نر نوشهر در زمستان نسبتا بالاتر بود. بیشترین نسبت PUFA/SFA در ماهیان سفید ماده ساری (۱/۹) و ماده نوشهر (۰/۷۴) به ترتیب در فصول بهار و زمستان برآورد گردید.

- ترکیب بیوشیمیایی

مقدار پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر عضله ماهیان نر و ماده در دو فصل بهار و زمستان در دو منطقه ساری و نوشهر از نظر آماری تفاوت معناداری را با یکدیگر نشان ندادند ($p >$ ۰/۰۵). همچنین تفاوت معناداری بین ترکیبات بیوشیمیایی عضله نرها و ماده‌ها وجود نداشت ($p >$ ۰/۰۵) (جدول ۴). از آنجا که نمونه‌های ماهی از یک کلاسه طولی (۴۴۰-۳۹۰ میلیمتر) انتخاب شدند، پس از تعیین سن مشخص شد که همگی در کلاسه سنی ۴+ قرار داشتند. لذا سن ماهیان تأثیری در ترکیب بیوشیمیایی عضله نداشت.

بحث

امروزه مصرف ماهی به عنوان یک منبع پروتئینی به جای دیگر منابع پروتئینی، باعث سوق دادن صنعت آبزی پروری به سمت تولید فرآورده‌های با کیفیت بالا شده است. میزان اسیدهای چرب ضروری و غیرضروری یکی از مهمترین معیارها برای تعیین کیفیت گوشت ماهی است. اسیدهای چرب جزء فعال لیپیدها هستند که نقش مهمی در رشد و تغذیه دارند. به دلیل توسعه جوامع بشری، تحقیق برای منابع جدید غذایی ضروری و دانستن نوع و مقدار اسیدهای چرب در فصول مختلف در ماهیان امری ضروری است.

جدول ٤- ترکیب بیوشیمیایی (درصد) عضله ماهیان سفید نر و ماده در دو فصل زمستان و بهار در دو منطقه ساری و نوشهر

مکان	فصل	نر				ماده			
		پروتئین	چربی	رطوبت	خاکستر	پروتئین	چربی	رطوبت	خاکستر
ساری	زمستان	۱۷/۶۳±۰/۸۹^{a}	۳/۹۹±۰/۸۶^{a}	۷۴/۰۰±۲/۸۳^{a}	۴/۳۷±۰/۰۳^{a}	۱۷/۲۷±۰/۵۸^{a}	۴/۹۲±۰/۹۱^{a}	۷۵/۰۰±۱/۴۱^{a}	۲/۸۱±۰/۰۷^{a}
	بهار	۱۶/۶۱±۰/۰۸^{a}	۳/۳۶±۰/۹۳^{a}	۷۵/۹۷±۰/۶۷^{a}	۴/۰۸±۱/۶۸^{a}	۱۵/۳۸±۰/۶۰^{a}	۳/۴۸±۰/۹۸^{a}	۷۶/۱۳±۰/۹۰^{a}	۵/۰۲±۰/۵۲^{a}
نوشهر	زمستان	۱۶/۴۱±۴/۷۴^{a}	۲/۸۱±۰/۹۵^{a}	۷۴/۰۰±۰/۰۰^{a}	۳/۷۹±۱/۴۵^{a}	۱۸/۵۹±۱/۳۴^{a}	۲/۹۹±۰/۱۲^{a}	۷۷/۰۰±۴/۲۴^{a}	۴/۴۲±۱/۳۷^{a}
	بهار	۱۷/۱۶±۱/۰۴^{a}	۲/۲۴±۰/۸۵^{a}	۷۵/۳۹±۱/۷۵^{a}	۵/۲۲±۰/۱۵^{a}	۱۵/۳۷±۰/۹۳^{a}	۲/۰۱±۰/۲۷^{a}	۷۷/۶۰±۰/۵۳^{a}	۵/۰۳±۱/۴۶^{a}

حروف متفاوت در هر ستون نشاندهنده اختلاف آماری معنی دار می باشد ($p <$ ۰/۰۵).

