فصلنامه علوم تکثیر و آبزی‌پروری/ سال پنجم/ شماره چهاردهم/ پاییز ۹۶/ صفحات۴۴-۳۱

مقایسه آنالیز لاشه و پروفایل اسیدهای چرب بین قزل‌آلای رنگین کمان رودخانه‌ای، پرورشی (*Oncorhynchus mykiss*) و قزل‌آلای خال قرمز (*Salmo trutta fario*) در رودخانه هراز

نیلوفر فلاح[۱] مهرنوش نوروزی[۲*]، تقی محمدی فوتمی[۱]

چکیده

تحقیق حاضر با هدف تعیین ترکیب شیمیایی و پروفایل اسیدهای چرب بافت عضلانی سه گروه از آزاد ماهیان رودخانه‌ای و پرورشی شامل قزل‌آلای رنگین‌کمان رودخانه‌ای و پرورشی (*Oncorhynchus mykiss*) و قزل‌آلای خال قرمز (*Salmo trutta fario*) انجام شد. در مجموع ۹ عدد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان رودخانه‌ای، خال قرمز و قزل‌آلای پرورشی از محدوده رودخانه هراز نمونه برداری شد. نمونه‌ها به حالت منجمد به آزمایشگاه منتقل، زیست سنجی سپس ترکیبات لاشه و پروفایل اسیدهای چرب با سه تکرار اندازه گیری شدند. مطابق با نتایج زیست سنجی و آنالیز لاشه (خاکستر، رطوبت، پروتئین و چربی) اختلاف معناداری بین سه گروه مشاهده نشد (P>۰/۰۵).بیشترین مقدار اسید چرب اشباع (SFA) ۰/۷۸۷± ۲۴/۸۰، تک غیر اشباع (MUFA) ۱/۶۳۸± ۴۸/۰۳ و چند غیر اشباع (PUFA) ۴/۹۱۶± ۴۵/۹۵ به ترتیب در ماهی قزل‌آلای رودخانه‌ای، خال قرمز و پرورشی دیده شد که تفاوت معنی‌داری بین سه گروه وجود داشت (P<۰/۰۵).اما در میزان امگا ۳ (ω-3)، امگا ۶ (ω-6)، ایکوزاپنتائنوئیک اسید (EPA) و دوکوزا هگزانوئیک اسید (DHA) بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری دیده نشد (P>۰/۰۵). همچنین نسبت ω-3/ω-6 در تمام گونه‌ها از یک بیشتر بود.بیشترین نسبت ω-3/ω-6 به ترتیب در قزل آلا پرورشی (۰/۶۲۵± ۳/۳۰)، قزل آلا خال قرمز (۰/۴۵۸± ۲/۴۴) و قزل‌آلا رودخانه‌ای (۰/۷۰۶± ۲/۳۶) مشاهده شد. در هر سه گروه مورد مطالعه، نسبت ω-3/ω-6 از مقدار توصیه شده متخصصان تغذیه بیشتر بود. بر اساس نتایج، قزل آلای رنگین کمان رودخانه‌ای، پرورشی و خال قرمز از نظر ارزش غذایی بسیار غنی هستند.

کلید واژه: : آنالیز لاشه ، پروفایل اسید چرب، قزل آلای رنگین کمان پرورشی(*Oncorhynclus my kiss*)، قزل‌آلای خال قرمز(*Salmo trutta fario*).

