مقایسه ارزش تغذیه‌ای و پروفایل اسیدهای چرب کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) دریایی، پرورشی و دریایی پرورش داده شده

افشین قلیچی[1]*
عبدالجبار شیخی[2]

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر، استادیار گروه شیلات، آزادشهر، ایران
۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تنکابن، گروه شیلات، تنکابن، ایران

***مسئول مکاتبات:**
afshin.ghelichi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۳۰
این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی است.

چکیده

هدف از انجام مطالعه حاضر مقایسه ترکیب شیمیایی و پروفایل اسیدهای چرب بافت عضلانی ماهی کپور معمولی دریای خزر، کپور پرورشی و کپور دریایی پرورش داده شده بود. در بین شاخص‌های مورد مطالعه (پروتئین، چربی و رطوبت) تفاوت معنی‌داری بین کپور دریای خزر، کپور دریایی پرورش داده شده و کپور پرورشی مشاهده نشد، اما محتوای خاکستر در کپور دریایی وحشی با کپور دریایی پرورشی اختلاف معنی‌داری داشت ($p \leq ۰/۰۵$). بررسی پروفایل اسید چرب نشان داد که تفاوت معنی‌داری از نظر مقدار اسیدهای چرب SFA، MUFA، PUFA، ω-3، ω-6، EPA+DHA، نسبت ω-3/ω-6 و PUFA/SFA بین کپور پرورشی و کپور دریایی پرورشی وجود ندارد ($p \leq ۰/۰۵$). اما مقدار اسیدهای چرب SFA، MUFA و PUFA، ω-3، EPA+DHA، نسبت ω-3/ω-6 و PUFA/SFA در کپور دریایی وحشی تفاوت معنی‌دار آماری با کپور پرورشی و نیز کپور دریایی پرورشی داشت، به‌طوری که مقدار اسیدهای چرب PUFA، ω-3، EPA+DHA، نسبت ω-3/ω-6و PUFA/SFA در کپور وحشی دریای خزر در مقایسه با کپور پرورشی و نیز کپور دریایی پرورشی به طور معنی‌داری بالاتر بود ($p \leq ۰/۰۵$). با توجه به این‌که نسبت PUFA/SFA و ω-3/ω-6در ماهی کپور پرورشی، کپور دریایی پرورشی و کپور دریایی وحشی بیشتر از نسبت توصیه شده بود، لذا هر سه نوع ماهی مورد مطالعه از نظر منابع شیلاتی و غذایی بسیار ارزشمند است. ولی به جهت بالاتر بودن مقادیر PUFA، ω-3، ω-3/ω-6، PUFA/SFA، EPA+DHA، DHA/EPA در کپور دریایی وحشی ارزش تغذیه‌ای آن به مراتب بالاتر از کپور پرورشی و کپور دریایی پرورشی می‌باشد.

واژگان کلیدی: کپور پرورشی، کپور دریایی پرورشی، کپور دریایی وحشی، ترکیب شیمیایی، پروفایل اسید چرب.

مقدمه

امروزه مصرف ماهی به عنوان غذای سلامتی، پیشگیری کننده از انواع بیماری‌ها و موثر در درمان برخی بیماری‌ها مورد تایید دانشمندان و متخصصین علوم تغذیه است. در مطالعات زیادی اثرات سودمند اسیدهای چرب ω-3 در سلامتی انسان به اثبات رسیده است. ماهی اصلی‌ترین منبع امگا-۳ برای انسان به شمار می‌رود. ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) و دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) که تنها در ماهی و غذاهای دریایی یافت می‌شوند، از سخت شدن رگ‌ها و تصلب شرائین، طپش نامنظم قلب (Arrhythmia)، لخته شدن خون در رگ‌ها (Thrombosis) جلوگیری می‌کند و همچنین باعث کاهش کلسترول بد خون (LDL)، کاهش تری‌گلیسریدهای خون و فشار خون می‌گردند. همچنین در درمان بسیاری از بیماری‌ها مانند سرطان پروستات و کلون (Marchioli, 2001) سرطان سینه (Rose and Connoll, 1993)، بیماری‌های التهابی (Belluzi *et al.*, 1993; James and Cleland, 1996)، التهاب مفصل (Rameshkumar

et al., 2009)، آسم (Dry and Vincent, 1991; Hodge *et al*., 1996)، اختلالات سیستم ایمنی بدن (Levine and Labuza, 1990) و تثبیت انسولین و قند خون و بیماری دیابت (Lombardo and Chicco, 2006) موثر می‌باشند. ماهی اصلی‌ترین منبع امگا-۳ برای انسان به شمار می‌رود. بدن انسان توانایی ساخت اسیدهای چرب چند غیر اشباع ω-3 و ω-6 را ندارد و آن‌ها را باید با تغذیه از منابع مناسب تامین نماید (Alasalvar et al., 2002).

ماهی کپور معمولی به دلیل رشد سریع، امکان تکثیر مصنوعی و تغذیه و نگهداری به صورت متراکم و دارا بودن مقاومت بالا در مقابل عوامل فیزیکی و شیمیایی آب از جمله ماهیان مهم پرورشی جهان هستند (Tokur *et al*., 2006). از سوی دیگر کپور دریایی (*Cyprinus carpio*) یکی از گونه‌های مهم موجود در دریای خزر می‌باشد و سواحل شرقی دریای خزر بهترین زیستگاه کپور دریایی است. از گذشته‌های دور مصرف ماهی کپور دریایی مورد پسند مردم منطقه بوده است. اما با توجه به کاهش صید این ماهیان در سال‌های اخیر اداره کل شیلات شروع به بازسازی ذخایر این گونه نموده است. همچنین استعداد پرورش نژاد وحشی کپور دریایی در آب‌های شیرین در دستور کار اداره کل شیلات استان گلستان قرارگرفته است. به این منظور اداره کل شیلات استان به تعداد محدودی از استخرهای پرورشی منطقه، بچه ماهی کپور وحشی حاصل از تکثیر مصنوعی را معرفی نمود تا در کنار ماهیان پرورشی دیگر (کپور پرورشی، فیتوفاگ، بیگ هد و آمور) پرورش یابند. با توجه به موفقیت در امر پرورش کپور وحشی در استخرهای گرمابی و با غذای طبیعی موجود در استخر بررسی ترکیب شیمیایی و پروفایل اسیدهای چرب کپور وحشی پرورشی در روشن شدن ارزش‌های غذایی آن کاملاً سودمند است. از سوی دیگر کپور وحشی پرورش یافته در استخر از نظر شکل ظاهر بسیار شبیه کپور وحشی دریای خزر است (هر دو ظاهری کشیده دارند) و کاملاً متمایز از کپور پرورشی با پشتی بلند است.

یگانه و همکاران (۱۳۹۱)، تغییرات فصلی ترکیب شیمیایی و ترکیب اسیدهای چرب فیله کپور معمولی پرورشی را مورد بررسی قرار دادند. قمی و همکاران (۱۳۹۰) در گزارشی پروفایل اسیدچرب و اسیدآمینه و ترکیب شیمیایی لاشه در ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*) را بررسی کردند. طبق نظر این میزان اسیدهای چرب مهم EPA و DHA و حتی مقادیر اسیدهای چرب چند غیراشباع (PUFA) در هر سه گونه از ماهیان اختلاف چندانی با یکدیگر نداشتند. ضیائیان نوربخش (۱۳۸۹) ترکیب شیمیایی و پروفایل اسید چرب ماهی شوریده را بررسی نمود. نتایج این محقق نشان داد که نسبت اسیدهای چرب امگا ۳ به امگا ۶ (۴/۱۹) بوده که نشان دهنده غنی بودن گوشت ماهی شوریده از اسیدهای چرب امگا ۳ می باشد. همچنین Hajirostamloo و Hajirostamloo (۲۰۱۰) میزان اسیدهای چرب گروه امگا ۳ را در ۸ گونه از ماهیان آب شیرین، هدایتی‌فرد و همکاران (۱۳۸۱) اسیدهای چرب موجود در بافت ماهی کفال طلایی، Afkhami و همکاران در سال ۲۰۱۱ ترکیبات شیمیایی و پروفایل اسیدهای چرب کپور معمولی و کپور علفخوار، Hedayatifard و Jamali در سال ۲۰۰۸ به بررسی پروفایل اسید چرب در ماهی سوف معمولی دریای خزر و زکی پور و همکاران (۱۳۸۷) ترکیب شیمیایی عضله ماهی خواجو (*Schizothorax camdanyi*) و انجک (*Schizocypris altidorsalisl*) را بررسی نمودند.