در مجموع، تعداد ۲۰ اسید چرب در ماهیان سفید نر و ماده صید شده از ساری و نوشهر در مطالعه جاری شناسایی گردید. در مطالعه‌ای بر روی اسیدهای چرب ماهیان سفید صید شده در بندر انزلی، تعداد ۲۶ اسید چرب تشخیص داده شد که اسید اولئیک بالاترین مقدار (۲۰/۵۷ درصد) را داشت و سپس DHA (۱۵/۰۷) و پالمیتیک اسید (۱۳/۹۱) قرار داشتند (Jalili, 1387). در مطالعه حاضر، پالمیتیک اسید و استئاریک اسید (SFA)، پالمیتولئیک اسید (MUFA) و DHA (PUFA) از بیشترین مقادیر در هر دو فصل، منطقه و جنس برخوردار بودند و در فصل بهار فقط اولئیک اسید (MUFA) نسبتا بیشتر بود. در سایر مطالعات نیز بالاترین مقدار برای پالمیتیک اسید در میان اسیدهای چرب اشباع در ماهیان از جمله ماهی سفید گزارش شده است (Mukhopadhyay & Ghosh, 2007; Wang *et al*.,1990; Jorjani *et al*., 2014; Abu Mahboob & Mousavi Nodoshan, 2017) که با یافته‌های پژوهش جاری همخوانی دارند. گزارش شده است که دماهای محیطی پایین درجه اشباعیت (Saturation) را برای اسیدهای چرب در آبزیان افزایش می‌دهند (Wang *et al*., 1990). در این تحقیق نیز مقدار کل SFA در زمستان (۱۹۷ میلی‌گرم بر گرم روغن) بیش از ۳/۵ برابر مقدار کل آن در بهار (۵۶ میلی گرم بر گرم روغن) برآورد شد.

به طور کلی، ماهیان از نظر اسیدهای چرب چند غیر اشباع به ویژه گروه امگا-۳ اهمیت زیادی دارند که از این میان، اسیدهای چرب EPA یا ایکوزاپنتانوئیک اسید (C20:5n-3) و DHA یا دوکوزاهگزانوئیک اسید (C22:6n-3) معروفتر هستند. کل اسیدهای چرب DHA و EPA به ترتیب ۴۸ درصد و ۲۲/۴ درصد و جمعاً بیش از ۷۰ درصد از کل PUFA را در هر دو منطقه، دو فصل و دو جنس شامل شدند. به طور کلی، مقادیر اسیدهای چرب DHA و EPA در ماهیان سفید جنس نر و ماده در دو منطقه ساری و نوشهر در فصل زمستان در حد بالایی قرار داشتند که در فصل بهار و در زمان تولیدمثل به شدت کاهش یافتند.

این یافته مطابق با این واقعیت است که ماهیان دریایی حاوی مقادیر بالاتری از PUFA (به ویژه DHA و EPA) هستند که به خاطر نوع جیره‌های آنها است که در نتیجه نسبت PUFA/SFA را در این ماهیان بالا می‌برد (Osman *et al*., 2001). میانگین بالاتر مقادیر اسید چرب DHA در ماهیان سفید ماده و نر ساری و نوشهر در فصل زمستان نسبت به اسید چرب EPA در هر دو جنس (به جز جنس ماده ساری) در فصل بهار با یافته‌ای مشابه در ماهی *Capoeta antalyensis* (Emre *et al*., 2018) مطابق است.

نسبت ω-3/ω-6 شاخص مناسبی برای مقایسه ارزش غذایی ماهی است و مقدار توصیه شده آن بیش از ۱:۴ بیان شده است (Valencia *et al*., 2006). این نسبت در مطالعه جاری تفاوت چندانی بین دو فصل، منطقه و جنس نشان نداد. در این تحقیق، کمترین نسبت مجموع نسبت ω-3/ω-6 در ماهیان سفید ماده ساری (۳/۱۲) در زمستان و نر نوشهر (۳/۲۳) در بهار بدست آمد. در مجموع، این نسبت‌ها بالاتر از مقادیر گزارش شده برای انواع ماهیان آب شیرین، مانند *Catla catla* (۱/۰۷)، *Oreochromis niloticus* (۱/۸)، و *Cyprinus carpio* (۲/۹)، هستند که در یک مطالعه مروری مورد مقایسه قرار گرفتند (Dey *et al*., 2017). هر چه نسبت ω-3/ω-6 در غذای مصرفی بالاتر باشد، مقادیر EPA و DHA در بدن بالاتر می‌رود و از انواع بیماری‌های قلبی، التهابی، روماتیسم و سرطان کاسته می‌شود (Superko *et al*., 2013).

نسبت PUFA/SFA شاخص کلیدی و مهمی جهت تعیین ارزش تغذیه‌ای ماهیان است و حداقل مقدار این نسبت برابر با ۰/۴۵ توصیه شده است (HMSO, 1994). در پژوهش جاری، نسبت مذکور از مقادیر حداقل ۰/۴۶ و ۰/۷۲ به ترتیب در ماهیان سفید ماده ساری و نوشهر در فصول زمستان و بهار، تا مقادیر حداکثر ۰/۷۴ و ۱/۹ به ترتیب در ماهیان سفید ماده نوشهر و ساری در فصول زمستان و بهار متغیر بود. لذا نسبت‌های بالاتر PUFA/SFA در جنس ماده هر دو منطقه می‌تواند بیانگر ارزش تغذیه‌ای بیشتر ماهی سفید ماده از این جهت باشد. همچنین، حداکثر این نسبت در ماهی سفید ماده در فصل بهار حدوداً سه برابر بالاتر از فصل زمستان بود که علاوه بر تفاوت جنسیتی، وجود اختلاف فصلی را در ارزش تغذیه‌ای این گونه نشان می‌دهد.