تاریخ وصول: ۱۳۹۶/۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۶/۱۵

۱*-دانشجوی دکتری شیلات، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران (نویسنده مسؤول)
Nilofarefallah_1368@yahoo.com
۲- استادیار گروه بیولوژی دریا، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران

۱- مقدمه

ماهی‌ها حاوی پروتئین با کیفیت، چربی‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی ارزشمندی می‌باشند که جایگاه ویژه‌ای در تغذیه انسان دارند. بطوریکه سرانه مصرف جهانی ماهی در سال ۲۰۰۹ حدودا ۱۸/۴ کیلوگرم تخمین زده شده است (FAO, 2012). منابع پروتئینی ماهی از ارزان‌ترین منابع پروتئین حیوانی به شمار می‌روند و از لحاظ صرفه اقتصادی و ارزش غذایی ممتاز می‌باشند (Jabeen and Chaudhry, 2011). چربی‌ها نقش مهمی در بدن ایفا می‌نمایند که می‌توان جذب ویتامین‌های محلول در چربی (A, D, E, K) و تنظیم متابولیسم بدن اشاره نمود (Kris and Etherton et al., 2003; Jabeen and Chaudhry, 2011). تمامی ماهیان دارای اسیدهای چرب ایکوزاپنتائنوئیک اسید (EPA) و دوکوزا هگزانوئیک اسید (DHA) می‌باشند؛ اما مقدار آن بسته به گونه ماهی، شرایط محیطی نظیر تغذیه، زیستگاه و اینکه گونه مورد نظر وحشی یا پرورشی است، متفاوت است (Kris and Etherton et al., 2003). محققین نشان داده‌اند که ماهیان آب شیرین در مقایسه با ماهیان دریایی میزان ω-3 کمتری دارند (Vlieg and Body, 1988). تحقیقات اخیر همچنین نشان داده است، ماهیان آب شیرین نیز مقادیر قابل توجهی اسیدهای چرب ω-3 دارند (Ozogul et al., 2007). در مطالعات زیادی اثرات سودمند اسیدهای چرب ω-3 بر سلامتی انسان به اثبات رسیده است. EPA و DHA از سخت شدن رگ‌ها و تصلب شرائین، تپش نامنظم قلب، لخته شدن خون در رگ‌ها جلوگیری می‌کند و همچنین باعث کاهش کلسترول بد (LDL)، تری‌گلیسرید و فشار خون می‌گردند (Millar and Waal-Manning, 1992). بدن انسان توانایی ساخت اسیدهای چرب چند غیراشباع ω-3 را ندارد و می‌بایست آن‌ها را از راه تغذیه منابع مناسب، تامین کند (Alasalvar, 2000). تغییر در ترکیب شیمیایی عضله ماهی وابستگی زیادی به گونه، سن، تغذیه، مرحله بلوغ و چرخه تولید مثلی، محیط، فصل صید، اندام‌ها و محل آناتومیک عضله دارد (Palmeri et al., 2007).

تحقیقات گسترده‌ای در سال‌های اخیر، بر ارزش غذایی گوشت و شناسایی اسیدهای چرب آبزیان انجام گرفته است که از جمله Osman و همکاران (۲۰۰۱) با تحقیقی که بر ۱۰ گونه از ماهیان دریایی آب‌های مالزی انجام دادند، مشخص شد، مقدار اسیدهای چرب ω-3 با ۲۹/۷ تا ۴۸/۴ درصد فراوان‌ترین اسیدهای چرب بوده‌اند. مطالعاتی نیز در زمینه بررسی تغییرات ترکیبات بیوشیمیایی بدن آزادماهیان و

عوامل مؤثر بر آنها صورت گرفته است (Usydus و همکاران، ۲۰۱۱؛ قمی و همکاران، ۱۳۹۰). با توجه به ارزش غذایی گوشت بسیاری از آبزیان از جمله آزادماهیان در کشورهای مختلف جهان و از طرف دیگر، با وجود صید قابل توجه این ماهیان در کشور ما، هدف این مطالعه، بررسی و مقایسه پروفایل اسیدهای چرب در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان رودخانه‌ای، قزل آلای رنگین کمان پرورشی و قزل‌آلای خال قرمز است. به علاوه با سنجش ترکیبات اصلی بیوشیمیایی لاشه (پروتئین، چربی، رطوبت، خاکستر) و نسبت‌های آن بین سه گروه، مقایسه می‌شود. همچنین نتایج پروفایل اسیدهای چرب با سایر ماهیان نیز مورد مقایسه قرار می‌گیرد تا سطح ارزش غذایی آن، معیاری برای مصرف‌کنندگان ماهی و متخصصان تغذیه انسانی در جهت انتخاب ماهی مناسب‌تر باشد.