Kandemir و Polat (۲۰۰۷) تغییرات سالیانه چربی کل و پروفایل اسید چرب را در کبد و ماهیچه قزل آلای رنگین کمان پرورش یافته در دریاچه Dam، Luczynska و همکاران در سال ۲۰۱۲ پروفایل اسیدهای چرب ماهیان آب شیرین (کپور معمولی، قزل آلای رنگین کمان ، سیم و لای‌ماهی) را در بازار Olsztyn در شمال شرق هلند، Jabeen و Chaudhry در سال ۲۰۱۱ ترکیب شیمیایی و پروفایل اسیدهای چرب ۳ گونه *Cyprinus carpio* و *Labeo rohita* و *Oreochromis mossambicus* را در رودخانه Indus پاکستان، Castro و همکاران در سال ۲۰۰۷ به بررسی اسیدهای چرب گوشت بدون پوست و با پوست ماهی کپور معمولی، Guler و همکاران در سال ۲۰۰۸ به بررسی تغییرات اسیدهای چرب کپور معمولی در طی تغییرات فصلی در دریاچه بیسهر (ترکیه) و Fajmonova و همکاران (۲۰۰۳) تأثیر جنسیت و دما بر ترکیب اسیدهای چرب فیله‌های ماهی کپور معمولی را بررسی نمودند.

لذا با توجه به این که تا کنون تحقیقی در ارتباط با پروفایل اسیدهای چرب کپور دریایی پرورش داده شده و مقایسه آن با کپور دریایی وحشی و نژاد پرورشی صورت نگرفته است، این تحقیق جهت نیل به این هدف انجام شده است.

مواد و روش‌کار

برای مقایسه ترکیبات شیمیایی (چربی، پروتئین، خاکستر و رطوبت) و پروفیل اسیدهای چرب کپور معمولی پرورشی، کپور دریایی پرورشی و کپور دریایی وحشی خزر، تعداد ۱۸ قطعه ماهی (۶ عدد کپورمعمولی پرورشی با میانگین وزن ۱۲۵۰ گرم و ۶ عدد کپور وحشی پرورشی با میانگین وزن ۱۳۰۰و ۶ عدد کپور وحشی دریای خزر با میانگین وزن ۱۳۲۰ گرم) در یک روز (۹۱/۱۰/۱۸) تهیه شدند. هر دو نوع کپور پرورشی از یک استخرهای گرمابی از توابع استان گلستان – شهرستان گنبد صید شدند. به منظور بررسی امکان پرورش کپور دریایی وحشی، با هماهنگی اداره کل شیلات استان گلستان به استخر مورد نظر در ابتدای دوره پرورش (فروردین ماه) بچه ماهیان کپور وحشی حاصل از تکثیر مصنوعی از نژاد سازان معرفی شد. هر دو نوع کپور پرورشی در استخر مورد نظر با غذای طبیعی استخر و بدون استفاده از غذای دستی پرورش داده شدند. بلافاصله بعد از صید، نمونه ها توسط یخ به نسبت (۱:۱) به آزمایشگاه منتقل شدند. ماهیان پس از فلس‌کنی و تخلیه امعا و احشا با آب شستشو شده، به فیله‌های با وزن ۱۰۰ گرم تبدیل شد و سپس توسط آب مقطر (دمای ۴ درجه سلسیوس) شستشو شده و تا شروع آزمایش‌های آنالیزی در فریزر با دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

تعیین رطوبت به روش خشک کردن در آون، در دمای ۱۰۲-۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۸-۱۶ ساعت (AOAC, 2005) انجام گرفت. همچنین سنجش چربی کل به روش سوکسله انجام شد (AOAC, 2005). بدین منظور از دستگاه Soxtec مدل SE 416 ساخت شرکت Gerhardt آلمان استفاده گردید. سنجش پروتئین به روش کلدال (AOAC, 2005) با استفاده از دستگاه kjeldtherm مدل vap 40 ساخت شرکت Gerhardt آلمان صورت پذیرفت. برای تبدیل میزان نیتروژن به دست آمده به پروتئین از ضریب تبدیل ۶/۲۵ استفاده گردید. برای سنجش خاکستر نیز از کوره با دمای ۵۵۰-۵۰۰ درجه سانتی‌گراد، تا به دست آمدن خاکستر به رنگ روشن، استفاده شد (AOAC, 2005) برای بررسی ترکیب اسید چرب، از روش Bligh و Dryer (۱۹۵۹) جهت استخراج چربی استفاده گردید. جهت متیله کردن اسیدهای چرب روغن استخراجی برای بررسی ترکیب اسیدهای چرب، از روش Metcalf و همکاران (۱۹۶۶) استفاده گردید. از دستگاه گاز کروماتوگراف (Unicam-4600) با دتکتور FID برای این منظور استفاده شد. ستون مورد استفاده از نوع (30 mm×0.25 mm, Film Tekness-0.22 µl) بوده است. برنامه دمایی آون دستگاه گاز کروماتوگراف بدین صورت بود. دمای ابتدایی آون ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد بوده که به مدت ۶ دقیقه در این دما باق ماند. سپس دمای آون با سرعت ۲۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه افزایش یافته و به مدت ۹ دقیقه دراین دما باقی ماند. در نهایت دمای آون دوباره با سرعت ۲۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه افزایش یافته و به ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد رسیده و تا پایان در این دما باقی ماند. دمای دستگاه دتکتور ۲۸۰ درجه سانتیگراد بود. گاز هلیوم به عنوان گاز حامل استفاده شد. از مقایسه زمان بازداری کروماتوگراهای نمونه مجهول با کروماتوگرام‌های به دست آمده در محلول استاندارد اسیدهای چرب متیل استر، اسیدهای چرب موجود روغن ماهی شناسایی شد. مقادیر اسیدهای چرب به صورت درصد زیر پیک از کل بیان شد. کلیه آنالیزها شیمیایی (چربی، پروتئین، خاکستر و رطوبت) و پروفیل اسیدهای چرب ماهی برای هر نمونه با ۳ تکرار انجام شد.

برای تجزیه و تحلیل آماری، از نرم‌افزار SPSS و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. نرمال بودن داده‌ها با روش کولموگروف- اسمیرنوف بررسی شد. داده‌های به‌دست آمده با استفاده از روش تحلیل واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) و انجام آزمون Post hoc دانکن در سطح ۰/۰۵ مورد تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج

نتایج آنالیز ترکیب شیمیایی بافت عضلانی کپور دریایی وحشی خزر، کپور دریایی پرورشی و کپور پرورشی در جدول ۱ نشان داده شده است. اختلاف معنی داری بین محتوای چربی، رطوبت و پروتئین بین کپور دریایی وحشی، کپور دریایی پرورشی و کپور پرورشی مشاهده نشد (p≥۰/۰۵). اما محتوای خاکستر در کپور دریایی وحشی خزر با کپور دریایی پرورشی اختلاف معنی داری در سطح $p \leq ۰/۰۵$ داشت.

جدول ۱: ترکیب شیمیایی (گرم در ۱۰۰ گرم نمونه) **بافت عضلانی کپور دریایی وحشی، کپور دریایی پرورشی و کپور پرورشی** (گرم در ۱۰۰ گرم چربی).

ترکیب شیمیایی	کپور پرورشی	کپور دریایی پرورش داده شده	کپور دریایی وحشی
رطوبت	۷۱/۳۶ ± ۷/۶۳a	۷۷/۶۸ ± ۵/۸۷a	۷۴/۶۱ ± ۴/۹۹a
چربی کل	۳/۰۹ ± ۰/۹۵a	۴/۲۷ ± ۱/۳۱۷a	۳/۲۱ ± ۱/۳۹a
پروتئین کل	۱۷/۸۶ ± ۶/۴۲a	۱۸/۶۹ ± ۳/۲۷a	۱۶/۷۹ ± ۳/۲۸a
خاکستر	۱/۶۶ ± ۰/۹۸ab	۰/۸۹ ± ۰/۲۸a	۲/۱۰ ± ۰/۷۲b

حروف لاتین مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح $p \leq ۰/۰۵$ می‌باشد.

ترکیب اسیدهای چرب در کپور دریایی وحشی، کپور دریایی پرورشی و کپور پرورشی در دو محیط طبیعی و پرورشی در جدول ۲ نشان داده شده است. همچنین مجموع اسیدهای چرب و نسبت آنها نیز در جدول مذکور قید شده است.

میزان اسیدهای چرب SFA، MUFA و PUFA در ماهی کپور پرورشی به‌ترتیب ۲۶/۳۲، ۵۶/۶۵ و ۱۵/۶۲ درصد و در کپور دریایی پرورشی به ترتیب ۲۶/۰۰، ۵۳/۰۸ و ۱۸/۵۷ بود، در حالی که در کپور دریایی وحشی، میزان اسیدهای SFA، MUFA و PUFA به ترتیب ۲۳/۰۴، ۴۲/۰۵ و ۲۴/۸۹ درصد اندازه‌گیری شد.

اسید چرب تک غیر اشباع (MUFA)، فراوان‌ترین گروه اسیدهای چرب در کپور پرورشی و نیز کپور دریایی پرورشی در استخرهای گرمابی بود. بعد از آن فراوان‌ترین اسیدهای چرب در هر دو گروه را به ترتیب گروه اسیدهای چرب اشباع (SFA) و چند غیراشباع (PUFA) تشکیل می‌داد. توزیع اسیدهای چرب در کپور پرورشی و نیز کپور دریایی پرورشی در استخرهای گرمابی از رابطه MUFA> SFA >PUFA تبعیت می‌کند (جدول ۲).