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 (Hedayati Fard & Jamali, 2009). در واقع، ترکیب اسیدهای چرب لاشه ماهیان بازتابی از نوع

غذای مصرفی آنها است (Eroldoğan *et al*., 2012; Rinchard *et al*., 2007) کاهش مقدار و نوع اسیدهای چرب به دلیل فرآیندهای زرده‌سازی و تولید تخم است چرا که اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه (PUFA) از اهمیت و ارزش بالاتری برخوردارند و میزان غالب اسیدهای چرب با ۵ و ۶ پیوند دوگانه مانند EPA و DHA در تخم‌های ماهی سفید نیز مشاهده شد (Hedayati Fard & Nemati, 2009). مقدار اسیدهای چرب اشباع (SFA) در تخم تازه ماهی سفید ۲۵/۹۶ درصد است و تحقیقات نشان داده‌اند که در تخم خام بسیاری از آبزیانی که تا کنون مورد بررسی قرار گرفته اند، پالمیتیک اسید از بیشترین مقدار در میان گروه اشباع (SFA) برخوردار است (Hedayati Fard & Nematı, 2009). در مطالعه حاضر، این اسید چرب در فصل بهار به مقدار بیشتری از فصل زمستان کاهش پیدا کرد که مؤید نتیجه فوق است. همچنین برای پالمیتیک اسید و استئاریک اسید در گوشت آبزیان بررسی شده بالاترین در میان SFA گزارش گردید (Turan *et al*., 2007). مقادیر اسیدچرب لینولنیک اسید نیز برای جنس نر و ماده در فصل بهار نسبت به فصل زمستان در منطقه ساری افزایش پیدا کرد درحالی که مقادیر همین اسید چرب برای ماهیان نر و ماده سفید منطقه نوشهر عکس منطقه ساری بود که نشان دهنده اثرگذاری نوع منطقه بر میزان اسیدهای چرب در ماهیان یک گونه است.

بین اسیدهای چرب اشباع در ماهیان سفید نر و ماده دو منطقه ساری و نوشهر در فصل زمستان و بهار تفاوت معناداری دیده شد. ماهیان نر دو منطقه مقادیر SFA بالاتری را در فصل زمستان نسبت به فصل بهار نشان دادند ولی این تفاوت اسیدهای چرب اشباع در بین ماهیان ماده در فصول بهار و زمستان و مناطق ساری و نوشهر دیده نشد. همچنین بین جنس نر و ماده ماهی خواجو (*Schizothorax zarudyi*) تفاوت معناداری در بین محتوای SFAs، MUFAs و PUFAs در عضله دیده نشد (Zaki Pour Rahimabadi, 2012) که با نتایج حاضر در این مطالعه همخوانی دارد. در مطالعه‌ای نبود اختلاف معنادار بین گروه‌های مختلف اسیدهای چرب در جنس نر و ماده ماهی گوشت‌خوار *Sprattus sprattus* گزارش داده شد (Usydus *et al*., 2012).

اسید چرب نروونیک اسید تنها در ماهی ماده ساری و در فصل زمستان دیده شد و این اسیدچرب در فصل بهار مشاهده نشد. وجود این اسیدچرب در بافت ماهی ماده ساری نشان می‌دهد که وجود بعضی از اسیدهای چرب در ماهی سفید در دریای خزر تحت تأثیر منطقه قرار دارد و ماهیان سفید ماده در مناطق مختلف (که می‌تواند تحت اثر دما و شرایط تغذیه‌ای باشد) می‌توانند بعضی از اسیدهای چرب را داشته باشند و آن را در فرآیند زرده‌سازی و تولیدمثل استفاده کنند، همانند نتیجه‌ای که از این مطالعه بدست آمد. تأثیر دمای محیط و شرایط تغذیه‌ای بر ترکیب اسیدچرب گوشت و اندام‌های دیگر نظیر کبد در دو بخش تری‌گلیسرید و فسفولیپید در یک مطالعه قبلی بیان شد (Ibarz *et al*., 2005). همچنین اختلافات معناداری در پروفایل اسیدهای چرب بافت‌های عضله و کبد در دو جنسیت نر و ماده *Salmo trutta* گزارش گردید (Akpinar *et al*., 2009).