۲- مواد و روش‌ها

در مجموع ۹ عدد ماهی، در سه تیمار شامل قزل‌آلای رودخانه‌ای (تیمار یک)، قزل‌آلای رنگین کمان پرورشی (تیمار دو) و قزل‌آلای خال قرمز (تیمار سه)، تقسیم شدند. هر تیمار شامل ۳ تکرار (سه ماهی) نمونه برداری شده بود. نمونه‌های قزل‌آلای رنگین کمان پرورشی از استخر پرورش ماهی واقع در هفتاد کیلومتری آمل در منطقه وانا و قزل‌آلای رنگین کمان رودخانه‌ای و قزل‌آلای خال قرمز از رودخانه هراز در منطقه‌ی آب اسک با تور پرتابی صید شدند. نمونه‌ها داخل یخ به آزمایشگاه شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن منتقل شدند. سپس در آزمایشگاه، شاخص‌های زیست سنجی شامل وزن (گرم) توسط ترازو، طول ماهی و ارتفاع بدن (سانتی‌متر) توسط تخته مدرج و کولیس اندازه‌گیری و ثبت شدند. آنالیز لاشه برای نمونه‌های مورد آزمایش با استفاده از روش‌های استاندارد (AOAC, 2005) سنجش گردید.

برای تعیین میزان پروتئین کل در مواد خام اولیه، از روش کجلدال استفاده شد (AOAC, 2005). میزان چربی نیز با استفاده از روش Kinsella و همکاران (۱۹۹۷) با استفاده از حلال کلروفرم و متانول (به نسبت ۱ به ۲) استخراج و بر حسب گرم در صد گرم عضله بیان گردید. به منظور تعیین رطوبت تقریباً ۳ تا ۵ گرم از نمونه روی ظرف آلومینیومی از قبل وزن شده قرار داده شد. سپس نمونه‌ها در آون در دمای ۱۰۵-۱۰۰ درجه سلسیوس برای مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند تا وزن ظروف ثابت شد (AOAC,

2005) و بر اساس فرمول ۱ سنجش گردید.

فرمول ۱: $$\text{Moisture (\%)} = [(W1-W2)/W] \times 100$$

که در آن: W1= وزن نمونه قبل از رطوبت‌گیری + وزن پتری دیش خالی (گرم)،

W2= وزن نمونه بعد از رطوبت‌گیری + وزن پتری دیش خالی (گرم)، W= وزن نمونه (گرم) بود.

میزان خاکستر نیز با قرار دادن نمونه خام در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس و با جاگذاری در فرمول ۲ تعیین شد (AOAC, 2005).

فرمول ۲:

درصد خاکستر = وزن بوته چینی ثانویه (بعد از کوره) – وزن بوته چینی اولیه / وزن نمونه اولیه گوشت ماهی × ۱۰۰

برای سنجش پروفایل اسید چرب از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) استفاده شد. آنالیز اسیدهای چرب با استفاده از روش Murph (۱۹۹۳) انجام شد. نتایج اسیدهای چرب به صورت درصد هر اسید چرب با توجه به کل اسیدهای چرب بیان شد. برای این منظور حدود ۰/۵ گرم از چربی استخراج شده به منظور متیله نمودن، با نسبت های مناسب از متانول، بنزن و اسید سولفوریک مخلوط می‌شود. سپس حدود ۱ میکرولیتر از نمونه آماده را به دستگاه GC تزریق شد و مکان هر یک از اسیدهای چرب براساس زمان بازداری (RT) آنها در نمونه استاندارد شناسایی شد و به صورت گرم در ۱۰۰ گرم چربی نمونه بیان گردید.

