مقایسه ترکیبات اسیدهای چرب در بافت ماهیچه، کبد و لاشه ماهیان وحشی و پرورشی بنی (*Mesopotamichthys sharpeyi*)

- **علی درویشی**: گروه شیلات، پردیس دانشگاه علوم وفنون دریایی خرمشهر، صندوق‌پستی: ٦٦٩
- **محمد ذاکری***: گروه شیلات، دانشکده منابع‌طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، صندوق پستی: ٦٦٩
- **سیدمهدی حسینی**: گروه شیلات، دانشکده منابع‌طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، صندوق‌پستی: ٦٦٩

تاریخ دریافت: مرداد ١٣٩٤ تاریخ پذیرش: آذر ١٣٩٤

چکیده

مطالعه حاضر با هدف مقایسه ترکیب اسیدهای چرب در بافت ماهیچه، کبد و لاشه‌ماهیان جوان وحشی و پرورشی بنی (*Mesopotamichthys sharpeyi*) با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگراف انجام گردید. در تمام نمونه‌ها، بیش‌ترین مقدار اسیدهای چرب اشباع (SFA) و اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه (MUFA) به‌ترتیب مربوط به اسید پالمیتیک (C١٦:٠) و اسید اولئیک (C١٨:١n-٩) بود. نتایج نشان داد که بافت ماهیچه و کبد ماهیان بنی پرورشی، سطح اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه بیش‌تری را نسبت به ماهیان وحشی به‌خصوص در اسید دکوزاهگزانوئیک، اسید ایکوزاپنتانوئیک و اسید آراشیدونیک داشت (p<٠/٠٥). هرچند که بافت ماهیچه ماهیان وحشی دارای سطوح بالاتری از SFA بود. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که ترکیبات اسیدهای چرب بافت ماهیچه، کبد و لاشه ماهیان جوان بنی تحت تاثیر نوع محیط می‌تواند متفاوت باشند و براساس نوع جیره غذایی مورد استفاده در سیستم‌های پرورشی این گونه، می‌توانند دارای ارزش غذایی مناسب‌تری نسبت به گونه‌های وحشی باشند و به‌عنوان منبعی مناسب جهت تامین نیازهای غذایی اسیدهای چرب در تغذیه انسان محسوب گردد.

کلمات کلیدی: ترکیب اسیدهای چرب، بافت ماهیچه، کبد، *Mesopotamichthys sharpeyi*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Zakeri.mhd@gmail.com

مقدمه

افزایش رشد جمعیت و بالارفتن تقاضای مصرف‌کنندگان محصولات شیلاتی، باعث افزایش تقاضای روزافزون و مداوم برای عرضه ماهی و آبزی‌پروری گردیده است (Nasopoulou و Zabetakis، ۲۰۱۲). با توجه به گزارش‌های سازمان غذا و کشاورزی، جوامع انسانی در آینده بیش‌تر از منابع دریایی جهت تغذیه استفاده خواهند کرد. در سال ۲۰۳۰ میلادی تقاضای بازارهای جهانی برای فرآورده‌های شیلاتی ۱۵۰ تا ۱۶۰ میلیون تن بیش از عرضه آن‌ها و سرانه مصرف آبزیان ۱۹ تا ۲۰ کیلوگرم برآورد شده است (FAO، ۲۰۱۴). میزان سرانه مصرف انواع آبزیان در ایران ۸/۵ کیلوگرم در سال ۱۳۹۲ گزارش شده است (سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۳) و افزایش آن، بدون تحقیق و بررسی ارزش غذایی آبزیان برای مصرف‌کنندگان و استفاده از ابزار مدیریتی امکان‌پذیر نخواهد بود. مهم‌ترین خصوصیات آبزیان از لحاظ ارزش تغذیه‌ای، علاوه بر دارا بودن مقدار قابل توجهی پروتئین، حضور فراوان اسیدهای‌چرب غیراشباع در چربی موجود در بافت آن‌ها است (هدایتی‌فرد، ۱۳۸۰). ترکیب چربی بدن ماهی در تمام دوره زندگی، تابعی از محتوای اسیدهای چرب موجود در جیره غذای مصرفی است (Sargent و همکاران، ۲۰۰۲). هم‌چنین ترکیب اسیدهای چرب در ماهی تحت تأثیر عواملی چون شرایط اقلیمی، تغذیه، سن، رسیدگی جنسی، نوع و جنسیت گونه قرار دارد (Kinsella، ۱۹۸۸).

امروزه مصرف آبزیان از اهمیت بسیار بالایی جهت تضمین سلامت انسان به سبب داشتن اسیدهای چرب مفید، برخوردار است. محتوای چربی در ماهیان به‌دلیل مقدار بالای اسیدهای چرب غیراشباع ضروری مورد توجه خاص قرار گرفته است (Puwastien و همکاران، ۱۹۹۹). بدن انسان توانایی ساخت اسیدهای چرب چند غیراشباع (Poly Unsaturated Fatty Acids،PUFA) به‌خصوص اسیدهای چرب غیر اشباع سری۳-n را ندارد و بنابراین باید در جیره غذایی انسان این نوع اسیدهای چرب تأمین شوند (De Castro و همکاران، ۲۰۰۷). گوشت ماهی در مقایسه با گوشت گاو و مرغ اصلی‌ترین منبع اسیدهای چرب غیراشباع سری ۳-n برای انسان به‌شمار می‌رود (Cander، ۲۰۰۴) و از آن به‌عنوان یکی از منابع گوشت سفید جهت کاهش کلسترول، تری‌گلیسیرید و فشارخون در مطالعات مختلف نام برده شده است (FAO، ۲۰۱۴). تری‌گلیسیرید موجود در گوشت ماهی به‌دلیل داشتن اسیدچرب غیراشباع سری ۳-n سبب کاهش قدرت به‌هم پیوستگی پلاکتی، اتساع عروقی و کاهش فشارخون می‌گردد (Martino و همکاران، ۲۰۰۲) که در جلوگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی موثر است (Sanderson و همکاران، ۲۰۰۲).

مهم‌ترین اسیدهای چرب غیراشباع با زنجیره بلند (Highly unsaturated fatty acids, HUFA) شامل اسید آراشیدونیک (AA)، اسید آیکوزاپنتانوئیک (EPA) و اسید دوکوزاهگزانوئیک (DHA)، به‌عنوان ترکیبات مهم ساختاری جهت فرایندهای فیزیولوژیکی بدن محسوب می‌شوند (Abedian-kenari و همکاران، ۲۰۰۹). در ماهیان آب‌های گرم و شیرین از جمله کپورماهیان به‌دلیل عدم توانایی مطلوب در استفاده از اسید لینولنیک (LNA)، وجود اسیدهای‌چرب غیراشباع سری ۳-n در غذا ضرورت بیش‌تری داشته و به‌همین دلیل این گروه به‌عنوان اسید چرب ضروری (EFA) در کپورماهیان شناخته می‌شوند (Ackmam و همکاران، ۱۹۹۵). بنابراین باید این اسیدهای چرب از طریق جیره غذایی طبیعی یا فرموله شده، تأمین شوند (Blanchard و همکاران، ۲۰۰۸). اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه جزء ترکیبات فسفولیپیدی غشای سلولی می‌باشند، در تنظیم و کنترل فرآیندهای فیزیولوژیک و نیز اعمال سلولی نقش داشته و تشکیل‌دهنده بافت عصبی هستند (Sargent و همکاران، ۱۹۹۹). اسیدهای‌چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه (MUFA) نیز در مرحله اندام‌زایی، تکامل مغز، رشد و متابولیسم پایه (تنفس، شنا و دفع مواد زائد) نقش داشته و منبع مهم تأمین انرژی در ماهیان محسوب می‌شوند (Takeushi و Watanabe، ۱۹۸۲). EPA و DHA، اسیدهای چرب غیراشباع سری ۳-n، باعث کاهش کلسترول خون شده و از تشکیل لخته‌های خون در رگ‌ها جلوگیری نموده و به‌عنوان عوامل اصلی در گوشت ماهی در کاهش فشارخون و جلوگیری از سکته‌های قلبی و مغزی شناخته شده‌اند (Mukhopadhya و همکاران، ۲۰۰۷). هم‌چنین DHA برای عملکرد صحیح رشد شبکیه چشم و مغز بسیار ضروری است. این مسئله در مراحل جوانی و قبل از بلوغ از اهمیت بیش‌تری برخوردار است (Montano و همکاران، ۲۰۰۱).