اختلافات ناچیز در مقدار اسیدهای چرب عضله و همچنین مقدار کمتر اسیدهای چرب PUFAs در جنس ماده می‌تواند مربوط به تغییرات جنسی در سیکل تولیدمثلی و بکارگیری ذخایر چربی در تولیدات جنسی باشد (Görgün & Akpinar, 2012). اسیدچرب اروسیک اسید (22:1n9) در ماهیان سفید نر و ماده مناطق ساری و نوشهر در فصل زمستان دیده شد ولی این اسیدچرب در فصل بهار به دلیل فعالیت‌های تولیدمثلی و تخمریزی در فصل بهار نیز مورد استفاده قرار گرفت و در ترکیب و بافت عضله ماهیان مشاهده نشد.

افزایش میزان شوری باعث بالا رفتن میزان رطوبت و کاهش میزان چربی در عضله سیاه ماهی شد ولی هیچ تاثیری روی کیفیت شیمیایی کبد ماهی نداشت (Engardeh *et al*., 2011). در مورد پروفایل اسیدهای چرب، شرایط مختلف پرورش هیچ تأثیری روی میزان اسیدهای چرب اشباع (SFA) در عضله نداشت، در حالی که افزایش میزان شوری باعث افزایش میزان SFA در کبد گردید. در مورد اسیدهای چرب با یک پیوند دوگانه (MUFA)، با افزایش میزان شوری میزان آنها در هر دو بافت عضله و کبد کاهش یافت ولی مقادیر اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه (PUFA) با افزایش شوری بالا رفت. در هر دو بافت عضله و کبد مقادیر دی‌کوزا هگزا

انوئیک اسید (DHA) و ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) که از اسیدهای مهم چرب امگا-۳ هستند با افزایش شوری فزونی یافت. تغییرات پروفایل اسیدهای چرب به هنگام استفاده از تنش‌های محیطی بیانگر اثرگذاری شرایط مختلف محیطی بر ترکیب چربی ماهیان است به طوری که مقادیر SFA، MUFA و PUFA در ماهیان سفید جنس نر و ماده در فصول مختلف و مناطق مختلف (که دما، شوری، تغذیه و ... متفاوت است) با یکدیگر متفاوت بود و عملاً کاهش اسیدهای چرب در خلال فصل زمستان به دلیل فعل و انفعالات مربوط به تولید تخم و اسپرم در ماهیان رخ داد و در فصل بهار و در زمان تخمریزی به پایین‌ترین حد خود رسید. در تن‌ماهی کوچک (*Euthynnus alletteratus*) بیشترین اسیدهای چرب به ترتیب PUFA، SFA، و MUFA بودند (Selmi *et al*., 2008)، همان ترتیبی که در ماهیان سفید مطالعه جاری نیز وجود داشت. در مطالعه آنها کمترین نسبت PUFA/SFA در تابستان ثبت شد در حالی که این نسبت در پژوهش جاری در نمونه‌های بهاری ماهیان سفید ماده در هر دو منطقه ساری و نوشهر بالاتر بود.

همان طور که در نتایج این مطالعه دیده شد، منطقه جغرافیایی بر مقادیر و انواع اسیدهای چرب ماهیان اثر بسیاری دارد. بررسی مقدار اسیدچرب ماهیان دریای خزر (به عنوان یک ذخیره‌گاه بسته اکولوژیکی) و خلیج فارس (به عنوان یک دریای مرتبط با دریاهای آزاد) مشخص کرد که میانگین چربی کل ماهی‌های خلیج فارس (۲/۸۹ درصد) با میانگین چربی تام ماهی‌های دریای خزر (۲/۸۴ درصد) اختلاف معناداری نداشت (Mohammadi Baghmalaei *et al*., 1996). مجموع اسیدهای چرب MUFA (اسید اولئیک و اسید پالمیتولئیک) و اسیدهای چرب SFA (استئاریک ، پالمیتیک و میریستیک) در ماهی‌های خلیج فارس به ترتیب ۳ و ۱۰ درصد بیشتر از ماهیان دریای خزر بود ولی از لحاظ آماری اختلاف معناداری مشاهده نشد.

تغذیه بسیاری از گونه‌های ماهیان در طول بلوغ جنسی کاهش می‌یابد و لذا مراحل پایانی رشد گنادی وابسته به منابع انرژی داخلی است (Perez *et al*., 2007) و یکی از دلایل کاهش مقادیر اسیدهای چرب ماهیان سفید نر و ماده در این مطالعه نیز می‌تواند همین موضوع باشد. اسیدچرب واکسنیک اسید در ماهیان سفید نر و ماده در مناطق نمونه‌برداری ساری و نوشهر در فصل زمستان مشاهده نشد، درحالی که در فصل بهار در ماهی ماده در منطقه ساری و در ماهی نر منطقه نوشهر مشاهده شد. چنین روندی برای این اسیدچرب در ماهی سفید هنوز مطالعه نشده و دلیلی برای این اتفاق گزارش نشده است.