برای تجزیه وتحلیل داده‌ها از آزمون پارامتری t مستقل، (Independent-sample t-test) و برای مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن، ANOVA در محیط نرم افزار SPSS 0.16 با سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده شد.

۳- نتایج

نتایج حاصل از زیست‌سنجی این سه گونه از آزاد ماهیان نشان داد (جدول ۱) که میانگین طول کل در سه گونه ماهی قزل آلا رودخانه‌ای، پرورشی و خال قرمز به ترتیب ۱/۰۰± ۳۶/۰۰، ۴/۵۳± ۳۶/۱۶ و ۳/۰۵± ۳۴/۶۶ سانتی متر و میانگین وزن آنها به ترتیب ۱۳۱/۱۵± ۵۷۷/۳۳، ۲۰۸/۱۱± ۶۸۷/۶۶ و

۶۱۶/۶۶ ±۸۵/۰۴ گرم بود. بر اساس آزمون دانکن تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

جدول ۱. نتایج زیست‌سنجی بین ماهیان قزل‌آلای رودخانه‌ای، پرورشی و خال قرمز

شاخص‌های زیستی	ماهی قزل آلا			سطح معنی‌داری
	رودخانه‌ای	پرورشی	خال قرمز	
وزن (گرم)	۵۷۷/۳۳ ±۱۳۱/۱۵	۶۸۷/۶۶ ±۲۰۸/۱۱	۶۱۶/۶۶ ±۸۵/۰۴	۰/۶۷۸
طول کل (سانتی‌متر)	۳۶/.. ±۱/۰۰	۳۶/۱۶ ±۴/۵۳	۳۴/۶۶ ±۳/۰۵	۰/۴۵۲
طول استاندارد (سانتی‌متر)	۳۲/۱۶ ±۰/۷۶	۳۵/۶۶ ±۲/۵۱	۳۱/۳۳ ±۲/۵۱	۰/۰۹۴

نتایج بررسی سنجش شاخص‌های رطوبت، خاکستر، چربی و پروتئین (جدول ۲) بین سه گونه ماهی قزل‌آلا نشان داد که محتوی چربی و پروتئین قزل‌آلای پرورشی به ترتیب با ۰/۳۴ و ۲۲/۹۴ درصد بیشترین و قزل‌آلا رودخانه‌ای با ۰/۱ درصد چربی و قزل‌آلا خال قرمز با ۲۰/۶۰ درصد پروتئین کمترین مقدار بود. بیشترین و کمترین درصد رطوبت به ترتیب، قزل‌آلا رودخانه‌ای با ۷۶ درصد و قزل‌آلا خال قرمز و پرورشی با ۷۱/۳۳ دیده شد. در بررسی میزان خاکستر قزل‌آلا خال قرمز و پرورشی با ۰/۰۴ درصد بیشترین، قزل‌آلا رودخانه‌ای با ۰/۰۳ درصد کمترین مقدار بود. بر اساس نتایج آزمون ANOVA تفاوت معنی‌داری در شاخص‌های رطوبت، خاکستر، چربی و پروتئین بین سه تیمار مورد بررسی مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

جدول ۲. میانگین میزان رطوبت، خاکستر، پروتئین و چربی کل در بین سه گونه قزل آلا.

شاخص‌های آنالیز لاشه	قزل آلا		
	رودخانه‌ای	پرورشی	قزل آلا
چربی	۰/۱ ±۰/۰۱	۲/۴۸ ±۰/۳۴	۰/۲۰ ±۰/۰۲
پروتئین	۲۲/۹۴ ±۳/۳۸	۲۳ ±۰/۶۰	۲۰/۶۰ ±۲/۳۵
رطوبت	۷۶ ±۵/۲۹	۷۱/۳۳ ±۳/۰۵	۷۱/۳۳ ±۳/۰۵
خاکستر	۰/۰۴ ±۰/۰۱	۰/۰۴ ±۰/۰۱	۰/۰۳ ±۰۰