فراوان‌ترین گروه اسیدهای چرب در کپور وحشی دریای خزر متعلق به اسید چرب تک غیر اشباع (MUFA) بود و بعد از آن PUFA و SFA فراوان‌ترین اسیدهای چرب در کپور دریایی وحشی را تشکیل داد. در ماهی کپور دریایی وحشی توزیع اسیدهای چرب دارای رابطه MUFA> PUFA >SFA می‌باشد (جدول ۲).

جدول۲: پروفایل اسیدهای چرب بافت عضلانی کپور وحشی دریای خزر، کپور وحشی پرورشی و کپور پرورشی (گرم در ۱۰۰ گرم چربی).

اسید چرب	فرمول کربن	کپورپرورشی	کپور دریایی پرورش داده شده	کپور دریایی وحشی
مریستیک	C14:0	۱/۷۹۳ ± ۰/۲۷۵ a	۱/۷۸۱ ± ۰/۱۹۶ a	۲/۰۱۰ ± ۰/۲۱۱ a
پنتادکانوئیک	C15:0	۰/۴۶۴ ± ۰/۰۵۴ a	۰/۵۰۸ ± ۰/۰۴۳ a	۱/۲۶۴ ± ۰/۲۴۱ b
پالمتیک	C16:0	۱۶/۳۰۴ ± ۰/۵۳۹ a	۱۵/۹۷۳ ± ۰/۳۱۸ a	۱۴/۳۲۹ ± ۰/۹۸۴ b
استئاریک	C18:0	۴/۹۴۷ ± ۰/۴۲۸ a	۴/۹۱۵ ± ۰/۴۷۲ a	۵/۰۱۲ ± ۰/۲۴۱ a
آراشیدیک	C20:0	۲/۸۱۷ ± ۰/۳۲۹ a	۲/۸۲۸ ± ۰/۲۵۷ a	۰/۴۳۱ ± ۰/۱۴۳ b
میریستولئیک	C14:1	۰/۳۹۹ ± ۰/۰۸۰ a	۰/۴۶۳ ± ۰/۱۱۲ a	۰/۵۹۲ ± ۰/۱۳۸ a
پنتادکانوئیک	C15:1	۰/۱۷۷ ± ۰/۵۳۵ a	۰/۱۹۶ ± ۰/۰۳۹ a	۰/۵۶۸ ± ۰/۳۱۷ b
پالمیتولئیک	C16:1 ω-7	۷/۶۶۶ ± ۰/۶۰۷ a	۷/۴۴۵ ± ۰/۶۴۸ a	۹/۱۰۲ ± ۱/۴۲۱ b
هپتادکانوئیک	C17:1	۰/۷۶۷ ± ۰/۰۸۴ a	۰/۹۲۱ ± ۰/۰۸۶ a	۱/۹۰۲ ± ۰/۲۴۳ b
الایدیک	C18:1 ω-9trans	۰/۳۴۹ ± ۰/۰۴۵ a	۰/۳۸۲ ± ۰/۰۳۲ a	۰/۸۰۱ ± ۰/۱۱۲ b
اولئیک	C18:1 ω-9cis	۴۲/۱۰۹ ± ۳/۴۹۴ a	۳۹/۲۱۱ ± ۳/۳۲۳ a	۲۰/۱۵۴ ± ۳/۳۸۶ b
اکتادکانوئیک	C18:1 ω-7	۲/۹۰۴ ± ۰/۲۵۳ a	۲/۷۸۷ ± ۰/۳۴۴ a	۴/۲۰۹ ± ۰/۷۶۹ b
ایکوزانوئیک	C20:1 ω-9	۰/۹۹۰ ± ۰/۲۸۳ a	۱/۰۸۴ ± ۰/۱۴۲ a	۴/۰۲۱ ± ۰/۸۰۹ b
اروسیک	C22:1 ω-9	۰/۵۲۵ ± ۰/۰۴۳ a	۰/۵۹۶ ± ۰/۰۵۰ ab	۰/۷۰۱ ± ۰/۲۱۷ b
لینولایدیک	C18:2 ω-6 trans	۰/۱۸۱ ± ۰/۰۵۰ a	۰/۱۸۹ ± ۰/۰۵۵ a	۰/۵۹۸ ± ۰/۰۹۷ b
لینولئیک	C18:2 ω-6 cis	۴/۶۵۸ ± ۰/۳۳۸ a	۵/۱۴۴ ± ۰/۶۲۹ a	۱/۳۰۴ ± ۰/۲۹۶ b
آلفا لینولنیک	C18:3 ω-3	۰/۳۰ ± ۰/۲۶۰ a	۰/۳۰ ± ۰/۲۶۰ a	۰/۱۰۰ ± ۰/۱۴۰ b
ایکوزادنوئیک	C20:2 ω-6	۲/۲۵۶ ± ۰/۷۱۹ a	۲/۲۱۰ ± ۰/۳۰۷ a	۲/۰۱۵ ± ۰/۶۱۱ a
آراشیدونیک	C20:4 ω-6(AA)	۱/۹۸۶ ± ۰/۷۵۴ a	۲/۷۴۶ ± ۰/۶۳۳ a	۴/۳۱۹ ± ۱/۱۱۲ b
ایکوزا پنتانوئیک اسید	C20:5 ω-3(EPA)	۲/۲۹۴ ± ۰/۴۷۹ a	۳/۰۴۰ ± ۰/۷۶۹ a	۴/۲۱۹ ± ۰/۹۹۵ b
هنکوزاپنتائنویک	C21:5 ω-3	۰/۲۱۴ ± ۰/۱۴۶ a	۰/۳۳۱ ± ۰/۰۸۷ a	۰/۸۷۵ ± ۰/۱۹۸ a
دوکوزاتترائنویک	C22:4 ω-6	۰/۱۴۶ ± ۰/۰۴۹ a	۰/۲۳۲ ± ۰/۰۷۴ a	۱/۵۰۱ ± ۰/۴۷۱ b
دکوزاپنتانوئیک	C22:5 ω-3(DPA)	۱/۴۴۰ ± ۰/۴۶۷ a	۱/۷۳۸ ± ۰/۴۳۸ a	۲/۹۹۷ ± ۰/۸۱۲ b
دکوزاهگزانوئیک	C22:6 ω3(DHA)	۲/۱۴۹ ± ۰/۹۶۸ a	۲/۶۴۲ ± ۰/۸۱۰ a	۶/۹۶۹ ± ۱/۵۹۲ b
SFA	----	۲۶/۳۲۵ ± ۲/۰۳۸ a	۲۶/۰۰۵ ± ۱/۹۱۶ a	۲۳/۰۴۶ ± ۱/۲۹۹ b
MUFA	----	۵۶/۶۵۳ ± ۳/۴۱۷ a	۵۳/۰۸۵ ± ۵/۸۴۶ a	۴۲/۰۵۸ ± ۴/۱۹۳ b
PUFA	-----	۱۵/۶۲۴ ± ۳/۲۸۹ a	۱۸/۵۷۲ ± ۲/۹۷۹ a	۲۴/۸۹۷ ± ۳/۹۹۱ b
∑ω-3	-----	۶/۳۹۷ ± ۱/۳۶۹ a	۸/۳۸۲ ± ۲/۱۹۸ a	۱۵/۱۶۰ ± ۳/۲۴۱ b
∑ω-6	-----	۹/۲۲۷ ± ۲/۰۹۶ a	۱۰/۱۹۱ ± ۲/۰۹۳ a	۹/۷۳۷ ± ۱/۷۵۴ a
PUFA/SFA	-----	۰/۵۹۳ ± ۰/۱۰۹ a	۰/۷۱۴ ± ۰/۱۹۱ a	۱/۰۸۰ ± ۰/۲۱۳ b
∑ω-3/∑ω-6	-----	۰/۶۹۳ ± ۰/۱۰۲ a	۰/۸۲۲ ± ۰/۱۳۲ a	۱/۵۵۷ ± ۰/۲۱۸ b
EPA+ DHA	-----	۴/۴۴۳ ± ۱/۸۴۵ a	۵/۶۸۲ ± ۱/۵۳۲ a	۱۱/۱۸۸ ± ۱/۹۸۶ b

حروف لاتین مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح $p \leq ۰/۰۵$ می‌باشد.

SFA: (C14:0+ C15:0+ C16:0+ C18:0+ C20:0)

MUFA: (C14:1+ C15:1+ C16:1+ C17:1+ C18:1 ω-9trans + C18:1 ω-9cis + C18:1 ω-7+ C20:1 + C22:1)

PUFA: (C18:2 ω-6 trans + C18:2 ω-6 cis + C18:3 ω-3 + EPA + C21:5 ω-3+ C22:4 ω-6+ C22:5 ω-3+ DHA)

همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است، تفاوت معنی‌داری از نظر اسیدهای چرب SFA، MUFA و PUFA بین کپور پرورشی و کپور دریایی پرورشی وجود ندارد ($p \geq ۰/۰۵$)، اما از نظر اسیدهای چرب SFA، MUFA و PUFA بین کپور دریایی وحشی با کپور پرورشی و نیز کپور دریایی پرورشی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($p \leq ۰/۰۵$)، به‌طوری که میزان اسیدهای چرب SFA و MUFA در کپور دریایی وحشی نسبت به کپور پرورشی و نیز کپور دریایی پرورشی کمتر بود ($p \leq ۰/۰۵$). در حالی که میزان اسیدهای چرب PUFA در کپور وحشی دریای خزر در مقایسه با کپور پرورشی و نیز کپور دریایی پرورشی به طور معنی‌داری بالاتر بود ($p \leq ۰/۰۵$) (جدول ۲).