تفاوت مقادیر اسیدهای چرب در طول فصول مختلف علاوه بر تغذیه (Arts *et al*., 2001؛ Sargent, 1977) و درجه حرارت (Leger *et al*., 1977) با شرایط بلوغ جنسی نیز مرتبط است (Alasalvar *et al*., 2002). با پیشرفت بلوغ جنسی در بهار مقادیر اسیدهای چرب دی‌کزا هگزا انوئیک اسید، لینولنیک، لینولئیک و اولئیک در عضله ماهی کاهش می‌یابد که می‌تواند به دلیل نیاز فیزیولوژیک ماهی به جهت فرآیند ویتلوژنز باشد (Yeganeh *et al*., 2012). DHA و EPA در فرآیند تولیدمثل دخالت دارند و وجود آنها در رژیم غذایی مولدین موجب افزایش هماوری، لقاح و کیفیت تخم می‌شود؛ همچنین آراشیدونیک اسید در بلوغ اووسیت‌های مهره‌داران دخالت دارد (Arts *et al*., 2001). در این مطالعه نیز کاهش مقدار این اسید چرب در فصل بهار در ماهیان سفید ماده منطقه ساری و نوشهر مشاهده شد.

مقادیر چربی عضله ماهیان سفید نر و ماده در منطقه ساری و نوشهر در فصول زمستان و بهار از لحاظ آماری تفاوت معناداری نداشت ولی مقدار چربی در فصل زمستان بیشتر از فصل بهار بود. در یک گزارش بدون در نظر گرفتن جنس عنوان شد که مقدار چربی در زمستان افزایش یافت که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد (Guler *et al*.,2007). از سوی دیگر، تغییرات فصلی معنی‌دار لیپید کل در بیشتر اندام‌های تن‌ماهی کوچک (*E. alletteratus*) با بیشترین چربی سر در زمستان مشاهده گردید (Selmi *et al*., 2008). محتوای چربی بافت عضله ماهی *Dentex dentex* در طی مراحل مختلف بلوغ تفاوت معناداری را نشان نداد (Özyurt *et al*., 2006). همچنین مقدار چربی در عضله ماهی ماکرل *Trachurus mediterraneus* در فصل تولید مثل در کمترین مقدار خود بود (Tzikas *et al*., 2007) که مشابه با نتایج بدست آمده در این تحقیق است. بر اساس تقسیم-بندی Panetsos (۱۹۷۸)، ماهیان با چربی بیش از ۸ درصد به عنوان ماهیان پرچرب، ماهیان با چربی بین ۳-۸ درصد به عنوان ماهیان با چربی متوسط و ماهیانی با کمتر از ۳ درصد چربی به عنوان ماهیان کم‌چرب تقسیم‌بندی می‌شوند که بر

این اساس ماهی سفید در گروه ماهی با چربی متوسط قرار دارد.

در جنس ماده ماهی سیم دریایی (*Abramis brama*) مقداری از پروتئین و چربی‌های عضله برای تأمین انرژی مورد نیاز و بلوغ گامت‌های تناسلی مصرف می‌شوند (Komova, 2001)، همچنین مقدار پروتئین عضله در ماهی *Theragra chalcogramma* در فصل تخمریزی کاهش یافت (Sorvachev, 1957). به طور مشابه، مقادیر پروتئین در بدن ماهیان سفید ماده در فصل بهار در دو منطقه ساری و نوشهر کاهش غیرمعناداری داشتند که نتایج دو مطالعه فوق را تأیید می‌کند.

رطوبت عضله در فصل تخمریزی ماهیان افزایش می‌یابد (Adburakhmanov, 1962; Tzikas *et al*., 2007). مقادیر رطوبت بدن ماهیان سفید نر و ماده دو منطقه ساری و نوشهر در فصل بهار افزایش غیرمعناداری یافت که می‌تواند بیانگر مصرف مقدار پروتئین و چربی در طول فصل زمستان به دلیل فعالیت‌های تولید مثلی باشد. روند مصرف پروتئین درماهیان غیرچرب با افزایش رطوبت گزارش شد (Love, 1976).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، مشخص شد که دو منطقه ساری و نوشهر در دو فصل زمستان و بهار اثرات بارزی را بر پروفایل اسیدچرب عضله ماهیان سفید دریای خزر دارند. در واقع، مقادیر اسیدهای چرب (مخصوصاً DHA و EPA) در عضله ماهیانی که در فصل زمستان بررسی شدند بیشتر بود و بنابراین برای مصارف انسانی از اهمیت بیشتری برخوردار هستند.

منابع

Abdolmaleki, Sh., Ghani Nejad, D., Sayad Boorani, M., Bandani, Gh. & Pourgholami, A. (2004). Evaluation of *Rutilus frissi kutum* stocks during the catch season of 2003-2004 on the Iranian shores of the Caspian Sea. Indoor Waters Research Institute, Bandar Anzali, 113 p [In Persian].