نتایج بررسی اسیدهای چرب (جدول ۳) نشان داد که میزان اسیدهای چرب اشباع (SFA) قزل‌آلا رودخانه‌ای با۲۴/۸۰ درصد بیشترین و قزل‌آلا خال قرمز با ۱۸/۵۵ درصد کمترین مقدار بود. میزان اسید چرب تک غیراشباع (MUFA) قزل‌آلا خال قرمز با ۴۸/۰۳ درصد بیشترین و قزل‌آلا پرورشی با ۳۵/۲۳ درصد کمترین مقدار بود. میزان اسید چرب چند غیراشباع (PUFA) قزل‌آلا پرورشی با ۴۵/۵۹ درصد بیشترین و قزل‌آلا رودخانه‌ای با ۲۸/۲۹ درصد کمترین مقدار بود. نتایج آزمون ANOVA نشان داد،

میزان اسیدهای چرب SFA، MUFA و PUFA بین تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵). بیشترین میزان امگا ۳ (ω-3) و امگا ۶ (ω-6) به ترتیب در قزل‌آلا پرورشی با ۱۰/۱۱ درصد و رودخانه‌ای با ۳/۷۳ درصد، و کمترین آن در قزل‌آلا خال قرمز با ۷/۸۰ درصد و پرورشی با ۳/۰۶ درصد بود. میزان امگا ۳ به امگا ۶ (ω-3/ ω-6) در قزل‌آلا پرورشی با۳/۳۰ درصد بیشترین و قزل‌آلا رودخانه‌ای با ۳/۲۲ درصد کمترین مقدار بود. نتایج آزمون ANOVA نشان داد هر دو اسید چرب ω-3 و ω-6 و نسبت ω-3/ ω-6 بین تیمارها اختلاف معنی‌دار نداشت (P>۰/۰۵). میزان اسید چرب EPA در قزل‌آلا پرورشی و قزل‌آلا خال قرمز بطور مشترک ۰/۷۲ درصد و رودخانه‌ای ۰/۴۳ درصد بود. اسید چرب DHA در قزل‌آلا رودخانه‌ای ۴/۶۶ درصد بیشترین و خال قرمز ۳/۷۲ درصد کمترین مقدار بود، که این تفاوت‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

جدول ۳. نتایج بررسی پروفایل اسیدهای چرب بین سه گروه ماهی قزل آلا.

اسیدهای چرب	قزل آلا		
	رودخانه‌ای	پرورشی	خال قرمز
SFA	۲۴/۸۰ ±۰/۷۸[a]	۲۰/۴۲ ±۲/۲۸[a]	۱۸/۵۵ ±۲/۲۵[b]
MUFA	۴۴/۹۶ ±۱/۳۴[a]	۳۵/۲۳ ±۴/۰۰[b]	۴۸/۰۳ ±۱/۶۳[a]
PUFA	۲۸/۶۹ ±۷/۲۹[b]	۴۵/۹۵ ±۴/۹۱[a]	۳۵/۵۱ ±۱/۳۹[b]
ω-3	۸/۵۹ ±۲/۰۶[a]	۱۰/۱۱ ±۱/۹۴[a]	۷/۸۰ ±۰/۸۸[a]
ω-6	۳/۷۳ ±۰/۷۷[a]	۳/۰۶ ±۰/۰۷[a]	۳/۲۲ ±۰/۳۷[a]
ω-3/ ω-6	۲/۳۶ ±۰/۷۰[a]	۳/۳۰ ±۰/۶۲[a]	۲/۴۴ ±۰/۴۵[a]
EPA	۰/۴۳ ±۰/۰۸[a]	۰/۷۲ ±۰/۲۳[a]	۰/۷۲ ±۰/۲۳[a]
DHA	۴/۶۶ ±۱/۴۷[a]	۴/۶۱ ±۲/۵۲[a]	۳/۷۲ ±۰/۴۶[a]
EPA+DHA	۵/۰۹	۵/۳۳	۴/۴۴
PUFA/SFA	۰/۶۳	۲/۲۵	۱/۹۱