نتایج حاصل از ترکیب اسیدهای چرب در بافت کپور معمولی حاکی از فراوانی قابل توجه اسیدهای چرب تک غیراشباع است. همچنین بر اساس جدول ۲ کپور دریایی وحشی در مقایسه با کپور پرورشی و همچنین کپور دریایی پرورشی منبع بهتری از نظر اسیدهای چرب PUFA می‌باشد.

اولئیک اسید (C18:1 ω-9cis)، پالمتیک اسید (C16:0) و پالمیتولئیک‌اسید (C16:1 ω-7) به ترتیب سه اسید چرب غالب در بافت عضله ماهی کپور پرورشی، کپور وحشی پرورشی و نیز کپور وحشی دریای خزر بود (جدول ۲).

در کپور پرورشی و کپور دریایی پرورشی، پالمتیک‌اسید (C16:0)، استئاریک اسید (C18:0) و آراشیدیک (C20:0) به ترتیب سه اسید چرب فراوان از گروه اسیدهای چرب SFA بود (جدول ۲). اما در کپور دریایی وحشی، سه اسید چرب غالب از گروه اسیدهای چرب اشباع (SFA)، به ترتیب پالمتیک اسید (C16:0)، استئاریک اسید (C18:0) و مریستیک (C14:0) بود (جدول۲).

فراوان‌ترین اسیدهای چرب تک غیر اشباع (MUFA) در بافت عضلانی کپور پرورشی، کپور دریایی پرورشی و کپور دریایی وحشی، به ترتیب اولئیک‌اسید، پالمیتولئیک‌اسید (C16:1 ω-7) و اکتادکانوئیک‌اسید (C18:1 ω-7) بوده است (جدول ۲).

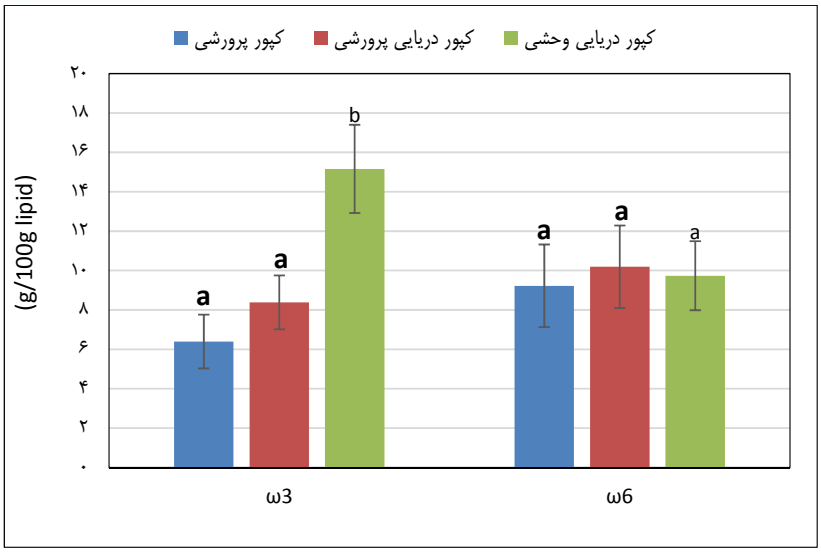
با وجود این‌که در هر ۳ نوع ماهی کپور مورد بررسی، اولئیک اسید، فراوان‌ترین اسید چرب در گروه اسید چرب تک‌غیراشباع بود، ولی میزان اولئیک اسید به طور معنی‌داری در کپور دریایی وحشی در مقایسه با دو نوع دیگر کمتر بوده است ($p \leq ۰/۰۵$) (جدول ۲). اولئیک اسید تقریباً ۷۴/۳ درصد از اسیدهای چرب تک غیر اشباع (MUFA) را در کپور پرورشی و ۷۳/۸ درصد را در کپور دریایی پرورشی شامل می‌شود، در حالی که در کپور وحشی دریای خزر، اولئیک اسید ۳۴ درصد از اسیدهای چرب تک‌غیراشباع را تشکیل می‌داد.

فراوان‌ترین اسیدهای چرب چندغیراشباع (PUFA) در ماهی کپور پرورشی به ترتیب لینولئیک اسید (C18:2 ω-6)، EPA، ایکوزادنوئیک (C20:2 ω-6) و DHA با ۴/۶۵۸، ۲/۲۹ و ۲/۲۵ و ۲/۱۴ گرم در صد گرم چربی بود (شکل ۴-۴). در ماهی کپور دریایی پرورشی فراوان‌ترین اسیدهای چرب از گروه PUFA را به‌ترتیب لینولئیک اسید (C18:2 ω-6)، EPA، آراشیدونیک اسید (C20:4 ω-6) و DHA با ۵/۱۴، ۳/۰۴، ۲/۷۴ و۲/۶۴ گرم در صد گرم چربی تشکیل می‌داد.

در ماهی کپور دریایی وحشی فراوان‌ترین اسیدهای چرب چند غیر اشباع (PUFA)، به ترتیب DHA، آراشیدونیک اسید، EPA و C22:5 ω-3 با ۶/۹۶ ، ۴/۱۳ ، ۴/۲۱ و ۲/۹۹ گرم در صد گرم چربی می‌باشد (جدول ۲).

اسیدهای چرب چندغیراشباع (PUFA) شناخته شده در مطالعه حاضر شامل دو گروه امگا-۳ و امگا-۶ بود. در کپور پرورشی میزان اسیدهای چرب ω-3 و ω-6 به ترتیب ۶/۳۹ و۸/۳۷ گرم در صد گرم چربی است و در کپور دریایی پرورشی آنها به ترتیب ۸/۳۸ و۱۰/۱۹ گرم درصد گرم چربی است. محتوای اسیدهای چرب ω-3 و ω-6 در کپور معمولی پرورشی و کپور دریایی پرورشی به لحاظ آماری معنی‌دارنبود ($p \geq ۰/۰۵$) (شکل ۱).

همچنین میزان اسیدهای چرب ω-3 و ω-6 در کپور دریایی وحشی به ترتیب ۱۵/۱۶ و۹/۷۳ گرم در صد گرم چربی بود. محتوای اسیدهای چرب ω-3 در کپور دریایی وحشی به‌طور معنی‌داری نسبت به کپور پرورشی و کپور دریایی پرورشی بالاتر بود، در حالی که اختلاف معناداری در محتوای ω-6 بین کپور معمولی پرورشی، کپور دریایی پرورشی و کپور دریایی وحشی ملاحظه نشد ($p \geq ۰/۰۵$) (شکل ۱).



شکل ۱: محتوای اسیدهای چرب ω-3 و ω-6 در کپور معمولی پرورشی، کپور دریایی پرورشی و کپور دریایی وحشی (گرم در ۱۰۰ گرم چربی).

در بین اسیدهای چرب گروه ω-3 در کپور معمولی پرورشی، کپور دریایی پرورشی فراوان‌ترین اسیدهای چرب EPA، DHA و دکوزاپنتانوئیک (DPA, C22:5) بود. در کپور دریایی وحشی به ترتیب DHA، EPA و DPA (C22:5ω-3) فراوان‌ترین اسید چرب از گروه ω-3 را تشکیل می‌داد. مقادیر تمامی اسیدهای چرب ω-3 در کپور دریایی وحشی به طور معنی‌داری نسبت به کپور معمولی پرورشی و کپور دریایی پرورشی بیشتربود (p≤۰/۰۵)(جدول۲).

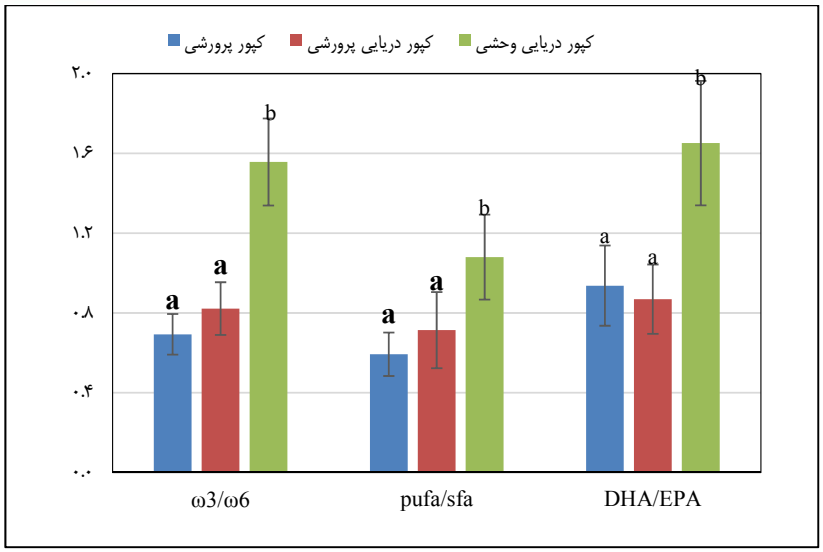
میزان EPA+DHA در تغذیه و سلامت انسان بسیار مهم است و میزان آن در ماهی کپور پرورشی ۴/۴۳ و در کپور دریایی پرورشی ۵/۶۸ بود. درحالی که در ماهی کپور دریایی وحشی میزان EPA+DHA، ۱۱/۸۸ گرم در ۱۰۰ گرم چربی بود. محتوایEPA+DHA در ماهی کپور دریایی وحشی به طور معنی داری نسبت به ماهی کپور پرورشی و کپور دریایی پرورشی بالاتر بود (p≥۰/۰۵).