ماهی بنی (*M. sharpeyi*) از خانواده کپورماهیان است که از گونه‌های بومی استان خوزستان در منطقه هورالعظیم و شادگان می‌باشد (نیک‌پی، ۱۳۷۲). با توجه به ارزش اقتصادی مناسب و مصرف ماهی در جنوب‌غربی کشور و هم‌چنین کشورهای همسایه جنوبی، بررسی ترکیبات اسیدهای چرب بدن این ماهی حائز اهمیت می‌باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که مصرف‌کنندگان، ماهی وحشی را به‌دلیل طعم خوب و بافت

مناسب بر ماهی پرورشی ترجیح می‌دهند، اما طی سال‌های اخیر میزان صید این‌گونه، کاهش و بخش پرورشی آن، رشد داشته است. براساس گزارش سالیانه سازمان شیلات ایران (۱۳۹۳) میزان تولید و پرورش ماهیان گرمابی از ۶۱۰۸۴ تن در سال ۱۳۸۲ به ۱۶۷۸۸۳ تن در سال ۱۳۹۲ افزایش یافته است که از این مقدار سهم استان خوزستان ۴۵۶۸۲ تن است. بنابراین تحقیق حاضر جهت بررسی و شناخت ارزش غذایی ماهی بنی (*M. sharpeyi*) و مقایسه میان ترکیبات اسیدهای چرب بافت ماهیچه، کبد و لاشه در دو گروه وحشی و پرورشی طراحی شده است.

مواد و روش‌ها

تهیه نمونه‌های آزمایش: تعداد ۲۵ عدد ماهی بنی وحشی با متوسط وزن و طول ۶۱۰-۵۸۰ گرم و ۳۶-۳۳ سانتی‌متر از رودخانه کارون در ملاثانی در فصل پائیز (دما: ۲۲ درجه سانتی‌گراد، شوری ۳۹ قسمت در هزار و pH: ۷/۹) صید شدند. هم‌چنین ۲۵ عدد ماهی بنی پرورشی در همان فصل و از مجتمع آبزی‌پروری شهید احمدیان اهواز با (دمای آب ۲۰ درجه سانتی‌گراد، شوری ۴۱ قسمت در هزار و pH: ۸) با متوسط وزن و طول ۶۵۰-۶۱۰ گرم و ۳۷-۳۵ سانتی‌متر صید شدند. ماهیان پرورشی از استخرهای پرورشی با شرایط محیطی، جیره‌غذایی و تکنیک غذادهی یکسان برداشت شدند. جیره‌غذایی تجاری مورد استفاده جهت تغذیه ماهیان پرورشی در اندازه ۳ میلی‌متر و شامل ۳۸/۲۷±۰/۳۶ درصد پروتئین، ۱۶/۵۴±۰/۲۳ درصد چربی، ۷/۳۹±۰/۳۹ درصد رطوبت، ۶/۲۳±۰/۱۹ درصد خاکستر، ۳۱/۵۷±۰/۲ درصد کربوهیدرات بود. هم‌چنین ترکیب مجموع اسیدهای چرب غیراشباع (∑SFA) ۳۲ درصد، مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه (∑MUFA) ۶۱ درصد و مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (∑PUFA) ۷ درصد وزن کل اسیدهای چرب جیره غذایی است. ماهیان پس از صید در جعبه‌های حاوی یخ قرارگرفته و بلافاصله به آزمایشگاه جهت نمونه‌برداری و تشریح منتقل شدند.

تعیین محتوای چربی‌خام و آنالیز ترکیب اسیدهای چرب: محتوای چربی بافت‌های ماهیان بنی وحشی و پرورشی به روش وزن‌سنجی تعیین شد. جهت استخراج چربی از روش Folch و همکاران (۱۹۵۷) استفاده گردید. یک گرم نمونه همراه با ۵ میلی‌لیتر متانول را به بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری انتقال و به‌شدت تکان داده‌شد. سپس ۱۰ میلی‌لیتر کلروفرم به نمونه اضافه گردید. نمونه به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق قرار داده شد تا چربی بافت کاملاً خارج گردید. سپس نمونه‌ها به‌داخل دکانتور منتقل و ۵ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه گردید. بعد از حدود یک ساعت، ۳ فاز مجزا در داخل دکانتور تشکیل شد، فاز چربی و حلال که در قسمت زیرین دکانتور قرار گرفته بود به‌وسیله قیف و کاغذ صافی به درون ظروف COD منتقل شده و به‌وسیله نیتروژن مایع، حلال خشک شده و در نهایت چربی باقی ماند. در نهایت میزان چربی خام به روش سوکسله (Soxtec ۲۰۵۰-سوئد) تعیین گردید.

به منظور استری کردن چربی از روش پیشنهادی Metcalfe و Schmits (۱۹۶۶) استفاده شد. ۵ میلی‌لیتر سود متانولی ۲ درصد (۲ گرم NaoH در ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول) به چربی استخراج شده اضافه شد و سپس ۱ میلی‌لیتر استاندارد (C۱۵:۰) با غلظت ۱۰۰۰۰ قسمت در میلیون به نمونه اضافه گردید. سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت. پس از خنک شدن محلول، ۲/۲ میلی‌لیتر محلول BF_3 (تری بور فلوراید) به ترکیب فوق اضافه شد و به‌مدت ۳ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت. بعد از خنک شدن به مواد حاصل ۱ میلی‌لیتر هگزان نرمال اضافه و پس از تکان دادن مواد به آن ۱ میلی‌لیتر نمک اشباع (۳۰۰ گرم NaCl در یک لیتر آب مقطر) اضافه گردید. بعد از پدیدار شدن دو فاز جداگانه، فاز بالایی به دقت جدا گردید. برای بررسی و شناسایی اسیدهای چرب از دستگاه گاز کروماتوگراف (GC) مجهز به ستون کاپیلاری و آشکارساز نوع FID استفاده گردید. دمای آشکارساز و محل تزریق به‌ترتیب روی ۲۶۰ و ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. ۱ میکرولیتر از نمونه استری با استفاده از سرنگ میکرولیتری به دستگاه گاز کروماتوگراف تزریق شد. دمای اولیه ستون روی ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید و با سرعت ۲ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد رسانده شد. در این روش از گاز ازت با خلوص ۹۹/۹۹ درصد به‌عنوان گاز حامل و هوای خشک استفاده گردید. زمان اجرای عملیات دستگاه برای هر نمونه ۸۵ دقیقه بود. ترکیب پروفیل اسیدهای چرب نمونه‌ها با مقایسه با پیک استاندارد و جهت محاسبه سطح زیر پیک از نرم‌افزار (Version۶/۴۱) Varian star chromatography software استفاده شد و نتایج به‌صورت درصد گزارش گردید.

پردازش آماری: تجزیه و تحلیل داده‌ها در نتایج به‌صورت میانگین±خطای استاندارد (Mean±SD) بیان شده است. بررسی اختلاف بین ترکیبات اسیدهای چرب بافت ماهیان پرورشی و

وحشی با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۱۷ و آزمون Independent sample T-test انجام گردید. اختلاف در سطح اطمینان بالای ۹۵ درصد پذیرفته شد.

نتایج

ترکیب اسیدهای چرب بافت ماهیچه: براساس داده‌های ارائه شده در جدول ۱، بین اسیدهای چرب اشباع، اسید لوریک (C۱۲:۰)، اسیدمیریستیک (C۱۴:۰) و اسیدپالمیتیک (C۱۶:۰) بین دو گروه وحشی و پرورشی در بافت ماهیچه اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید (p<۰/۰۵). هم‌چنین در مجموع اسیدهای چرب اشباع اختلاف معنی‌داری بین دو گروه وحشی و پرورشی مشاهده شد (p<۰/۰۵)، بیش‌ترین مجموع اسیدهای چرب اشباع در بافت ماهیچه وحشی در مقایسه با بافت ماهیچه پرورشی ماهیان جوان بنی گزارش گردید. هرچند در سایر اسیدهای چرب اشباع در بافت ماهیچه وحشی و پرورشی اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید (p>۰/۰۵). در ماهیچه ماهیان وحشی و پرورشی، اختلاف معنی‌داری در اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه اسید پالمینولیبک (C۱۶:۱n-۷)، اسید اولئیک (C۱۸:۱n-۹)، اسید ایکوزئوئیک (C۲۰:۱n-۹)، اسید لیکنوسریک (C۲۴:۱n-۹) و مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه مشاهده گردید (p<۰/۰۵). بیش‌ترین مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه در بافت ماهیچه ماهیان بنی جوان پرورشی مشاهده شد. هر چند که در دیگر اسیدهای چرب اشباع با یک پیوند دوگانه در دو گروه تفاوت معنی‌دار ملاحظه نگردید (p>۰/۰۵). در اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه در بافت ماهیچه وحشی و پرورشی در اسیدهای چرب اسید لینولئیک (C۱۸:۲n-۶) و اسید دوزانوئیک (C۲۰:۲n-۶) تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (p>۰/۰۵). میزان اسیدلینولنیک (C۱۸:۳n-۳)،اسیدآراشیدونیک (C۲۰:۴n-۶)، اسید ایکوزاپنتانوئیک (C۲۰:۵n-۳)، اسید دوکوکازوپنتوئیک (C۲۲:۵n-۳) و اسید دوکوزاهگزانوئیک (C۲۲:۶n-۳) و مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه در بافت ماهیچه ماهیان بنی پرورشی به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از وحشی بود. هم‌چنین نسبت اسیدهای چرب غیراشباع سری n-۶ به اسیدهای چرب غیراشباع سری n-۳ و AA به EPA و DHA به EPA در بافت ماهیچه ماهیان بنی وحشی و پرورشی اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (p<۰/۰۵).