Abu Mahboob, P. & Mousavi Nodoshan, R. (2017). Fatty acids profile and levels in farmed fish in Samen Al-Aemeh pond in Qom. Research in Marine Science and Technology, 12(4), 35-43 [In Persian].

Ackman, R. G. (1990). Seafood lipids and fatty acids. Food Reviews International, 6(4), 617-646.

Adburakhmanov, Y. A. (1962). Fish of freshwater bodies of Azerbaijan. Azerbaijan SSR AS Press. 224 p.

Adeli, Y. (1994). Cyprinids and Percids of the southern and central Caspian Sea basin (population structure, ecology, distribution, and strategies for stock regeneration). Guilan Fisheries Research Center, Bandar Anzali, 44 p [In Persian].

Akpinar, M. A., Görgün, S. & 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.

Alasalvar, C., Taylor, K. D. A., Zubcov, E., Shahidi, F. & Alexis, M. (2002). Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. Food Chemistry, 79, 145-150.

AOAC International (2005). Official methods of analysis of AOAC International. AOAC International. AOCS, Champaign, USA (metabolism).

Arts, M. T., Ackman, R. G. & Holub, B. J. (2001). Essential fatty acids"in aquatic ecosystems: a crucial link between diet and human health and evolution. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 58, 122–137.

Bandarra, N. M., Batista, I., Nunes, M.L., Empis, J. M. & Christie, W. W. (1997). Seasonal changes in lipid composition of sardine (*Sardina pilchardus*). Journal of Food Science, 62(1), 40-42.

Coad, B. W. & Vilenkin, B. Ya. (2005). Co-occurrence and zoogeography of the freshwater fishes of Iran. Zoology in the Middle East 31, 53-61.

Danesh Khosh Asl, A. (1997). The effect of *Rutilus frissi kutum* release on the quantitative and qualitative characteristics of its stocks in the Caspian Sea. Guilan Fisheries Research Center, Bandar Anzali, 20 p [In Persian].

Dey, S., Misra, K. K. & Sumit, H. (2017). Reviewing Nutritional Quality of Small Freshwater Fish Species. American Journal of Food and Nutrition, 5(1), 19-27.

Emre, Y., Uysal, K., Pak, F., Emre, N. & Kavasoğlu, M. (2014). Seasonal and sexual

Jorjani S., Qelichi, A. & Baghdadi, A. (2014) Effects of complete replacement of fish oil with vegetable oils on growth parameters, feed efficiency, and muscle fatty acid profile of *Oncorhynchus mykiss*. Journal of Aquaculture Development, (3), 13-30 [In Persian].

Khosravi, N. (2011). A study on growth, activity of digestive enzymes, and composition of fatty acids and amino acids in *Rutilus frisii kutum* during larval development stages. MSc Thesis in Fisheries, Tarbiat Modares University [In Persian].

Kiabi, B. H., Abdoli, A. & Naderi, M. (1999). Status of the fish fauna in the South Caspian Basin of Iran. Zoology in the Middle East, 18(1), 57-65.

Kinsella, J. E., Lokesh, B. & Stone, R. A. (1990). Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: possible mechanisms. The American journal of clinical nutrition, 52(1), 1-28.

Komova, N. I. (2001). Dynamics of the biological composition of tissues in *Abramis brama* (Cyprinidae) at gonad maturation. Journal of Ichthyology, 41(4), 334-342.

Leger, C., Bergot, P., Lekuet, P., Flanzy, J. & Meurot, J. (1977). Specifik distribution of fatty acids in the triglycerides of rainbow trout adipose tissue. Influence of Temperature Lipids, 12, 538–543.

Liang, K., Zhang, Q., Gu, M. & Cong, W., (2013). Effect of phosphorus on lipid accumulation in freshwater microalga *Chlorella* sp. Journal of Applied Phycology, 25(1), 311–318.

Love, R. M. (1976). The chemical biology of fishes, London, translated under the title Khimicheskayabiologiya ryb, Moscow: Nauka.

Mohammadi Baghmalaei, M., Nikpour, H. & Valaei, N. (1996). The composition of fatty acids in Persian Gulf and Caspian Sea fishes during 1995. Fourth Iranian Congress on Nutrition, Food Security, From Science to Practice, Tehran [In Persian].

Mukhopadhyay, T. & Ghosh, S. (2007). Lipid Profile and Fatty Acid Composition of Two Silurid Fish Eggs. Journal of Oleo Science, 56-8

Olsson, G. B., Olsen, R. L., Carlehög, M. & Ofstad, R. (2002). Seasonal variations in chemical and sensory characteristics of farmed and wild Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). Aquaculture, 217(1), 191-205.

Osman N. H., Suriah A. R. & Law E. C. (2001). Fatty acid composition and cholesterol variations of fatty acid composition in fillet of *Capoeta erhani*. International Journal of Aquatic Biology, 2(6), 313-318.