در کپور دریایی وحشی فراوان‌ترین اسید چرب از گروه ω-6 آراشیدونیک اسید (C20:4 ω-6) می‌باشد. اما در کپور معمولی پرورشی و کپور دریایی پرورشی فراوان‌ترین اسید چرب از گروه ω-6، لینولئیک اسید (C18:2ω-6) بود (p ≥ ۰/۰۵).

نسبت ω-3/ω-6 یک شاخص مناسب جهت مقایسه ارزش غذایی چربی ماهی است. این نسبت در کپور معمولی پرورشی (۰/۶۹)، در کپور دریایی پرورشی (۰/۸۶) و در کپور دریایی وحشی (۱/۵۵) محاسبه شد.

نسبت ω-3/ω-6 در کپور دریایی وحشی به طور معنی‌داری نسبت به کپور معمولی پرورشی و کپور دریایی پرورشی بالاتر بود (p≤۰/۰۵)، در حالی که تفاوت آماری معنی‌داری در نسبت ω-3/ω-6 بین کپور معمولی و کپور وحشی پرورشی مشاهده نشد (p≥۰/۰۵) (شکل ۲).

نسبت PUFA/SFA شاخص کلیدی و مهم دیگری برای بررسی ارزش تغذیه‌ای ماهی است. مقدار این شاخص در کپور معمولی پرورشی ۰/۵۹، در کپور دریایی پرورشی ۰/۷۱ و در کپور دریای وحشی ۱/۰۸ بود. نسبت PUFA/SFA در کپور دریایی وحشی به طور معنی داری در مقایسه با کپور معمولی پرورشی و کپور دریایی پرورشی بالاتر بود (p≥ ۰/۰۵)، در حالی که تفاوت آماری معنی‌داری در نسبت PUFA/SFA بین کپور معمولی و کپور دریایی پرورشی مشاهده نشد (p ≥ ۰/۰۵). در مطالعه حاضر نسبت DHA/EPA در کپور معمولی پرورشی ۰/۹۳، در کپور دریایی پرورشی ۰/۸۶ و در کپور دریایی وحشی ۱/۶۵ تعیین شد. نسبت DHA/EPA در کپور دریایی وحشی به طور معنی داری در مقایسه با کپورمعمولی پرورشی و کپور دریایی پرورشی بالاتر بود، در حالی که تفاوت آماری معنی‌داری در نسبت DHA/EPAبین کپور معمولی و کپور دریایی پرورشی ملاحظه نشد (شکل ۲).



شکل ۲: نسبت ω-3/ω-6، PUFA/SFA و DHA/EPA در کپور معمولی پرورشی، کپور دریایی پرورشی و کپور دریایی وحشی.

بحث و نتیجه گیری

در سال‌های اخیر مطالعه و شناسایی اسیدهای چرب ماهیان به‌دلیل مقدار بالای اسیدهای چرب غیراشباع با ۵ تا ۶ پیوند دوگانه به طور گسترده مورد توجه قرار گرفته است (Puwastien *et al*.,1998).

همچنین مصرف ماهی و غذاهای دریایی افزایش یافته و تقاضا برای محصولات آبزی به سبب افزایش جمعیت، افزایش درآمد و همچنین ارجحیت ماهی و ابزیان نسبت به سایر مواد غذایی رو به افزایش است (Alasalvar, 2002). آبزیان منبع بسیار حیاتی برای غذای بشر به شمار می روند، به طوری که حدود ۱۶ درصد پروتئین مصرفی انسان را تشکیل می‌دهند (Delgado *et al*., 2002). ماهیان همچنین منبع مناسبی از ریز مغذی‌ها، مواد معدنی، اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه ضروری می باشند که آنها را نسبت به سایر غذاها متمایز می‌سازد (زکی پور و همکاران، ۱۳۸۸).

اختلاف معنی داری در سطح $p \leq ۰/۰۵$ بین محتوای چربی، رطوبت و پروتئین بین کپور دریایی وحشی، کپور دریایی پرورشی و کپور پرورشی مشاهده نشد. اما محتوای خاکستر در کپور دریایی وحشی با کپور دریایی پرورشی اختلاف معنی‌داری در سطح $p \leq ۰/۰۵$ داشت.

مطالعات بسیاری در سراسر دنیا در مورد ترکیب شیمیایی بدن ماهی کپور معمولی انجام شده است. از مجموع این مطالعات می توان نتیجه گرفت که میزان پروتئین گوشت این ماهی در محدوده ۱۶تا ۱۸ درصد، چربی ۳/۷ تا۴/۷ درصد، رطوبت ۷۶ تا۷۹ درصد و خاکستر ۱/۳ درصد می‌باشد (Castro *et al*., 2007; Oyelese, 2007; Geri *et al*., 2000) که با نتایج حاصل از این تحقیق هماهنگ است. البته این نکته قابل ذکر است که ترکیب شیمیایی بدن ماهی با سن، فصل، نوع جیره غذایی، دوره های تغذیه ای رابطه مستقیم دارد (رضوی شیرازی، ۱۳۸۰؛ Hedayatifard and Jamali, 2008).

در این تحقیق میزان چربی در ماهی کپور پرورشی ۳/۰۹ درصد ، در ماهی کپور دریایی پرورشی حدود۴/۲۷ درصد و در کپور دریایی وحشی ۳/۲۱ درصد بود. بر اساس طبقه بندی Panetsos (۱۹۷۸) هر سه نوع ماهی کپور مورد مطالعه در این تحقیق جزء ماهیان با چربی متوسط طبقه بندی شدند (ماهیان با چربی متوسط: ۸-۳ درصد چربی).

Yeganeh و همکاران (۲۰۱۲) محتوای چربی را در کپور دریایی ۳/۳۳ درصد گزارش کردند. در تحقیقات خود کپور دریایی را جزء ماهیان کم چرب طبقه‌بندی کردند و تغییرات چربی را بین ۵/۹۲ درصد – ۲/۰۸ درصد گزارش کردند که با نتایج حاصل از این تحقیق یکسان است. البته محتوای چربی در یک گونه ماهی بر اساس اندازه، سن، دوره تولید مثلی، شرایط محیطی مانند شوری، دما، شرایط جغرافیایی، فصل صید و ترکیب جیره، نسبت تغذیه و فاکتورهای ژنتیکی تغییر می‌کند (Afkhami *et al*., 2011; Bayir *et al*., 2006; Kinsella, 1998).

نتایج این تحقیق نشان داد که تفاوت معنی داری از نظر محتوای اسیدهای چرب SFA، MUFA و PUFA بین کپور پرورشی و کپور وحشی پرورشی که در یک محیط یکسان پرورش یافتند وجود نداشت. اما محتوای اسیدهای چرب SFA، MUFA و PUFA بین کپور وحشی دریای خزر با کپور پرورشی و کپور وحشی پرورشی که در دو محیط مختلف طبیعی (دریای خزر) و پرورشی رشد یافتند، ملاحظه شد ($p\leq ۰/۰۵$).

دلیل عدم وجود تفاوت معنی دار از نظر محتوای اسیدهای چرب SFA، MUFA و PUFA بین کپور پرورشی و کپور وحشی پرورشی را می توان به مشابهت عوامل محیطی (نظیر دما و شوری و....) و نیز تغذیه نسبت داد.

اما با توجه به اینکه در محیط پرورشی هر دو نوع کپور تنها با غذای طبیعی استخر تغذیه شده بوند و از غذای دستی و تجاری استفاده نشده بود، تفاوت در بین محتوای اسیدهای چرب SFA، MUFA و PUFA در کپور دریای وحشی با کپور پرورشی و کپور دریایی پرورشی را می‌توان به تاثیر عوامل محیطی (نظیر دما و شوری) و نوع غذای طبیعی قابل دسترس با محتوای اسیدهای چرب متفاوت برای آنها نسبت داد. Çelika و همکاران (۲۰۰۵) ترکیب شیمیایی و پروفایل اسید چرب ماهی سوف معمولی را در دو منطقه با شرایط اقلیمی متفاوت بررسی کردند. نتایج یافته های آنها نشان داد که محتوای اسید چرب (SFA، MUFA و PUFA) به ویژه ω-3 در ماهیان رشد یافته در شرایط اقلیمی متفاوت با یکدیگر متفاوت است. یافته‌های Çelik و همکاران (۲۰۰۵) همسو با نتایج حاصل از این تحقیق است.