جدول ۱: ترکیب اسیدهای چرب (براساس درصد وزن کل اسیدهای چرب) و محتوای چربی خام (براساس وزن خشک) بافت ماهیچه ماهیان جوان بنی (n=۲۵)

اسید چرب	وحشی	پرورشی	F
C۱۲:۰	۰/۱۰±۰/۰۱	۰/۱۴±۰/۰۱	*
C۱۴:۰	۳/۶۱±۰/۱۷	۳/۲۲±۰/۱۵	*
C۱۵:۰	۰/۱۶±۰/۰۲	۰/۱۵±۰/۰۱	ns
C۱۶:۰	۲۶/۳۵±۹۵/۰	۲۳/۰۸±۰/۰۹	*
C۱۷:۰	۰/۱۱±۰/۰۱	۰/۰۸±۰/۰۱	ns
C۱۸:۰	۲/۹۳±۰/۱۵	۲/۸۸±۰/۱۱	ns
C۲۱:۰	۰/۳۴±۰/۰۲	۰/۳۶±۰/۰۲	ns
∑SFA	۳۳/۶۳±۱/۴۰	۲۹/۹۴±۱/۴۱	*
C۱۴:۱n-۵	۰/۳۱±۰/۰۶	۰/۲۴±۰/۰۴	ns
C۱۵:۱	۰/۱۵±۰/۴۵	۰/۱۲±۰/۴۳	ns
C۱۶:۱n-۷	۱۸/۳۷±۰/۱۲	۱۷/۲۱±۰/۰۶	*
C۱۷:۱n-۷	۰/۱۶±۰/۰۱	۰/۱۴±۰/۰۱	ns
C۱۸:۱n-۹	۳۷/۰۶±۰/۹۵	۳۹/۴۶±۰/۹۹	*
C۲۰:۱n-۹	۰/۶۲±۰/۰۳	۰/۷۰±۰/۰۴	*
C۲۴:۱n-۹	۰/۴۰±۰/۰۳	۰/۴۹±۰/۰۳	*
∑MUFA	۵۷/۰۹±۱/۳۰	۵۸/۳۸±۱/۳۷	*
C۱۸:۲n-۶ (LA)	۶/۲۷±۰/۲۵	۶/۱۰±۰/۳۵	ns
C۱۸:۳n-۳ (LNA)	۰/۴۵±۰/۰۱	۰/۷۳±۰/۰۳	*
C۲۰:۲n-۶	۰/۶۲±۰/۰۲	۰/۶۳±۰/۰۳	ns
C۲۰:۴n-۶ (AA)	۰/۹۷±۰/۰۱	۱/۳۳±۰/۰۸	*
C۲۰:۵n-۳ (EPA)	۰/۰۶±۰/۰۰	۰/۱۶±۰/۰۰	*
C۲۲:۵n-۳	۰/۰۸±۰/۰۲	۰/۲۰±۰/۰۲	*
C۲۲:۶n-۳ (DHA)	۰/۳۱±۰/۰۰	۰/۶۸±۰/۰۰	*
∑PUFA	۸/۷۷±۰/۵۰	۹/۸۴±۰/۵۰	*
∑n-۶	۷/۸۶±۰/۱۱	۸/۰۷±۰/۱۱	ns
∑n-۳	۰/۹۰±۰/۰۱	۱/۷۷±۰/۰۴	*
n-۶/n-۳	۸/۷۳	۴/۵۵	*
AA/EPA	۱۶/۱۷	۸/۳۱	*
DHA/EPA	۵/۱۶	۴/۲۵	*
چربی (درصد)	۲۲/۸۶±۰/۲۱	۲۵/۰۳±۰/۳۵	*

∑SFA، مجموع اسیدهای چرب غیراشباع؛ ∑MUFA، مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه؛ ∑PUFA، مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه. *= p<۰/۰۵، ns= p>۰/۰۵.

ترکیب اسیدهای چرب بافت کبد: ترکیب اسیدهای چرب (براساس درصد وزن کل اسیدهای چرب) بافت کبد ماهیان جوان بنی در جدول ۲ گزارش گردیده است. بر این اساس بین ترکیب اسیدهای چرب اشباع در بافت کبد بیش‌ترین اسید چرب در دو گروه وحشی و پرورشی اسید پالمیتیک (C۱۶:۰) می‌باشد و تنها میزان اسید هئایکوزائوبیک (C۲۱:۰) در بافت کبد وحشی بیش‌تر از پرورشی بوده و بین آن‌ها اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید (p<۰/۰۵). در دیگر اسیدهای چرب اشباع بافت کبد وحشی و پرورشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (p>۰/۰۵). ترکیب اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه در بافت کبد فقط در اسید چرب غیراشباع لیکنوسریک (C۲۴:۱n-۹) بین دو گروه اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (p<۰/۰۵) و در دیگر اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه بافت کبد وحشی و پرورشی تفاوت معنی‌دار مشاهده نگردید (p>۰/۰۵). هم‌چنین با این‌که مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه در بافت کبد ماهیان بنی جوان پرورشی بیش‌تر از مجموع آن در گروه وحشی بوده ولی بین آن‌ها اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (p>۰/۰۵). اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه در بافت کبد وحشی و پرورشی میزان اسیدهای اسید آراشیدونیک (C۲۰:۴n-۶)، اسید ایکوزاپنتانوئیک (C۲۰:۵n-۳)، اسید دوکوکازوپنتوئیک (C۲۲:۵n-۳) و اسید دوکوزاهگزانوئیک (C۲۲:۶n-۳) در بافت کبد ماهیان جوان بنی پرورشی بیش‌تر از وحشی گزارش گردیده و بین این اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه در دو گروه تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید (p<۰/۰۵). هرچند در دیگر اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه بافت کبد وحشی و پرورشی تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (p>۰/۰۵). بیش‌ترین مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه سری n-۳ در بافت کبد پرورشی در مقایسه با بافت کبد ماهیان وحشی جوان بنی مشاهده گردید. هرچند که در مجموع PUFA برای دو گروه تفاوت معنی‌داری ملاحظه نگردید (p>۰/۰۵). میزان اسیدهای چرب غیراشباع سری n-۶ نسبت به اسیدهای چرب غیراشباع سری n-۳ و AA نسبت به EPA و DHA نسبت به EPA در بافت کبد وحشی و پرورشی اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید (p<۰/۰۵).

ترکیب اسیدهای چرب بافت لاشه: در جدول ۳ ترکیب اسیدهای چرب لاشه ماهیان جوان بنی آورده شده است. بر این اساس بین ترکیب اسیدهای چرب اشباع در لاشه ماهیان بنی وحشی و پرورشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (p>۰/۰۵).