* متفاوت‌بودن حروف نشان از معنی‌دار بودن بین میانگین‌ها می‌باشد (p<۰/۰۵)

۴- بحث

ترکیبات بیوشیمیایی بدن (رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر)، یکی از شاخص‌های خوب برای بررسی شرایط فیزیولوژیک ماهی می‌باشد(Aberoumad and Pourshafi, 2010). معمولا سطوح پروتئین لاشه آزاد ماهیان بین ۲۱-۱۶، چربی ۲۵-۰/۱، خاکستر ۱/۵- ۰/۴ و رطوبت ۸۱-۶۰ درصد وزن بدن ثبت گردیده است (Muraleedharan et al., 1996). بر اساس نظر Stansby (۱۹۶۲) ماهیان با روغن کمتر از ۵ درصد و پروتئین بین ۱۵ تا ۲۰ درصد، ماهیانی با پروتئین بالا و روغن پایین نامیده می-

شوند. به نظر می‌رسد ماهی قزل‌آلا جزو این دسته از ماهیان می‌باشد. علاوه بر این، ماهیان اغلب بر اساس محتوای چربی بدن به سه گروه، ماهیان کم چرب (چربی کمتر از ۵ درصد)، ماهیان با چربی متوسط (چربی ۱۰-۵ درصد) و ماهیان چرب (چربی بالاتر از ۱۰ درصد) تقسیم‌بندی می‌گردند (Suriah et al., 1995; Jabeen and Chaudhry, 2011). بر اساس نتایج این بررسی، ماهی قزل آلا جزو ماهیان کم چرب می‌باشد.

در بررسی حاضر، با وجود عدم تفاوت معنی‌دار بین ماهیان مورد بررسی، بالاتر بودن میزان پروتئین و چربی در قزل‌آلای رنگین کمان پرورشی نسبت به قزل‌آلای رنگین کمان رودخانه‌ای و قزل‌آلای خال قرمز (جدول ۲) را می‌توان چنین توجیه نمود که جیره غذایی ماهیان پرورشی با افزایش وزن ماهیان برای پرواربندی و فروش ماهیان در بازار، از جیره غذایی پر چرب و با درصد پروتئین بالا مثل ضایعات کشتارگاه و آرد ماهی که دارای ۴۶ درصد پروتئین است استفاده می‌شود. استفاده از جیره غذایی دارای چربی بیشتر و پروتئین کمتر افزایش جذب پروتئین را در بدن به همراه دارد. بنابراین افزایش سطوح چربی جیره‌های غذایی قزل آلا رنگین کمان باز دهی پروتئین را افزایش می‌دهد (Luzzana et al., 1994؛ علیزاده، ۱۳۷۹). گسترش صنعت آبزی پروری بدون وجود غذای کنسانتره مناسب که تأمین‌کننده تمامی نیازهای گونه پرورشی با رشد بهینه، ممکن نخواهد بود(New and Wijkstroem, 2002). بر این اساس رشد سریع به همراه کاهش هزینه تولید، یکی از موارد مرتبط با تغذیه مناسب است. از این رو تولید غذاهای پر انرژی از راه افزایش درصد چربی غذا به عنوان یکی از راهکارهای شناخته شده برای رشد سریع ماهیان گوشتخوار در مرحله پرواری مطرح می‌شود