Emre Uysal, K., Y., Emre, N., Kavasoğlu, M. & Aktaş, Ö. (2018). Seasonal and Sexual Variations of Total Protein, Fat and Fatty Acid Composition of an Endemic Freshwater Fish Species (*Capoeta antalyensis*). Aquatic Sciences and Engineering, 33(1), 6-10.

Engardeh, J., Mehrjerdi, A. & Saei Dehkordi, S. (2011). Comparison of nutritional composition and fatty acid profile of *Capoeta damascina* Valenciennes grown in saltwater and freshwater. PhD Thesis, 105 p [In Persian].

Eroldoğan, O. T., Turchini, G. M., Yılmaz, H. A., Taşbozan, O., Engin, K., Ölçülü, A., Özşahinoğlu, I. & Mumoğullarında, P. (2012). Potential of cottonseed oil as fish oil replacer in European sea bass feed formulation, Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 12, 787-797.

Görgün, S. & Akpinar, M. A. (2012). Effect of season on the fatty acid composition of the liver and muscle of *Alburnus chalcoides* (Güldenstädt, 1772) from Tödürge Lake (Sivas, Turkey). Turkish Journal of Zoology 36(5), 691-698.

Guler, G. O., Kiztanir, B., Aktumsek, A., Citil, O. B. & Ozparlak, H. (2007). Determination of the seasonal changes on total fatty acid composition and ω3/ω6 ratios of carp (*Cyprinus carpio* L.) muscle lipids in Beysehir Lake (Turkey). Food Chemistry, 108(2), 689-694.

Hedayati Fard, M. & Nemati, S. (2009). Changes in the fatty acids of *Rutilus frissi kutum* and golden mullet (*Liza aurata*) eggs of the Caspian Sea under the salting process. Fisheries Journal, 3(2) [In Persian].

HMSO U. K. (1994). Nutritional aspects of cardiovascular disease (report on health and socialsubjects. No.46) London.

Ibarz, A., Blasco, J., Beltrán, M., Gallardo, M. A., Sánchez, J., Sala, R. & Fernández-Borràs, J. (2005). Cold-induced alterations on proximate composition and fatty acid profiles of several tissues in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Aquaculture 249, 477-486.

Jalili, S. (2008). The effect of refrigeration time on protein changes and damage to fatty acids in *Rutilus frisii kutum* from the Caspian Sea during refrigeration storage. Ph.D. Thesis in Fisheries, Islamic Azad University, Science and Research Branch [In Persian].

content of selected marine fish in Malaysian waters. Food Chernistry, 73, 55-60.

Özyurt, G. & Polat, A. (2005). Amino acid and fatty acid composition of wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): a seasonal differentiation. European Food Research and Technology, 222(3-4), pp. 316-320.

Panetsos, A. (1978). Hygieneof foods of animal origin. Thessaloniki: D. Gartaganis. 221

Perez, M. J., Rodriguez, C., Cejas, J. R., Martín, M. V., Jerez, S. & Lorenzo, A. (2007). Lipid and fatty acid content in wild white sea bream (*Diplodus sargus*) broodstock in different stages of the reproductive cycle. Comparative Biochemistry and Physiology B, 146, 187-196.

Razavi Sayad, B. (1995). The fish *Rutilus frissi kutum*. Iranian Fisheries Research Institute. 165 p [In Persian].

Rinchard, J., Czesny, S. & Dabrowski, K. (2007). Influence of lipid class and fatty acid deficiency on survival, growth and fatty acid composition in rainbow trout juveniles. Aquaculture, 264, 363- 371.

Sargent, J. R. (1977). Fish oils and human diet. British Journal of Nutrition, 78, S5–S13.

Selmi, S., Mbarki. R. & Sadok, S. (2008). Seasonal change of lipid and fatty acid composition of little tuna *Euthynnus alletteratus*-by-products. Nutrition and Health, 19(3), 189-94.

Sorvachev, K. F. (1957). Changes in proteins of blood serum of carp during wintering, Biokhimia, 22 (2), 872-877.

Sotoodeh, A., Abedian Kenari, A., Khodabandeh, P. & Oji Fard, A. (2016). Histological changes of the gastrointestinal tract and the combination of fatty acids in the Caspian Sea salmon (*Salmo trutta caspius*) fed different levels of dietary essential fatty acids (EPA and DHA) and vitamin E. Journal of Aquatic Ecology, 138-124 [In Persian].

Superko, H. R., Superko, S. M., Nasir, K., Agatston, A. & Garrett, B. C. (2013). Omega-3 Fatty Acid Blood Levels: Clinical significance and Controversy. Circulation, 128, 2154-61.

Takashima, F. & Hibiya, T. (1995). An atlas of fish histology: Normal and Pathological features, 2 nd Ed. Tokyo. Kodansha.