جدول ۲: ترکیب اسیدهای چرب (براساس درصد وزن کل اسیدهای چرب) و محتوای چربی خام (براساس وزن خشک) بافت کبد ماهیان جوان بنی (n=۲۵)

اسید چرب	وحشی	پرورشی	F
C۱۲:۰	۰/۰۷±۰/۰۱	۰/۰۸±۰/۰۱	ns
C۱۴:۰	۳/۴۱±۰/۵۰	۴/۲±۰/۵۰	ns
C۱۵:۰	۰/۰۹±۰/۰۰	۰/۰۸±۰/۰۰	ns
C۱۶:۰	۲۴/۸±۰/۸۰	۲۴/۸۷±۰/۸۰	ns
C۱۷:۰	۰/۰۹±۰/۰۱	۰/۰۸±۰/۰۱	ns
C۱۸:۰	۳/۲۴±۰/۵۱	۳/۸۹±۰/۵۱	ns
C۲۱:۰	۱/۵۴±۰/۰۷	۰/۳۱±۰/۰۷	*
∑SFA	۳۳/۲۶±۱/۸۰	۳۳/۷۰±۱/۸۰	ns
C۱۴:۱n-۵	۰/۲۲±۰/۰۶	۰/۲۵±۰/۰۶	ns
C۱۵:۱	۰/۱۳±۰/۰۱	۰/۰۹±۰/۰۱	ns
C۱۶:۱n-۷	۱۹/۲±۰/۷۵	۱۸/۰۸±۰/۷۵	ns
C۱۷:۱n-۷	۰/۱۲±۰/۰۱	۰/۱۴±۰/۰۱	ns
C۱۸:۱n-۹	۳۹/۶۵±۰/۹۸	۳۹/۸۰±۰/۹۸	ns
C۲۰:۱n-۹	۱/۰۶±۰/۰۳	۱/۰۸±۰/۰۳	ns
C۲۴:۱n-۹	۰/۴۲±۰/۰۵	۰/۸۵±۰/۰۴	*
∑MUFA	۶۰/۸۰±۱/۹۰	۶۰/۲۹±۱/۸۵	ns
C۱۸:۲n-۶ (LA)	۳/۶۰±۰/۶۲	۲/۹۰±۰/۵۷	ns
C۱۸:۳n-۳ (LNA)	۰/۲۴±۰/۰۴	۰/۲۰±۰/۰۵	ns
C۲۰:۲n-۶	۰/۶۵±۰/۰۸	۰/۸۱±۰/۰۵	ns
C۲۰:۴n-۶ (AA)	۰/۷۴±۰/۰۵	۱/۴۳±۰/۰۲	*
C۲۰:۵n-۳ (EPA)	۰/۰۳±۰/۰۰	۰/۰۷±۰/۰۰	*
C۲۲:۵n-۳	۰/۰۵±۰/۰۱	۰/۰۸±۰/۰۰	*
C۲۲:۶n-۳ (DHA)	۰/۲۳±۰/۰۵	۰/۶۷±۰/۰۵	*
∑PUFA	۵/۵۴±۰/۷۵	۶/۱۶±۰/۷۰	ns
∑n-۶	۴/۹۹±۱/۰۸	۵/۱۴±۱/۰۳	ns
∑n-۳	۰/۵۵±۰/۰۸	۱/۰۲±۰/۰۸	*
n-۶/n-۳	۹/۰۷	۵/۰۴	*
AA/EPA	۲۴/۶۶	۲۰/۴۲	*
DHA/EPA	۷/۶۶	۹/۲۸	*
چربی (درصد)	۲۵/۰۶±۰/۳۳	۲۷/۴۲±۰/۵۱	*

∑SFA، مجموع اسیدهای چرب غیراشباع؛ ∑MUFA، مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه؛ ∑PUFA، مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه. *= p<۰/۰۵، ns= p>۰/۰۵.

بیش‌ترین اسید چرب اشباع در دو گروه اسید پالمیتیک (C۱۶:۰) و کم‌ترین اسیدچرب اسید لوریک (C۱۲:۰) گزارش گردید. در لاشه ماهیان جوان بنی وحشی و پرورشی تنها در اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه اسید ایکوزئوییک (C۲۰:۱n-۹) بین دو گروه وحشی و پرورشی اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید (p<۰/۰۵) و در دیگر اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه و مجموع آن‌ها در لاشه دو گروه وحشی و پرورشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (p>۰/۰۵). در اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه در لاشه ماهیان جوان وحشی و پرورشی در اسید دوزائوئیک (C۲۰:۲n-۶)، اسید آراشیدونیک (C۲۰:۴n-۶)، اسید ایکوزاپنتانوئیک (C۲۰:۵n-۳) و اسید دوکوکازوپنتوئیک (C۲۲:۵n-۳) اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید و در دیگر اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه لاشه وحشی و پرورشی تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (p>۰/۰۵). هم‌چنین در مجموع اسیدهای غیراشباع با چند پیوند دوگانه به‌طور معنی‌داری در لاشه ماهیان وحشی بیش‌تر از پرورشی بود (p<۰/۰۵). میزان اسیدهای چرب غیراشباع سری n-۶ نسبت به اسیدهای چرب غیراشباع سری n-۳ و AA نسبت به EPA و DHA نسبت به EPA در لاشه وحشی و پرورشی اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید (p<۰/۰۵).

جدول ۳: ترکیب اسیدهای چرب (براساس درصد وزن کل اسیدهای چرب) و محتوای چربی خام (براساس وزن خشک بافت لاشه ماهیان جوان بنی (n=۲۵)

اسید چرب	وحشی	پرورشی	F
C۱۲:۰	۰/۰۶±۰/۰۱	۰/۰۸±۰/۰۱	ns
C۱۴:۰	۳/۷۷±۰/۴۰	۴/۴۵±۰/۴۰	ns
C۱۵:۰	۰/۱۶±۰/۰۵	۰/۱۶±۰/۰۵	ns
C۱۶:۰	۲۴/۷۷±۰/۸۰	۲۵/۸۸±۰/۷۰	ns
C۱۷:۰	۰/۱۰±۰/۰۱	۰/۱۳±۰/۰۵	ns
C۱۸:۰	۳/۰۰±۰/۴۰	۲/۶۰±۰/۳۵	ns
C۲۱:۰	۰/۳۷±۰/۰۲	۰/۳۴±۰/۰۲	ns
∑SFA	۳۲/۲۳±۱/۱۴	۳۳/۶۴±۱/۴۱	ns
C۱۴:۱n-۵	۰/۳۰±۰/۰۵	۰/۴۰±۰/۰۶	ns
C۱۵:۱	۰/۱۵±۰/۰۴	۰/۱۳±۰/۰۵	ns
C۱۶:۱n-۷	۱۵/۷±۰/۴۵	۱۹/۳±۰/۵۰	*
C۱۷:۱n-۷	۰/۱۵±۰/۰۵	۰/۲۰±۰/۰۷	ns
C۱۸:۱n-۹	۳۸/۴۰±۰/۹۸	۳۶/۵۰±۱/۰۰	ns
C۲۰:۱n-۹	۰/۷۲±۰/۰۱	۰/۵۷±۰/۰۵	*
C۲۴:۱n-۹	۰/۴۹±۰/۱۰	۰/۳۰±۰/۱۰	ns
∑MUFA	۵۵/۹۱±۱/۴۴	۵۷/۴۰±۱/۴۴	ns
(LA) C۱۸:۲n-۶	۶/۴۶±۰/۵۰	۶/۴۰±۰/۵۰	ns
(LNA) C۱۸:۳n-۳	۰/۵۳±۰/۰۶	۰/۵۵±۰/۰۵	ns
C۲۰:۲n-۶	۰/۷۸±۰/۰۹	۰/۴۴±۰/۰۸	*
(AA) C۲۰:۴n-۶	۱/۹۰±۰/۰۲	۰/۸۰±۰/۰۳	*
(EPA) C۲۰:۵n-۳	۰/۸۰±۰/۰۱	۰/۱۱±۰/۰۱	*
C۲۲:۵n-۳	۰/۳۵±۰/۰۴	۰/۱۳±۰/۰۵	*
(DHA) C۲۲:۶n-۳	۰/۳۲±۰/۰۵	۰/۳۷±۰/۰۵	ns
∑PUFA	۱۱/۱۴±۰/۸۰	۸/۸۰±۰/۷۰	*
∑n-۶	۹/۱۴±۰/۹۵	۷/۶۴±۰/۹۵	ns
∑n-۳	۲/۰۰±۰/۱۷	۱/۱۶±۰/۱۷	*
n-۶/n-۳	۴/۵۷	۶/۵۴	*
AA/EPA	۲/۳۷	۷/۲۷	*
DHA/EPA	۰/۴۰	۳/۳	*
چربی (درصد)	۲۳/۳۹±۰/۴۱	۲۵/۹۸±۰/۱۱	*

∑SFA، مجموع اسیدهای چرب غیراشباع؛ ∑MUFA، مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه؛ ∑PUFA، مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه. *= p<۰/۰۵، ns= p>۰/۰۵.