در این تحقیق، در کپور دریایی وحشی محتوای اسید چرب چند غیر اشباع (PUFA) بیشتر از اسیدهای چرب اشباع (SFA) بود و در کپور معمولی پرورشی و کپور دریایی پرورشی که در استخرهای گرمابی رشد یافتند، محتوای اسید چرب چند غیر اشباع (PUFA) کمتر از اسیدهای چرب اشباع (SFA) بود. در مطالعات زیادی مشخص شده است که ترکیب اسیدهای چرب سلولی نسبت به تغییر دمای محیط بی نهایت حساس است (رضوی شیرازی،۱۳۸۰). ماهیانی که در دماهای پایین‌تر رشد می‌کنند، در پروفایل اسید چرب آنها سهم اسیدهای چرب چند غیر اشباع (PUFA) نسبت به ماهیانی که در دماهای بالاتر رشد یافته‌اند، بیشتر است. یکی از دلایل بالاتر بودن سهم اسیدهای چرب چند غیر اشباع (PUFA) در ماهی کپور دریایی وحشی نسبت به دو نوع ماهی کپور دیگری که در استخرهای گرمابی پرورش یافته بودند، می‌تواند به دلیل کمتر بودن میانگین دما آب دریای خزر نسبت به میانگین دما آب استخر گرمابی به جهت شرایط جغرافیایی و عمق کم آب باشد (میانگین دمای سطح آب دریای خزر در سال ۲۰۱۱ میلادی برابر ۱۶/۰۲ درجه سانتی‌گراد بوده است). با افزایش درجه حرارت میزان PUFA کاهش می‌یابد و با کاهش درجه حرارت آب میزان PUFA افزایش می‌یابد. چنین تغییری را در ترکیب اسید چرب در یک گونه در فصول مختلف می‌توان مشاهده نمود (رضوی شیرازی،۱۳۸۰). Fajmonova و همکاران (۲۰۰۳) نیز تأثیر جنسیت و دما را بر ترکیب اسیدهای چرب فیله‌های ماهی کپور معمولی بررسی نمودند. نتایج آنها نشان داد که دما سبب افزایش اسیدهای چرب اشباع (SFA) و تک‌غیراشباعی (MUFA) و کاهش اسیدهای چرب غیراشباع بلندزنجیره (PUFA) شده است.

در تحقیق حاضر پالمتیک‌اسید فراوان‌ترین اسید چرب اشباع در کپور معمولی پرورشی (۱۶/۳۰ درصد)، کپور دریایی پرورشی (۱۵/۹۷ درصد) و کپور دریایی وحشی (۱۴/۳۲ درصد) بود. مشابه نتایج حاضر Yeganeh و همکاران (۲۰۱۱) نیز پالمتیک اسید را فراوان‌ترین اسید چرب اشباع در ماهی کپور دریای خزر گزارش کردند و میزان آن را بین ۱۲/۹۹ تا ۱۶/۱۸ درصد در تمامی فصول اعلام کردند. نتایج مشابهی نیز در مورد کپور (Kolakowska et al., 2000; Guler *et al*., 2008) و دیگر گونه‌ها (Çelika *et al*., 2005; Rahnam *et al*., 1995) به‌دست آمده است.

در این تحقیق نیز فراوان‌ترین اسیدهای چرب تک غیر اشباع (MUFA) در کپور معمولی پرورشی، کپور دریایی پرورشی و کپور دریایی وحشی، اولئیک‌اسید (C18:1 ω-9cis) و پالمیتولئیک اسید (C16:1 ω-7) بود. همچنین نتایج تحقیق حاضر هماهنگ و همسو با تحقیق Kolakowskaو همکاران (۲۰۰۰)، یگانه و همکاران (۱۳۹۱) و اجاق و همکاران (۱۳۸۸) در مورد ماهی کپور و Haliloglu و همکاران (۲۰۰۴) برای دیگر گونه‌های ماهیان آب شیرین است.

با وجود این‌که در هر ۳ نوع ماهی کپور مورد بررسی، اولئیک اسید، فراوان‌ترین اسید چرب در گروه اسید چرب تک‌غیراشباع بود، ولی میزان اولئیک اسید به طور معنی‌داری در کپور دریایی وحشی در مقایسه با دو نوع دیگر بالاتر بود (p≤۰/۰۵).

اولئیک‌اسید فراوان‌ترین اسید چرب تک‌غیراشباع در ماهی است و میزان آن در ماهیان آب‌های شیرین به مراتب بیش‌تر از ماهیان دریایی است (Gutierrez and Silvia, 1993) که با نتایج این تحقیق مبنی بر فراوان‌تر بودن اولئیک اسید در کپور ماهیان پرورشی هماهنگ است. هر دو نوع ماهی کپور پرورشی در این تحقیق متعلق به آب شیرین و ماهی کپور دریایی وحشی متعلق به آب‌های لب شور (دریایی خزر) می‌باشد.

در تحقیق حاضر محتوای اسیدهای چرب ω-3 در کپور دریایی وحشی به طور معنی‌داری نسبت به کپور پرورشی و کپور دریایی پرورشی بالاتر بود. Justi و همکاران (۲۰۰۳) اعلام کردند که به‌دلیل بالاتر بودن میزان اسیدهای چرب چند غیراشباع ω-3 در پلانکتون‌های دریایی، میزان اسیدهای چرب ω-3 در گوشت ماهیان دریایی بالاتر است، در حالی‌که در ماهیان آب شیرین میزان اسیدهای چرب چندغیراشباعی ω-6 بیشتر می‌باشد. در تحقیق حاضر نیز با وجود آن‌که هر سه نوع کپور از غذای طبیعی محیط (بنتوزها، زئوپلانکتون‌ها، کرم‌ها، حشرات، نرمتنان و دتریت‌ها) تغذیه نمودند، با توجه به بالاتر بودن محتوای اسیدهای چرب ω-3 در غذاهای طبیعی دریایی، محتوای اسیدچرب در کپور وحشی دریای خزر بالاتر از کپورماهیان پرورش یافته در استخر بود.

نسبت PUFA/SFA شاخص کلیدی و مهم برای بررسی ارزش تغذیه‌ای ماهی است. حداقل میزان توصیه شده نسبت PUFA/SFA برابر ۰/۴۵ می‌باشد (HMSO, 1994). مقدار این شاخص در کپور معمولی پرورشی ۰/۵۹، در کپور دریایی پرورشی ۰/۷۱ و در کپور دریایی وحشی ۱/۰۸ بود. این نسبت برای هر سه نوع کپور (کپور معمولی پرورشی، کپور دریایی پرورشی و کپور دریایی وحشی) بیشتر از نسبت توصیه شده توسط HMSO است. نسبت PUFA/SFA در کپور دریایی وحشی به طور معنی‌داری در مقایسه با کپور معمولی پرورشی و کپور دریایی پرورشی بالاتر بود (p≤۰/۰۵). در حالی که تفاوت آماری معنی‌داری در نسبت PUFA/SFA بین کپور معمولی و کپور دریایی پرورشی مشاهده نشد (p ≥۰/۰۵).

افزایش نسبت ω-3/ω-6 در رژیم غذایی انسان با کاهش لیپیدهای پلاسما به پیشگیری از بیماریهای قلبی کمک نموده و نیز ریسک ابتلا به سرطان را کاهش می‌دهند (Kinsella *et al*, 1990). لذا مصرف ماهی و روغن ماهی که از نظر ω-3 غنی اند برای سلامت انسان بسیار ضروری است (Kandemir, 2010). همچنین نسبت ω-3/ω-6 یک شاخص مناسب برای مقایسه ارزش تغذیه‌ای روغن ماهی است (Pigott and Tucker, 1990). مقدار توصیه شده نسبت ω-3/ω-6 توسط متخصصان تغذیه بیشتر از ۱:۴ است (Valencia *et al*., 2006). نسبت ω-3/ω-6 در کپور معمولی پرورشی ۰/۶۹، در کپور دریایی پرورشی ۰/۸۶ و در کپور دریایی وحشی ۱/۵۵ محاسبه شد. این نسبت برای هر سه نوع ماهی کپور مورد بررسی بیشتر از حد توصیه شده می‌باشد. لذا نسبت فوق می‌تواند موید ارزش تغذیه‌ای بالای این ماهیان باشند. نسبت ω-3/ω-6 در کپور دریایی وحشی به طور معنی‌داری نسبت به کپور معمولی پرورشی و کپور دریایی پرورشی بالاتر بود (p≤۰/۰۵). در حالی که تفاوت آماری معنی‌داری در نسبت ω-3/ω-6 بین کپور معمولی و کپور دریایی پرورشی مشاهده نشد (p≤ ۰/۰۵). لذا به جهت بالاتر بودن این نسبت در ماهی کپور دریایی وحشی در مقایسه با دو نوع کپور پرورش یافته در استخرهای گرمابی ارجحیت بیشتری از نظر اسیدهای چرب ضروری خواهد داشت. نسبت ω-3/ω-6 در ماهیان آب شیرین در محدوده ۰/۵۵ تا ۵/۶ و در ماهیان دریایی در محدوده ۴/۷ تا ۱۴/۴ گزارش شده است (Henderson and Tocher, 1987; Hearn et al., 1987; Cengiz et al., 2010). تا کنون محدوده‌ای برای نسبت ω-3/ω-6 در ماهیان آب‌های لب شور گزارش نشده است. لذا با توجه به این‌که این نسبت در کپور معمولی

پرورشی ۰/۶۹، در کپور دریایی پرورشی ۰/۸۶ و در کپور دریایی وحشی ۱/۵۵ محاسبه شد. این نسبت برای ماهیان کپور معمولی به ویژه کپور پرورشی در مطالعه حاضر در پایین‌ترین حد خود بود.