Turan, H., Sonmez, G. & Kaya, Y. (2007). Fatty acid profile and proximatecomposition of the thornback ray (*Raja clavata*, L. 1758) from the Sinop coast in the Black Sea. Journal of Fisheries Sciences, 1, 97–10.

Tzikas, Z., Amvrosiadis, I., Soultos, N. & Geogakis, S. P. (2007). Seasonal variation in the chemical composition and microbiological condition of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) muscle from the North Aegean Sea (Greece). Food Control, 18(3), 251-257.

Usydus, Z., Szlifder-Richert, J. & Adamczyk, M. (2012). Variation in proximate composition and fatty acid profiles of Baltic sprat (Sprattus sprattus balticus). Food Chemistry, 130, 97-103.

Valencia, I., Ansorena, D. & Astiasaran I. (2006). Nutritional and sensory properties of dry fermented sasusages enriched with n-3 PUFAs. Meat Science, 72, 727-733.

Vance, J. E. (1985) Biochemistry of lipids and membranes, Benjamin/Cummings, California. ISBN 0-8053-9420-6, pp. 593.

Wang, G. Y. J., Millerr, L.A., Perren, M. & Addis, P.B. (1990). Omega-3 fatty acids in Lake Superior Fish. Journal of Food Science, 55(1), 71-73.

Yeganeh, S., Shabanpour, B., Hosseini, H., Imanpour, M. R., Shabani, A. & Abbasi, M. (2012). Assessment of seasonal changes in the chemical composition and fatty acid proffiles in *Cyprinus carpio*. Iranian Journal of Biology, 25(2) [In Persian].

Zaki Pour Rahimabadi, A. (2012). Comparison of muscle and liver fatty acid profiles in males and females *Schizothorax zarudyi*. Iranian Journal of Natural Resources, Fisheries, 67(4) [In Persian].

Zlatanos, S. & Laskaridis, K. (2006). Seasonal variation in the fatty acid composition of three Mediterranean fish–sardine (*Sardina pilchardus*), anchovy (*Engraulis encrasicholus*) and picarel (*Spicara smaris*). Food Chemistry, 103(3), 725-728.

Comparison of Muscle Fatty Acid Profile and Biochemical Composition in Kutum (*Rutilus frisii*) from the Caspian Sea in Winter and Spring in the Eastern and Western Mazandaran Province, Iran

M. Tirneitali [a], M. K. Khalesi [b*], S. Kohestan Eskandari [c]

[a] M. Sc. Graduated in Fisheries Ecology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.

[b] Associate Professor of Fisheries Department, Faculty of Animal Science and Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.

[c] Academic Member of Fisheries Department, Faculty of Animal Science and Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.

Received: 2 September 2019 Accepted: 2 February 2020

Abstract

Introduction: Caspian kutum (*Rutilus frisii*) is of great importance among consumers. The aim of this study is to investigate the changes in the fatty acid profiles of fish caught in east of Sari and west of Noshahr.

Materials and Methods: The studied fish (three fish from each gender) were purchased in winter and spring from Sari Shahid Beheshti Cooperative and the Veterans Cooperative of Noshahr (east and west of Mazandaran province, respectively). Biochemical analysis and fatty acid profile were determined by the application of gas chromatography using standard methods.

Results: Stearic acid, oleic acid, and DHA were the highest in Sari in winter being the significantly different from other fatty acids ($p < 0.05$). Total fatty acids in male and female fish from Noshahr and male fish from Sari were significantly lower in spring than in the others, and male and female fish from Nowshahr contained relatively higher total fatty acids in winter. Maximum DHA values were higher than EPA in both sexes, seasons, and regions. The chemical composition of male and female fish did not differ significantly in both seasons and regions ($p > 0.05$). SFA percentages in both sexes and regions were generally higher in winter than in spring, while PUFA percentages in both sexes and regions were higher in spring than in winter. The percentage of ω-3 fatty acids (41.12%) in winter samples of Noshahr was higher than that (30.91%) in Sari, and it was higher in spring samples of Sari (55.27%) than that of Noshahr (17.29%). The lowest total ratios of ω-3/ω-6 were obtained in Sari (3.12) in male fish in winter and in Noshahr (3.23) in spring. The highest PUFA/SFA ratios were observed in Sari (1.9) and Noshahr (0.74) kutum in spring and winter, respectively.

Conclusion: Fish examined in winter contained more fatty acids (especially DHA and EPA) in the muscle and are therefore more important for human consumption. The two regions, two seasons, and two sexes had significant effects on body biochemical composition and fatty acid profile of Caspian Sea kutum.

***Keywords**: Biochemical Composition, Fatty Acid, Noshahr, Rutilus frisii, Sari.*

* Corresponding Author: khalesi46@gmail.com