بحث

تعداد اسیدهای چرب شناسایی‌شده (براساس درصد وزن کل اسیدهای چرب) در ماهیان بنی (*M. sharpeyi*) وحشی و پرورشی در بافت های مورد ارزیابی، ۲۱ نوع می‌باشد، که هفت اسیدچرب متعلق به گروه اسیدهای چرب اشباع (SFA)، هفت اسیدچرب متعلق به گروه اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه (MUFA) و هفت اسیدچرب متعلق به گروه اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (PUFA) است. در محتوای چربی ماهیان جوان بنی وحشی و پرورشی، اسیدهای چرب با یک پیوند دوگانه در بافت ماهیچه، کبد و لاشه بیش‌ترین گروه اسیدهای چرب را به‌ترتیب برای گروه وحشی و پرورشی به خود اختصاص داده‌اند، پس از آن اسیدهای چرب اشباع و در نهایت اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه در ماهیان وحشی و پرورشی کم‌ترین سهم اسیدهای چرب در بافت‌های ماهیان بنی را تشکیل داده‌اند. در تحقیق ضیائیان‌نوربخش (۱۳۸۹) روی گونه ماهی شوریده (*Otolithes rubber*) و Thammapat و همکاران (۲۰۱۰) روی گربه ماهی آسیایی (*Pangasius bocourti*)، در بررسی ترکیب و پروفایل اسیدهای چرب در بخش‌های مختلف ماهیان وحشی و پرورشی عنوان نمودند که مجموع اسیدهای چرب MUFA بیش‌ترین ترکیب اسیدهای چرب ماهیان مذکور را شامل شده است و بعد از آن اسیدهای چرب SFA و PUFA در مرتبه‌های بعدی قرارگرفته‌اند. Zakeri (۲۰۱۱) در تحقیقی بر روی ترکیب اسیدهای چرب در کبد ماهیان وحشی و پرورشی شانک زرد باله (*Acanthopargrus latus*) گزارش نمود که میزان اسیدهای چرب MUFA به‌ترتیب ۳۴/ ۴۸ و ۴۴/۴۹ درصد، اسیدهای چرب اشباع به‌ترتیب ۲۳/۳۷ و ۱۹/۴۵ درصد و اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه به‌ترتیب۱۸/۱۶ و ۱۶/۸۶ درصد است. اسیدهای چرب MUFA به‌عنوان اسیدهای چرب غالب و اصلی در لاشه ماهیان به‌حساب می‌آیند و مقدار این اسیدهای چرب ارتباط مستقیمی با میزان چاقی ماهیان دارد (Mraz، ۲۰۱۱). قمی و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی مقایسه میزان ترکیبات بیوشیمیایی و تعیین پروفیل اسیدهای چرب در سه گونه ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، ماهی سفید (*Rutilus frisii*) و قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، گزارش کردند که در ماهیان کپور معمولی و قزل‌آلای رنگین‌کمان اسیدهای چرب MUFA بیش‌ترین گروه اسیدهای چرب و بعد از آن اسیدهای چرب اشباع و در نهایت اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه کم‌ترین سهم اسیدهای چرب در لاشه این ماهیان را به‌خود اختصاص دادند. هرچند که در لاشه ماهی سفید، اسیدهای چرب PUFA بیش‌ترین گروه اسیدهای چرب بعد از اسیدهای چرب MUFA بودند. می‌توان عنوان نمود که تفاوت در پروفیل اسیدهای چرب را تنها نمی‌توان به گونه نسبت داد، بلکه رژیم غذایی نیز در این زمینه بسیار موثر است (Sargent و همکاران، ۱۹۹۹).

اسیدچرب پالمیتیک فراوان‌ترین اسید چرب اشباع در گونه‌های مختلف ماهیان است و در مقدار آن برای گونه‌های مختلف، تفاوت زیادی وجود ندارد (De Silva و Anderson، ۱۹۹۹). در بافت ماهیچه ماهیان جوان بنی وحشی، اسید پالمیتیک بیش‌ترین اسیدچرب اشباع (۲۶/۳۵±۰/۹۵) نسبت به گروه پرورشی (۲۳/۰۸±۰/۹۰) است. در بافت کبد ماهیان جوان بنی وحشی، این اسیدچرب اشباع به‌میزان ۷۵/۷۰ درصد و در پرورشی ۷۳/۷۹ درصد اسیدهای چرب اشباع را به‌خود اختصاص داد است. در تحقیق خرمگاه و همکاران (۱۳۸۶) بر روی مقایسه ترکیب بیوشیمیایی اسیدهای چرب کپور معمولی (*C. carpio*) عنوان کردند که میزان اسید میریستیک (C۱۴:۰) و اسید پالمیتیک (C۱۶:۰) در کپور وحشی بیش‌تر از پرورشی است. مجموع اسیدهای چرب اشباع بافت ماهیچه در ماهیان وحشی (۳۳/۶۳±۱/۴) بیش‌تر از پرورشی (۲۹/۹۴±۱/۴) مشاهده گردید ($p<۰/۰۵$). Zakeri (۲۰۱۱) عنوان نمود که مجموع اسیدهای چرب اشباع به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر شرایط محل زندگی قرار دارند، به‌طوری‌که میزان مجموع اسیدهای چرب اشباع در بافت ماهیچه ماهیان وحشی شانک زرد باله که در شرایط طبیعی زندگی می‌کردند بیش‌تر از ماهیان پرورشی که در شرایط اسارت قرار داشتند، بود.

اسیدچرب اولئیک (C۱۸:۱n-۹)، ۶۷/۵۹ درصد اسیدهای چرب MUFA بافت ماهیچه ماهیان جوان بنی پرورشی را به خود اختصاص داده است. این مقدار به‌طور معنی‌داری از ۶۴/۹۱ درصد این اسیدچرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه در بافت ماهیچه ماهیان وحشی بیش‌تر است. هم‌چنین این اسیدچرب رتبه اول اسیدهای چرب MUFA را در بافت کبد و لاشه ماهیان بنی به‌خود اختصاص داد. در تحقیق یگانه و همکاران (۱۳۹۱) بر روی ماهی کپور پرورشی (*C. carpio*) نسبت مشابهی از اسید اولئیک در ترکیب اسیدهای چرب بدن ماهی کپور گزارش گردید. طبق گزارش موجود اسید اولئیک به‌مقدار زیادی در ماهیچه وجود دارد و در جلوگیری از بیماری‌های قلبی- عروقی دخالت می‌کند (Peterson و همکاران، ۱۹۹۴).

رژیم غذایی و نوع ماده مغذی دریافتی در ماهیان، می‌تواند بر روی محتوای کمی اسیدهای چرب در ماهیان موثر باشد. بر این اساس ماهیان کپوری که از رژیم غذایی غنی از کربوهیدرات تغذیه می‌کنند، می‌توانند حاوی اسید اولئیک بیش‌تری باشند (Guler و همکاران، ۲۰۰۸). هم‌چنین اسید پالمینولیبک (C۱۶:۱n-۷) در بافت ماهیچه ماهیان جوان بنی وحشی بیش‌تر از پرورشی است. هرچند که ترکیب اسیدهای چرب MUFA در بافت کبد فقط در اسیدچرب لیکنوسریک (C۲۴:۱) بین دو گروه وحشی و پرورشی اختلاف معنی‌دار داشت (p<۰/۰۵). در تحقیق Mnari و همکاران (۲۰۰۷) در ماهیان شانک سرطلایی (*Sparus aurata*) اسیدپالمینولیبک در عضله پشتی ماهیان وحشی بیش‌تر از پرورشی بود، اما اسیدلیکنوسریک در کبد ماهیان وحشی و پرورشی این گونه بدون اختلاف معنی‌داری گزارش گردید. مجموع MUFA در بافت‌های ماهیچه، کبد و لاشه ماهیان بنی جوان پرورشی بیش‌تر از مجموع آن در گروه وحشی بود. به‌نظر می‌رسد در این گونه نیز اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه جهت اکسیداسیون میتوکندریایی جهت تأمین انرژی همانند آزاد ماهیان مصرف می‌گردند (Linnea، ۲۰۱۰).

ماهیان همانند سایر مهره‌داران فاقد آنزیم ضروری جهت سنتز اسیدچرب لینولئیک (LA) و لینولنیک (LNA) هستند. بنابراین میزان این اسیدهای چرب در بدن تحت تأثیر جیره‌های غذایی قرار دارد (Henderson و Tocher، ۱۹۸۷). بیش‌ترین مقدار این دو اسیدچرب در بافت ماهیچه براساس مکان با هم تفاوت دارد. به‌طوری‌که LA در ماهیچه ماهیان وحشی بیش‌تر از پرورشی بود، در حالی‌که LNA در ماهیچه ماهیان پرورشی بیش‌تر از وحشی مشاهده گردید. در لاشه ماهیان جوان بنی وحشی و پرورشی اسیدلینولئیک به‌ترتیب ۵۷/۹۸ و ۷۲/۷۲ درصد و اسید لینولنیک ۴/۷۵ و ۶/۲۵ درصد مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه را به‌خود اختصاص دادند. اسید لینولئیک در ماهیان جوان بنی وحشی و پرورشی در بافت ماهیچه، کبد و لاشه در ماهیان وحشی بیش‌تر از پرورشی بودند و اسیدلینولنیک در بافت ماهیچه و لاشه در ماهیان پرورشی بیشتر از وحشی و در کبد ماهیان وحشی بیشتر از پرورشی مشاهده شد. هم‌چنین اسیدآراشیدونیک (AA) جزء اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه سری n-۶، در بافت ماهیچه و کبد ماهیان پرورشی بیش‌تر از وحشی بود (به‌ترتیب در بافت ماهیچه ۱/۳۳±۰/۰۸ و ۰/۹۷±۰/۰۱ و در بافت کبد ۱/۴۳±۰/۰۲ و ۰/۷۴±۰/۰۵). هرچند که در لاشه ماهیان وحشی AA بیش‌تر از لاشه ماهیان پرورشی مشاهده شد.