Al-Arrayed و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند که کمترین مقدار ω-3 PUFA در ماهیان تغذیه‌کننده از بی‌مهرگان کف‌زی می‌باشد. Cirkovic و همکاران (۲۰۱۰) نسبت ω-3/ω-6 را در ماهی کپور که تنها با غذای طبیعی تغذیه شده را ۰/۵۴ محاسبه کردند. نتایج تحقیق حاضر در مورد نسبت ω-3/ω-6 در ماهی کپور پرورشی و کپور دریایی پرورشی با نتایج Cirkovic و همکاران (۲۰۱۰) کاملاً هماهنگ است. ماهی کپور پرورشی در مطالعه حاضر با غذای طبیعی استخر پرورش یافته و غذای دستی به آن داده نشده است.

در بافت عضله کپور دریایی وحشی، فراوان‌ترین اسید چرب از گروه ω-3 به ترتیب DHA و EPA بود. میزان DHA تقریباً ۱/۶۵ برابر بیشتر از EPA می‌باشد. DHA یکی از مهم‌ترین اسیدهای چرب چندغیراشباعی با پتانسیل درمانی بسیار است. DHA برای پیش‌گیری و کنترل بیماری‌های مختلف نظیر بیماری‌های قلبی، آلرژی، سرطان، پاسخ‌های ایمنی، دیابت، افزایش فشارخون و اختلالات بینایی موثر است (Youdim *et al*., 2000; Uauy and Valenzuela, 2000). DHA در عملکرد صحیح مغز و سلول‌های عصبی و به خصوص در فرآیندهای Synaptogenesis موثر است و نیز در غشای سلولی بافت بینایی و شبکیه چشم به ویژه در فرآیند Retinogenesis بسیار موثر می‌باشد (Cejas *et al*., 2004). این در حالی است که EPA مهم‌ترین اسیدچرب ضروری گروه ω-3 در تغذیه انسان است و پیش‌ساز ترکیبات شبه‌هورمونی ایکوزانوئیدها (Ecosanoids) بوده و باعث کاهش ریسک ابتلا به بیماری‌های قلبی می‌شود (Hall *et al*., 2008). نتایج این تحقیق نشان داد که کپور دریایی وحشی منبع مهمی از نظر اسیدهای چرب چند غیراشباع ω-3 به‌ویژه DHA و EPA است.

PA+DHA نقش حیاتی در توسعه و عملکرد سیستم عصبی، بینایی و تولید مثلی دارد. نتایج این تحقیق نشان داد که محتوای EPA+DHA در ماهی کپور پرورشی، کپور دریایی پرورشی و کپور دریایی وحشی به ترتیب ۴/۴۴، ۵/۶۸ و ۱۱/۸۸ درصد بود. مقدار EPA+DHA در ماهی کپور دریایی وحشی به طور معنی‌داری نسبت به ماهی کپور پرورشی و کپور دریایی پرورشی بالاتر بود ($p\leq ۰/۰۵$).

بررسی پروفایل اسید چرب ماهی کپور پرورشی، کپور دریایی پرورشی و کپور دریایی وحشی دریای خزر نشان داد که تفاوت معنی‌داری از نظر مقدار اسیدهای چرب SFA، MUFA و PUFA، ω-3، ω-6، EPA+DHA، نسبت ω-3/ω-6 و PUFA/SFA بین کپور پرورشی و کپور دریایی پرورشی وجود ندارد ($p\geq ۰/۰۵$). دلیل این امر را می‌توان به شرایط محیطی مشابه نظیر دما و شوری و نیز تغذیه یکسان از غذای طبیعی استخر نسبت داد. لذا ماهی کپور دریایی پرورش یافته در استخرهای خاکی با وجود شباهت ظاهری بسیار به کپور دریایی وحشی (پشت کشیده) از نظر پروفایل اسیدهای چرب کاملا شبیه کپور پروشی با پشتی بلند است. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که مقدار اسیدهای چرب PUFA، ω-3، EPA+DHA، نسبت ω-3/ω-6 و PUFA/SFA در کپور دریایی وحشی در مقایسه با کپور پرورشی و نیز کپور دریایی پرورشی به طور معنی‌داری بالاتر بود ($p\leq ۰/۰۵$). لذا با توجه به این‌که ماهی کپور دریایی وحشی دریای خزر و کپور دریایی پرورش یافته در استخرهای گرمابی هر دو از نژاد سازان هستند و در شکل ظاهری کاملاً شبیه یکدیگرند، ولی تفاوت در شرایط محیطی (دما و شوری) و نیز تفاوت در محتوای اسید چرب غذای طبیعی آنها باعث ایجاد تفاوت معنی‌دار در بین اسیدهای چرب آنها به جز C14:0، C14:1، C20:2 و C21:5 شد. با توجه به این‌که نسبت PUFA/SFA و ω-3/ω-6 در ماهی کپور پرورشی، کپور دریایی پرورشی و کپور دریایی وحشی از مقادیر توصیه بیشتر بود، لذا هر سه نوع ماهی مورد مطالعه از نظر منابع شیلاتی و غذایی بسیار ارزشمند است. ولی به جهت بالاتر بودن نسبت ω-3/ω-6، PUFA/SFA و EPA+DHA در کپور وحشی دریای خزر ارزش تغذیه‌ای آن به مراتب بالاتر از کپور پرورشی و کپور وحشی پرورشی می‌باشد.

منابع

اجاق، س.م.، رضایی، م. و خرمگاه، م. و.، ۱۳۸۸. بررسی ترکیبات مغذی و اسیدهای چرب عضلات کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*). فصلنامع علوم و صنایع غذایی، دوره ۶، شماره ۱، صفحات۸۳-۷۷.

رضوی شیرازی، ح.، ۱۳۸۰. تکنولوژی فرآورده‌های دریایی. انتشارات نقش مهر، ۲۹۲ ص.

زکی‌پور رحیم‌آبادی، ا.، ارشدی، ع.، زارع، پ. و حیدری، م.ر.، ۱۳۸۷. بررسی مقایسه‌ای ترکیبات شیمیایی عضله ماهی خواجو (*Shizothorax zarudnyi*) و انجک (*Shizothorax altidorsalis*) در فصل‌های مختلف در استان سیستان و بلوچستان. مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر، سال سوم، شماره سوم، صفحات ۲۰-۱۵.

ضیائیان نوربخش، ه.، ۱۳۹۱. تعیین پروفایل اسیدهای چرب و ترکیبات غذایی موجود در گوشت ماهی شوریده (Otolithes/ruber). مجله علوم غذایی و تغذیه، سال نهم، شماره چهارم، صفحات ۸۴-۷۷.

قمی، م.ر.، جدیددخانی، د. و حسن‌دوست، م.، ۱۳۹۰. مقایسه پروفیل اسید چرب و اسید آمینه و ترکیب شیمیایی لاشه در ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*). مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر، سال پنجم، شماره چهارم، صفحات ۱۶-۱.

هدایتی‌فرد، م.، معینی، س.، کیوان، ا. و یوسفیان، م.، ۱۳۸۱. شناسایی کمی و کیفی اسیدهای چرب بافت ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*). مجله علوم دریایی ایران، شماره دوم، صفحات ۷۷-۷۳.

یگانه، س.، شعبانپور، ب.، حسینی، ه.، ایمانپور، م.ر.، شعبانی، ع. و عباسی، م.، ۱۳۹۱. ارزیابی تغییرات فصلی ترکیب شیمیایی و ترکیب اسیدهای چرب فیله ماهی کپور پرورشی (*Cyprinus carpio*). مجله زیست‌شناسی ایران، جلد ۲۵، شماره ۲، صفحات ۲۹۴-۲۸۶.

Afkhami, M., Mokhlesi, A., Darvish Bastami, K., Khoshnood, R., Eshaghi, N. and Ehsanpour, M., 2011. Survey on some chemical composition and fatty acids in cultured common carp (*Cyprinus carpio*) and grass carp (*Ctenopharyngodon idella*), Noshahr, Iran. World Journal of Fish and Marine Sciences, 3(6): 533-538.

Al-Arrayed, F. H., Al Maskati and Abdullah, F. J., 1999. n3-polyunsaturated Fatty Acid Content of Some Edible Fish from Bahrain Waters. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 49: 109-11.

Alasalvar, C., 2002. Seafoods: quality, technology and nutraceutical application an overview. In Seafoods-quality, technology and nutraceutical application. ed. Cesarettin Alasalvar and Tony Taylor, New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, PP. 1-5.

Alasalvar, C., Taylor, K. D. A., Zubcov, E., Shahidi, F. and 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.

Bayir, A. H., Haliloglu, I., Sirkecioglu, A. N. and Aras, N. M., 2006. Fatty acid composition in some selected marine fish species living in Turkish waters. Journal of Science of Food and Agriculture, 86: 163-168.