AA یک اسیدچرب ضروری برای انسان شناخته شده است. این اسیدچرب در فرایند لخته شدن خون مداخله می‌کند و طی التیام زخم به سلول‌های اندوتلیال می‌چسبد (Zuraini و همکاران، ۲۰۰۶). با توجه به بالا بودن اسید چرب LA در بافت ماهیچه ماهیان پرورشی به‌عنوان عضو دیگری از اسیدهای چرب PUFA سری n-۶، به‌نظر می‌رسد علت اصلی این اختلاف احتمالاً به‌دلیل تفاوت در محتوای اسیدهای چرب ضروری در جیره غذایی ماهیان پرورشی است. اسیدآراشیدونیک در تحقیق خرمگاه و همکاران (۱۳۸۶) بر عضلات شکمی کپور معمولی (*C. carpio*) در ماهیان پرورشی بیش‌تر از ماهیان وحشی گزارش شد (p<۰/۰۵). به‌علاوه در تحقیقی بر روی ترکیب اسیدچرب در کبد ماهیان وحشی و پرورشی شانک زرد باله، اسیدآراشیدونیک در ماهیان پرورشی بیش‌تر از ماهیان وحشی بود (Zakeri، ۲۰۱۱). هم‌چنین در بافت ماهیچه، کبد و لاشه ماهیان بنی، مجموع اسیدهای چرب سری n-۶ بالاتر از سری n-۳ گزارش گردید. به‌طورکلی ماهیان آب شیرین به‌عنوان ماهیانی با محتوای اسیدهای چرب PUFA سری n-۶ بالاتر به ویژه اسیدلینولئیک و اسیدآراشیدونیک شناخته شده‌اند (Steffens، ۲۰۰۶).

اسید ایکوزاپنتانوئیک (EPA) و اسید دوکوزاهگزانوئیک (DHA) تنها در غذاهای دریایی یافت می‌شوند. وجود این اسیدهای چرب در آبزیان ناشی از زنجیره غذایی است. EPA و DHA توسط انواع مختلف جلبک‌های آب ساخته شده و سپس توسط پلانکتون‌ها و سایر موجودات کوچک مصرف شده و در نهایت به بدن ماهی راه می‌یابد (Huynh و Kitts، ۲۰۰۹). اسیدهای چرب PUFA سری n-۳ در پیش‌گیری از بیماری‌های قلبی بسیار موثر می‌باشند (Leaf و Weber، ۱۹۸۸). اسید دوکوزاهگزانوئیک برای رشد و تکامل مغز و حفظ عملکرد نرمال مغز در کودکان و جوانان ضروری است (Horrocks و همکاران، ۱۹۹۹). هم‌چنین اسیدایکوزاپنتانوئیک نیز برای درمان اختلال‌های مغزی و سرطان مفید است (Fenton و همکاران، ۲۰۰۰). EPA و DHA از اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه، در بافت ماهیچه و کبد ماهیان بنی پرورشی بیش‌تر از بافت ماهیچه و کبد ماهیان بنی وحشی مشاهده گردیدند (p<۰/۰۵). Ackman (۲۰۰۲) عنوان نمود که مقدار اسیدهای چرب EPA و DHA بدن ماهیان کپور معمولی پرورشی ۰/۳۵ درصد چربی بافت ماهیچه این ماهیان را به‌خود

اختصاص می‌دهد. هرچند که Donmez (۲۰۰۹) میزان اسیدهای چرب غیراشباع EPA و DHA بدن ماهیان کپور معمولی را ۱۴/۹۶ درصد کل اسیدهای چرب بافت ماهیچه ماهیان وحشی گزارش نمود. به‌نظر می‌رسد مقادیر اسیدهای چرب ضروری در محیط‌های مختلف وابسته به نوع جیره غذایی کاملاً متفاوت باشند (Mraz، ۲۰۱۱). در این مطالعه در هر دو گروه وحشی و پرورشی ماهیان جوان بنی در بافت ماهیچه، کبد و لاشه مقدار اسید دوکوزاهگزانوئیک از اسیدایکوزاپنتانوئیک بیش‌تر بود. نتایج مشابه در مطالعه خرمگاه و همکاران (۱۳۸۶) روی کپور معمولی (*C. carpio*) و Jabeen و Chaudhry (۲۰۱۱) روی سه گونه ماهی آب شیرین (*C. carpio*¤ *Labeo rohita* و *Oreochromis mossambicus*)، دیده شد.

مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه در بافت ماهیچه و کبد ماهیان جوان بنی پرورشی بیش‌تر از وحشی بود (به‌ترتیب در بافت ماهیچه ۹/۸۴±۰/۵۰ و ۸/۷۷±۰/۵۰ و در بافت کبد ۶/۱۶±۰/۷۰ و ۵/۵۴±۰/۷۵). فراوانی مقدار اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه متأثر از نوع تغذیه ماهیان است (Giovami و همکاران، ۲۰۰۹). با توجه به این‌که بخش عمده غذای ماهی بنی را بی‌مهرگان کف‌زی تشکیل می‌دهند، بنابراین پایین بودن نسبت اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه به اسیدهای چرب با یک پیوند دوگانه دور از انتظار نیست. در مطالعه Zakeri (۲۰۱۱)، مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه در بافت ماهیچه و کبد ماهیان پرورشی شانک زرد باله بیش‌تر از ماهیان وحشی بود و بین آن‌ها اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید ($p<۰/۰۵$). مجموع اسیدهای چرب غیراشباع سری n-۳ در ماهیچه ماهیان پرورشی بنی بیش‌تر از ماهیان وحشی بود ($p<۰/۰۵$). در تحقیق Mnari و همکاران (۲۰۰۷)، اسیدهای چرب غیراشباع سری n-۳ در ماهیان پرورشی بیش‌تر از وحشی گزارش گردید. از مهم‌ترین اثرات مفید اسیدهای چرب PUFA سری n-۳ می‌توان به کاهش خطرات بیماری‌های قلبی- عروقی، فشارخون و برخی سرطان‌ها اشاره نمود (Gladyshev و همکاران، ۲۰۰۶). ترکیبات اسیدچرب بدن ماهی به‌میزان زیادی بازتابی از سطوح این مواد در جیره غذایی مصرفی آن‌ها می‌باشد (Grigorakis، ۲۰۰۷).

نسبت اسیدهای چرب غیراشباع سری n-۶ به سری n-۳ شاخص مناسبی برای مقایسه نسبی ارزش تغذیه‌ای چربی ماهیان می‌باشد (Zuraini و همکاران، ۲۰۰۶). میزان اسیدهای چرب غیراشباع سری n-۶ نسبت به اسیدهای چرب غیراشباع سری n-۳ در بافت ماهیچه ماهیان جوان بنی پرورشی ۴/۵۵ و ماهیان وحشی ۸/۷۳ و در بافت کبد ماهیان پرورشی ۷/۱۲ و ماهیان وحشی ۱۲/۰۷ ثبت گردید ($p<۰/۰۵$). به‌عبارت دیگر نسبت n-۶ به n-۳ در بافت ماهیچه و کبد در ماهیان وحشی بیش‌تر از پرورشی و در لاشه ماهیان پرورشی بیش‌تر از وحشی است. Mnari و همکاران (۲۰۰۷) نسبت n-۶ به n-۳ را در بافت کبد ماهیان شانک سرطلایی پرورشی ۳/۳۰ و وحشی را ۰/۷۸ گزارش نمودند. میزان n-۶ در این تحقیق در بافت ماهیچه وکبد بالاتر از n-۳ بود. Ho و همکاران (۲۰۰۹) با مطالعه بر روی گربه ماهی روگاهی پرورشی گزارش کردند که میزان اسیدهای چرب غیراشباع سری n-۶ در بافت بدن این گونه بیش‌تر از اسیدهای چرب غیراشباع سری n-۳ است. نسبت اسید آراشیدونیک (AA) به اسیدایکوزاپنتانوئیک (EPA) در بافت ماهیچه ماهیان وحشی بنی ۱۶/۱۷ و در ماهیان پرورشی ۸/۱۳ و در بافت کبد وحشی ۲۴/۶۶ و پرورشی ۲۰/۴۲ بود ($p<۰/۰۵$). هرچند که در لاشه ماهیان پرورشی بیش‌تر از وحشی مشاهده گردید. Zakeri (۲۰۱۱) این نسبت را در شانک زرد باله در ماهیان وحشی ۱۸/۵۱ و در ماهیان پرورشی ۱۶/۹۴ گزارش کرد. هم‌چنین نسبت DHA به EPA در ماهیان جوان وحشی و پرورشی بنی بافت ماهیچه به‌ترتیب ۵/۱۶ و ۴/۲۵ و بافت کبد ۷/۶۶ و ۹/۲۸ ثبت شد. به‌عبارت دیگر این نسبت در بافت ماهیچه ماهیان وحشی بیش‌تر از پرورشی و در بافت کبد و لاشه ماهیان پرورشی بیش‌تر از وحشی بودند. در مطالعه Mnari و همکاران (۲۰۰۷) در ماهیان شانک سرطلایی این نسبت در عضلات پشتی و شکمی در ماهیان وحشی به‌ترتیب ۱/۱۰ و ۳/۲۲ و در ماهیان پرورشی به‌ترتیب ۲/۹۴ و ۲/۸۵ گزارش گردید. Rodrıguez و همکاران (۲۰۰۴) با مطالعه روی شانک سیاه (*Spondyliosoma cantharus*) نسبت DHA به EPA را در ماهیان وحشی (۴/۶۲ درصد) بیش‌تر از ماهیان پرورشی (۱/۶۳ درصد) گزارش کردند. به‌نظر می‌رسد علت تفاوت در نسبت، احتمالاً به‌خاطر کمبود اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه در جیره غذایی ماهیان باشد (Blanchard و همکاران، ۲۰۰۸). Kinsella (۱۹۸۸) عنوان نمود که ترکیب اسیدهای چرب در ماهیان تحت تأثیر عواملی چون شرایط اقلیمی، تغذیه، سن، رسیدگی جنسی و نوع گونه قرار دارد.

هرچند که مطالعه و شناسایی اسیدهای چرب ماهیان به‌طور گسترده‌ای مورد توجه است (Inhamuns و همکاران، ۲۰۰۸؛ Akland و همکاران ۲۰۰۵) اما با توجه به اهمیت تغذیه‌ای و اقتصادی این گونه، به‌خصوص در اکوسیستم‌های آب‌های

شیرین جنوب‌غربی ایران و مناطق مختلفی از جمله کشور عراق، این تحقیق اولین مطالعه بر روی ترکیبات و مقایسه اسیدهای چرب در بافت ماهیچه، کبد و لاشه ماهیان جوان وحشی و پرورشی بنی (*M. sharpeyi*) است. براساس نتایج این مطالعه، مجموع SFA در ماهیان جوان بنی وحشی و پرورشی در بافت ماهیچه در گروه وحشی بیش‌تر از پرورشی، در بافت کبد و لاشه ماهیان پرورشی بیش‌تر از ماهیان وحشی بودند، مجموع MUFA در ماهیان جوان بنی وحشی و پرورشی، در بافت ماهیچه، کبد و لاشه در ماهیان پرورشی بیش‌تر از ماهیان وحشی مشاهده گردید و در مجموع PUFA در بافت ماهیچه و کبد ماهیان پرورشی بیش‌تر از وحشی و در لاشه ماهیان جوان بنی وحشی بیش‌تر از پرورشی ثبت گردید. تفاوت‌های موجود در ترکیب اسیدهای چرب در ماهیان جوان بنی وحشی و پرورشی در بافت ماهیچه، کبد و لاشه احتمالاً بیش‌تر به‌دلیل مواد مغذی موجود در جیره‌غذایی ماهیان پرورشی و ویژگی‌های تغذیه‌ای و شبکه غذایی موجود در اکوسیستم طبیعی گونه وحشی بوده است. در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد اگر چه مصرف‌کنندگان، ماهی بنی وحشی را بر ماهی پرورشی ترجیح می‌دهند، اما چنان‌چه در سیستم‌های پرورشی این گونه از جیره‌های غذایی مناسب براساس احتیاجات غذایی آن استفاده شود، گونه‌های پرورشی می‌توانند دارای ارزش غذایی مناسب‌تری نسبت به گونه‌های وحشی باشند و در نتیجه جایگزین خوبی برای گونه‌های وحشی خواهند بود و این مسئله می‌تواند در بازسازی ذخایر این گونه بومی با ارزش در اکوسیستم‌های آب شیرین کمک شایانی نماید.

منابع

۱. **خرمگاه، م.؛ رضایی، م.؛ اجاق، س.م. و باباخانی‌شکان، آ.، ۱۳۸۶.** مقایسه ارزش‌های تغذیه‌ای واسیدهای چرب امگا-۳ عضله‌های پشتی و شکمی کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*) وحشی پرورشی. مجله علوم و فنون دریایی. دوره ۶، شماره۴، صفحات۳۱ تا ۳۷.

۲. **سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۳.** سالنامه آماری سازمان شیلات ایران. معاونت توسعه و برنامه. ۶۴ صفحه.

۳. **ضیائیان‌نوربخش، ه.، ۱۳۸۹.** تعیین پروفیل اسیدهای چرب و ترکیبات غذایی موجود در گوشت ماهی شوریده (*Otolithes rubber*)، مجله علوم غذایی وتغذیه. سال ۹، شماره۴، صفحات ۷۷ تا ۸۴.

۴. **قمی، م.ر.؛ جریرخانی، د. و حسن‌دوست، م.، ۱۳۹۰.** مقایسه پروفیل اسیدچرب و اسیدآمینه و ترکیب شیمیایی لاشه در ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، و ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) و کپور معمولی(*Cyprinus carpio*) دریای خزر. مجله شیلات، سال پنجم، شماره۴، صفحات۱-۱۶.

۵. **نیک‌پی، م.، ۱۳۷۲.** گزارش نهایی پروژه بررسی بیولوژیک ماهی شیربت (*Barbus grypus*) و ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*)، موسسه تحقیقات شیلات ایران، صفحات ۱ تا ۶۴.

۶. **هدایتی‌فرد، م.، ۱۳۸۰.** تکنولوژی انجماد فرآورده‌های دریایی. انتشارات معاونت اطلاعات علمی، مرکز تحقیقات شیلاتی مازندران، ساری. ۳۳ صفحه.

۷. **یگانه، س.؛ شعبانپور، ب.؛ حسینی، ه.؛ ایمانپور، م.، شعبانی، ع. و عباسی، م.، ۱۳۹۱.** ارزیابی تغییرات فصلی ترکیب شیمیایی و ترکیب اسیدهای چرب فیله ماهی کپور پرورشی (*Cyprinus carpio*). مجله زیست شناسی ایران. شماره ۲، صفحات ۲۸۶ تا ۲۹۴.

8. **Abedian-kenari, A.; Regenstein, J.M.; Hosseini, S.V.; Rezaei, M.; Tahergorabi, R.; Nazari, R.M.; Moghaddasi, M. and Kaboli, S.A., 2009.** Amino acid and fatty acid composition of cultured beluga (*Huso huso*) of different ages. Journal of Aquatic Food Product Technology. Vol. 18, pp: 245-265.

9. **Ackman, R.G., 1995.** Composition and nutrative value of fish and shellfish lipids, In: Fish and fishery products, ed.by: A. Ruiter, CAB International Publication. pp: 117-159.

10. **Akland, H.M.W.; Stoknes, I.S.; Remme, J.F.; Kjerstad, M. and Synnes, M., 2005.** Proximate composition, fatty acid and lipid class composition of the muscle from deep-sea teleosts and elasmobranches. Comparative Biochemistry and Physiology. Part B. Vol. 140, pp: 437-443.

11. **Blanchard, G.; Makombu, J.G. and Kestmont, P., 2008.** Influence of different dietary 18:3n-3/18:2n-6 ratio on growth performance, fatty acid composition and hepatic ulterastructure in Eurasian perch, *perca fluviatilis*. Aquaculture. Vol. 284, pp: 144-150.

12. **Cander, L.R., 2004.** Real-Time Updating of the Simplified Ionospheric Regional Model for Operational Applications. Meat Science. Vol. 31, No. 4, pp: 957-964.