Belluzi, A., Campieri, M., Brignola, C., Gionchetti, P., Miglioli, M. and Barbara, L., 1993. Polyunsaturated Fatty Acid Pattern and Oil Treatment in Inflammatory Bowel Disease. Gut, 34: 1289-1290.

Bligh E. G. and Dyer W. J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Physiology and Pharmacology, 37: 911-917.

Castro, F. A. F., Sant'Ana, H. M. P., Campos, F. M., Costa, N. M. B., Silva, M. T. C., Salaro, A. L. and Franceschini, S. C. C., 2007. Fatty acid composition of three freshwater fishes under different storage and cooking processes. Food Chemistry, 103: 1080–1090.

Cejas, J. R., Almansa, E., Je´rez, S., Bolan˜os, A., Felipe, B. and Lorenzo, A., 2004. Changes in lipid class and fatty acid composition during development in white seabream (Diplodussargus) eggs and larvae. Comparative Biochemistry and Physiology, Part B 139: 209–216.

Çelika, M., Diler, A. E. and Küçükgülmeza, A., 2005. Acomparison of the proximate compositions and fatty acid profiles of zander (*Sander lucioperca*) from twodifferent regions and climatic conditions. 92(4), 637-641.

Cengiz, E. I., Enlu, E. and Bashan. M., 2010. Fatty acid composition of total lipids in muscle tissues of nine fresh water fish from the River Tigers (Turkey). Turkish Journal of Biology, 34: 433-438.

Cirkovic, M., Trbovic, D., Milosevic, N., Dordevic, V., Jankovic, S. and Ljubojevic, D., 2010. Meat quality of two years-old tench and carp grown in extensive conditions. XIV International Symposium Feed Technology, Novi Sad, PP. 286-290.

Delgado, C., Rosegrant, M., Wada, N., Meijer, S. and Ahmad, M., 2002. Fish as food: projections to 2020 under different scenarios. Washington, DC: Markets and Structural Studies Division, International Food Policy Research Institute.

Dry, J. and Vincent, D., 1991. Effect of Fish Oil Diet on Asthma: Result of a Year Double-blind Study. International archives of allergy and applied Immunology, 95 p.

Fajmonova, E., Zelenka, J., Komprda, T., Kladroba, D. and Sarmanova, A., 2003. Effect of sex, growth intensity and heat treatment on Fattyacid composition of common carp (*Cyprinus carpio* L.) fillets. Czech Journal of Animal Science, 48(2): 85-92.

Geri, G., Poli, B. M., Gualtieri, M., Lupi, P. and Parisi, G., 2000. Body traits and chemical composition of muscle in the common carp (*Cyprinus carpio* L.) as influenced by age and rearing environment. Aquaculture, 129: 329-333.

Guler, G. O., Kiztanir, B., Aktumsek, A., Citil, O. B. and Ozparlak, H., 2008. Determination of the seasonal changes on total fatty acid composition and n-3/n-6 ratios of carp (*Cyprinus carpio*) muscle lipids in Beysehir Lake (Turkey). Food Chemistry, 108: 689–694.

Gutierrez, L. E. and Silva, R. C. M., 1993. Fatty acid composition of commercial fish from Brazil. Scientia Agricola Piracicaba, 50: 478-483.

Hajirostamloo, B. and Hajirostamloo M., 2010. The omega-3 fatty acid s content of some Iranian fresh water fish species. Word Journal of Fish and Marine Sciences, 2(4): 285-290.

Haliloglu, H. I., Bayir, A., Sirkecioglu, A. N., Aras, N. M. and Atamanalp, M., 2004. Composition of fatty acid composition in some tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) living in sea-water and fresh water. Food Chein, 86: 55-59.

Hall, W. L., Sanders, K .L. and Chowienczyk, P. J., 2008. A high-fat meal enriched with eicosapentaenoic acid reduces postprandial arterial stiffness measured by digital volume plus analysis in healthy men. Journal of Nutrition, 138: 287-291.

Hearn, T. L., Sgoutas, S. A., Hearn, J. A. and Sqoutas, D. S., 1987. Polyusatyrated fatty acid and fat in fish flesh for selecting species for health benefits. Journal of Food Science, 52: 1209-1211.

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

Henderson, R. J. and Tocher, D. R., 1987. The lipid composition and biochemistry of fresh water fish. Progress in Lipid Research, 20: 281-346.

HMSO, UK, 1994. Nutritional aspects of cardiovascular disease (report on health and social subjects, 1994. No.46) London: HMSO.

Hodge, L., Salome, C. M., Peat, J. K., Haby, M. M., Xuan, W. and Woolcock, A. J., 1996. Consumption of Oil Fish and Childhood Asthma Risk. Medical Journal of Australia, 164: 137-140.

Jabeen, F. and Chaudhry, A., 2011. Chemical compositions and fatty acid profiles of three freshwater fish species. Food Chemistry, 125: 991-996.

James, M. J. and Cleland, L. G., 1996. Dietary Polyunsaturated Fats and Inflammation. Proceedings of the nutrition Soceity of Australia, Aust., 20: 71-77.

Justi, K. C., Hayashi, C., Visentainer, V. N., DeSouza, E. and Matsushita, M., 2003. Influence of supply time on the fatty acid profiles of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed on a diet enriched with n-3 fatty acids. Food Chemistry, 80: 489-493.

Kandemir, S. and Polat, N., 2007. Seasonal Variation of Total Lipid and Total Fatty Acid in Muscle and Liver of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) Reared in Derbent Dam Lake.Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 7: 27–31.

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

Kinsella, J. E., 1988. Fish and seafoods: Nutritional implication and quality issues. Food Technology, 15: 146-150.

Kinsella, J. E., Shimp, J. L., Mai, J. and Weihrauch, J., 1997. Fatty acid content and composition of freshwater finfish. Journal of the American oil chemists' society, 54: 424-429.

Kolakowska, A., Szczygielski, M., Bienkiewicz, G. and Zienkowiz, L., 2000. Some of fish species as a source of n-3 polyunsatirated fatty acids. Acta Ichyhyologica Piscatoria, 30: 59-70.

Levine, A. S. and Labuza, T. P., 1990. Food Systems: The Relationship between Health and Food Science/Technology. Environmental health perspectives, 86: 233-238.

Lombardo, Y. B. and Chicco, A. G., 2006. Effects of dietary polyunsaturated n-3 fatty acid on dylipidemia and insulin resistance in rodents and humans. A review. Journal of Nutrition Biochemistry, 17: 1-13.

Luczynska, J., Paszczyk, B., Boregszo, Z. and Tarkawski, L., 2012. Fatty acid profile of museles of freshwater fish from Olsztyn Markets Polish Journal of Food and nutrition Sciences, 62(1): 51-55.

Marchioli, R., 2001. Efficacy of n-3 Polyunsaturated Fatty Acids after Myocardial Infarction: Results of Gissiprevenzione Trial. Lipids, 36: 119-126.

Metcalfe L. D., Schmitz, A. A. and Pelka, J. R., 1966. Rapid preparation of fatty acids esters from lipids for gas hromatographic analysis. Annals of Chemistry, 38: 524–535.

Oyelese, O.A., 2007. Quality characteristics of brined deep frozen common carp. Journal of Food Technology, 5: 36-41.

Panetsos A., 1978. Hygiene of Foods of Animal Origin.D. Gartaganis, Thessaloniki.

Piggot, G. M. and Tucker, B. W., 1990. Effects of Technology on Nutrition. Marcel Decker, Inc., Newyork, USA.

Puwastien, P., Judprasong, K., Kettwan, E., Vasanachitt, K., Nakngamanong, Y. and Bhattacharjee, L., 1999. Proximate composition of raw and cooked Thai freshwater and marine fish. Journal Food Composition and Analysis, 12: 9-16.

Rahnam, S. A., Huah, T. S., Nassan, O. and Daud, N. M., 1995. Fatty acid composition of some Malaysian freshwater fish. Food Chemistry, 54: 45-49.

Rameshkumar, G., Ravichandran, S., Chandan, K. and Ajithkumar, T. T., 2009. Comparison of fatty acid profile in the edible crabs *Scylla serrata* and *Portunus pelagicus*. Global Journal of Environmental Research, 3: 42-45.

Rose, D. P. and Connoll, J. M., 1993. Effects of Dietary Omega-3 Fatty Acid on Human Breast Cancer Growth and Metastases in Nude Mice. Journal of the national cancer Institute, 85: 1743-1747.

Tokur, B., Ozkűtűk, S., Atici, E., Ozyurt, G. and Ozyurt, C. E., 2006. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio*), during frozen storage (-18°C). Food Chemictry, 99: 335- 341.

Uauy, R. and Valenzuela, A., 2000. Marine oils: The health benefits of n-3 fatty acids. Nutrition, 16(7-8): 680-684.

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

Yeganeh, S., Shabanpour, B., Hesseini, H., Imanpour, M. R. and Shabani, A., 2012. Seasonal variation of chemical composition and fatty acid profile of fillet in wild common carp *(Cyprinus carpio)* in Caspian Sea. Journal of food Technology, 10(2): 24-31.

Youdim, K. A., Martin, A. and Joseph, J. A., 2000. Essential fatty acids and the brain: possible health implication. International Journal of developmental Neuroscience, 18(4-5): 383-399.