13. **De Castro, F.A.F.; Pinheiro Sant'Ana, H.M.; Campos, F.M.; Brunoro Costa, N.M.; Coelho Silva, M.T.; Salaro, A.L. and Franceschini, S.D.C., 2007.** Fatty acid composition of three freshwater fishes under

14. **De Silva, S.S. and Anderson, T.A., 1995.** Fish nutrition in aquaculture. Springer, pp: 102-131.
15. **Donmez, M., 2009.** Determination of fatty acid compositions and cholesterol levels of some freshwater fih living in Porsuk Dam, Turkey. Chem Nat Compd. Vol. 45, pp: 14-17.
16. **FAO. 2013.** The state of word Fisheries and Aquacultur(SOFIA) FAO Fisheries and Aquaculture Depatment Food and Agriculture organization of the United Nations Rome. Italy. 159 p.
17. **Fenton, W.S.; Hibbeln, J. and Knable, M., 2000.** Essential fatty acids, lipid membrane abnormalities, and the diagnosis and treatment of schizophrenia. Biological Psychiatry. Vol. 47, pp: 8-21.
18. **Folch, J.; Lees, M. and Sloane-Stanley, G.H., 1957.** A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. Journal of Biology and Chemistry. Vol. 226, pp: 497-509.
19. **Giovami, M.T.; Bente, E.T. and Wing- keong, N., 2009.** Fish oil replacement in fin fish nutrition. Re views in Aquaculture. Vol. 1, pp: 10-57.
20. **Gladyshev, M.I.; Sushchik, N.N.; Gubanenko, G.A.; Demirchieva, S.M. and Kalachova, G.S., 2006.** Effect of way of cooking on content of essential poly unsaturated fatty acids in muscle tissue of humpback salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). Food Chemistry. Vol. 96, pp: 446-451.
21. **Grigorakis, K., 2007.** Compositional and organoleptic quality of farmed and wild gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and factors affecting it: a Review; Aquaculture. Vol. 272, pp: 55-75.
22. **Guler, G.O.; Kiztanir, B.; Aktumsek, A.; Citil, O.B. and Ozparlak, H., 2008.** Determination of the seasonal changeson total fatty acid compositionand w3/w6 ratios of carp (*Cyprinus carpio* L.) muscle lipids in Beysehir Lake. Food Chemistry. Vol. 108, pp: 689-694.
23. **Henderson, R.J. and Tocher, D.R., 1987.** The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. Progress in Lipid Research. Vol. 26, No. 4, pp: 281-347.
24. **Ho, B.T. and Paul, D.R., 2009.** Fatty acid profile of catfish (*Pangasius hypophthalmus*) compared to Atlantic salmon (*Salmo salar*) and Asian seabass (*Lates calcarifer*). Int. Food Research Journal. Vol. 16, pp: 501-506.
25. **Horrocks, L.A. and Yeo, Y.K., 1999.** Health benefits of docosahexaenoic acid (DHA). Pharmacological Research. Vol. 40, pp: 211-225.
26. **Huynh, M.D. and Kitts, D.D., 2009.** Evaluating nutritional quality of pacific fish species from fatty acid signatures. Food Chemistry. Vol. 114, pp: 912-918.
27. **Inhamuns, A.J. and Bueno Franco, M.R., 2008.** EPA and DHA quantification in two species of freshwater fish from central Amazonia. Food Chemistry. pp: 22-34.
28. **Jabeen, F. and Chaudhry, A.S., 2011.** Chemical compositions and fatty acid profiles of three freshwater fish species. Food chemistry. Vol. 125, pp: 991-996.
29. **Kinsella, J.M., 1988.** Comparison of helminths of rice rats, Oryzomys palustris, from freshwater and saltwater marshes in Florida. Proceedings of the Helminthological Society of Washington. Vol. 55, No. 2, pp: 275-280.
30. **Linnea, L., 2010.** Relations between metabolic rate, migration and behavior in Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*). Karlstad University Studies. pp: 1-25.
31. **Martino, R.C.; Cyrino, J.E.P.; Portz, L. and Trugo, L.C., 2002.** Performance and fatty acid composition of surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) fed diets with animal and plant lipids. Aquaculture. Vol. 209, pp: 233-246.
32. **Metcalfe, L.D.; Schmitz, A.A. and Peika, J.R., 1966.** Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. Annual Chemistry. Vol. 38, pp: 514-515.
33. **Mnari, A.; Bouhlel, I.; Chraief, I.; Hammami, M.; Romdhane, M.S.; Cafsi, M.E.l. and Chaouch, A., 2007.** Fatty acids in muscles and liver of Tunisian wild and farmed gilthead sea bream, *Sparus aurata*. Food Chemistry. Vol. 100, pp: 1393-1397.
34. **Montano, H.G.; Davis, R.E.; Dally, E.L.; Hogenhout, S.A.; Pimentel, J.P. and Brioso, P.S.T., 2001.** Candidatus Phytoplasma brasiliense, a new phytoplasma taxon associated with hibiscus witches broom disease. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. Vol. 51, pp: 1109-1118.
35. **Mraz, J., 2011.** Lipid Quality of Common Carp (*Cyprinus carpio*) in Pond Culture. Swedish University of Agricultural Sciences. 52 P.
36. **Mukhopadhyay, T.; Nandi, S. and Ghosh, S., 2007.** Lipid profile and fatty acid composition in eggs of Indian Featherback fish Pholui (*Notopterus notopterus* Pallas) in comparison with body-tissue lipid, Journal of Oleo Science. Vol. 53, No. 7, pp: 323-328.
37. **Nasopoulou, C. and Zabetakis, I., 2012.** Benefits of fish oil replacement by plant originated oils in compounded fish feeds. A review. LWT-Food Science and Technology. Vol. 47, pp: 217-224.
38. **Peterson, K.M.; Davis, P.S. and Judd, B.H., 1994.** The determined state of white expression in the Drosophila eye is modified by zeste1 in the wzm family of mutants. Mol Gen Genet. Mar. Vol. 242, No. 6, pp: 717-726.
39. **Puwastien, P.; Raroengwichit, M.; Sungpuag, P. and Judprasong, K., 1999.** Thai Food Composition Tables, different storage and cooking processes. Food Chemistry. Vol. 103, pp: 1080-1090.

first edition. Institute of Nutrition, Mahidol University, Thailand. 83 p.

40. **Rodrıguez, C.; Acosta, C.; Badıa, P.; Cejas, J.R.; Santamaria, F.J. and Lorenzo, A., 2004.** Assessment of lipid and essential fatty acids requirements of black seabream (*Spondyliosoma cantharus*) by comparison of lipid composition in muscle and liver of wild and captive adult fish. Comparative Biochemistry and Physiology. Vol. 139, pp: 619-629.
41. **Sanderson, M.J., 2002.** Estimating absolute rates of molecular evolution and divergence times: a penalized likelihood approach. Molecular Biology and Evolution. Vol. 19, No. 1, pp: 1-9.
42. **Sargent, J.; McEvoy, L.; Estevez, A.; Bell, G.; Bell, M.; Henderson, J. and Tocher, D., 1999.** Lipid nutrition of marine fish during early development: current status and future directions. Aquaculture. Vol. 179, pp: 217-229.
43. **Sargent, J.R.; Henderson, R.J. and Tocher, D.R., 2002.** The Lipids. In: Halver, J., Hardy, E. (Eds.), Fish Nutrition. Academic Press, Elsevier, San Diego, California, USA. pp: 25-181.
44. **Steffens, W., 2006.** Freshwater Fish−Wholesome Foodstuffs. Bulgarian Journal of Agricultural Science. Vol. 12, pp: 320-328.
45. **Takeuchi, T. and Watanabe, T., 1982.** Effects of various polyunsaturated fatty acids on growth and fatty acid compositions of rainbow trout *Salmo gairdneri*, coho salmon *Onchorhynchus kisutch*, and chum salmon *Onchorhynchus keta*. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries. Vol. 48, pp: 22-44.
46. **Thammapat, P.; Raviyan, P. and Siriamornpun, S., 2010.** Proximate and fatty acids composition of the muscles and viscera of Asian catfish (*Pangasius bocourti*). Food chemistry. Vol. 122, pp: 223-227.
47. **Zakeri, M., 2011.** Variation in lipid content and fatty acid composition in wild and cultured yellow fin sebream, *Acanthopagrus Latus* in the Persian Golf. Journal of the Persian Golf. Vol. 2, No. 6, pp: 53-61.
48. **Zuraini, M.N.; Somchit, M.H. and Solihah, Y.M., 2006.** Fatty acid and amino acid composition of three local Malaysia Channa spp. Fisheries Food Chemistry. Vol. 97, pp: 674-678.