به منظور درک بهتر ترکیبات شیمیایی این ماهیان با سایر ماهیان، مقایسه ای در جدول ۴ نشان داده شده است. میزان رطوبت برای آزاد ماهی اطلس و قزل آلای رنگین‌کمان به ترتیب ۶۷/۳ و ۷۳ درصد اندازه‌گیری شده است (Usydus e al., 2011) که نزدیک به نتایج به دست آمده در این تحقیق می‌باشد (جدول ۲). در رابطه با مقادیر پروتئین و چربی در گوشت گونه‌های مختلف ماهیان تحقیقات بیشتری انجام شده است. طبق این تحقیقات در جدول ۲، میزان پروتئین در ماهی قزل‌آلا رودخانه‌ای، قزل‌آلا پرورشی و قزل‌آلا خال قرمز در مقایسه با بعضی گونه‌های دیگر کار شده در تحقیقات سایر محققین نظیر ۱۶/۷ درصد در کپور معمولی، (Usydus e al., 2011) و ۱۵/۲۱ درصد در ماهی شوریده (ضیائیان و

نوربخش، ۱۳۹۱) بیشتر می‌باشد.

مقدار پروتئین درعضلات آبزیان بین ۱۵ تا ۲۵ درصد متغیر است که در هنگام عدم دستیابی به موادغذایی برای مدت طولانی این مقدار ممکن است به حد زیادی کاهش یابد و به ۱۵ درصد می‌رسد (Rehbein and Oehlenschlager, 2009). نتایج نشان داد میزان چربی موجود در ماهی قزل‌آلا رودخانه‌ای، قزل‌آلا پرورشی و قزل‌آلا خال قرمز در مقایسه با بسیاری از آبزیان دیگر نظیر ۵/۱ درصد در ماهی کپور معمولی (Usydus e al., 2011)، ۴/۱۲ درصد در ماهی شوریده (ضیائیان نوربخش، ۱۳۹۱) و ۱/۵۶ درصد در ماهی کپور علفخوار (اجاق و همکاران، ۱۳۸۸) کمتر است.

به نظر Radrigo و همکاران (۱۹۹۷) این اختلاف در میزان ترکیبات غذایی، بستگی به گونه آبزی دارد همچنین نوع غذای مصرفی نیز تأثیرگذار است. مقدارترکیبات تقریبی درماهی‌ها متفاوت است و به عوامل مختلف از قبیل گونه، سن، نوع تغذیه، شرایط محیطی بستگی دارد (Huss, 1995; Praparsi et al., 1999; Suriah et al., 1995). چربی‌ها جزیی از ترکیب شیمیایی عضله ماهی هستند که مقدار آنها در بدن ماهی‌های مختلف متفاوت می‌باشد (Rehbein and Oehlenschlager, 2009).

نتایج بررسی پروفایل‌های اسیدچرب نشان داد بیشترین میزان اسیدهای چرب اشباع در قزل‌آلا رودخانه‌ای، اسید چرب تک غیراشباع در قزل‌آلا خال قرمز و اسید چرب چند غیراشباع در قزل‌آلا پرورشی بود. نوع و مقدار اسیدهای چرب در بافت‌های ماهی ممکن است با نوع غذای ماهی تغییرکند، اما فاکتورهای دیگری مانند اندازه یا سن ماهی، وضعیت تولیدمثلی، موقعیت جغرافیایی و فصل (درجه حرارت آب، شوری، فتوپریود) بر محتوای چربی و ترکیب عضله ماهی مؤثر می‌باشند (Periago et al., 2005; Alasalvar et al., 2002).

اسیدهای چرب EPA و DHA از سایر اسیدهای چرب مهم‌تر هستند (Sargent, 1995). علت این امر استفاده از این اسیدهای چرب ضروری در غشای سلولی ماهیچه‌ها، مغز و شبکیه در مرحله اندام‌زایی است (Cejas et al., 2004). بیشتر تحقیقات بیانگر این است که روغن ماهی سطح LDL، تری-گلیسیرید و فشار خون را کاهش می‌دهد (Exler, 1987). اثر کاهش تری‌گلیسیرید به دلیل دو اسید چرب EPA و DHA است.

تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که مصرف غذاهای دریایی DHA می‌تواند از بروز بیماری‌هایی نظیر روماتیسم جلوگیری کند (Holub, 1992). وجود اسیدهای چرب EPA و DHA در آبزیان

ناشی از تجمع آنها در زنجیره‌های غذایی است (Holub , 1992).

ماهی حاوی اسیدهای چرب امگا-۳ می‌تواند تأثیر بسیار زیادی بر عملکرد فاکتورهای بیولوژیکی مرتبط با بیماری‌های قلبی و عروقی در انسان داشته باشد که این امر به دلیل کاهش کلسترول خون می‌باشد. بدن انسان قادر به سنتز اسیدهای چرب چند غیراشباعی امگا-۳ (ω-3 PUFA) نمی‌باشد و این اسیدهای چرب باید از طریق غذا تأمین شوند (Alasalvar et al., 2002).

Tucker و Pigott (۱۹۹۰) بیان نمودند که نسبت ω-3/ω-6 می‌تواند بهترین شاخص برای سنجش ارزش غذایی روغن گونه‌های مختلف ماهیان باشد. در بررسی حاضر میزان امگا-۳ به امگا-۶ (ω-3/ω-6) در قزل آلا پرورشی ۳/۳۰ درصد بیشترین مقدار، در قزل آلا خال قرمز ۲/۴۴ و در قزل آلا رودخانه‌ای ۳/۲۲ درصد بود (P>۰/۰۵). نسبت اسیدهای چرب امگا- ۶ به امگا- ۳ از نظر تغذیه‌ای باید کمتر از ۴ به ۱ باشد (Pepping, 1999). در ماهیان مورد بررسی نیز چنین نتیجه ای مشاهده شد.

جدول ۵ مقایسه میزان ترکیبات غذایی و اسیدهای چرب را در گونه‌های مختلف ماهیان نشان می‌دهد. مقدار اسید چرب اشباع SFA در ماهی قزل‌آلا رودخانه‌ای، پرورشی و خال قرمز به ترتیب ۲۴/۸۰، ۲۰/۴۲ و ۱۸/۵۵ درصد اندازه‌گیری گردید، اما در اکثر ماهیان نظیر ۵۳/۴۱ درصد در ماهی سارم دهان بزرگ (هادی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲)، ۷۶/ ۳۴ درصد در ماهی شوریده (ضیائیان نوربخش، ۱۳۹۱)، به ترتیب ۳۴/۰۶ و ۳۲/۸۶ درصد در ماهی کپور معمولی و علفخوار (اجاق و همکاران، ۱۳۸۸) بیشتر از قزل‌آلا بوده است.

همچنین اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA) در ماهی قزل‌آلا رودخانه‌ای، قزل‌آلا پرورشی و قزل‌آلا خال قرمز به ترتیب ۴۴/۹۶، ۳۵/۲۳ و ۴۸/۰۳ درصد اندازه‌گیری شد. اما در اکثر ماهیان نظیر ۲۵/۰۲ درصد در ماهی کپور معمولی (قمی و همکاران، ۱۳۹۰) و ۲۷/۳۳ درصد در ماهی سفید دریای خزر (اجاق و همکاران، ۱۳۸۸) میزان MUFA کمتر از قزل‌آلا بوده است. میزان PUFA در ماهی قزل‌آلا رودخانه‌ای، قزل‌آلا پرورشی و قزل‌آلا خال قرمز به ترتیب ۲۸/۶۹، ۴۵/۹۵ و ۳۵/۵۱ درصد از کل چربی برآورد شده است.

در مقایسه با ماهیانی مانند کپور معمولی ۲۵/۳۹ درصد (قمی و همکاران، ۱۳۹۰) و کپور علفخوار ۲۴/۱۳ درصد (اجاق و همکاران، ۱۳۸۸)، ماهی شوریده ۲۲/۲۲ درصد (ضیائیان نوربخش، ۱۳۹۱)، فیل

ماهی دریایی و پرورشی ۱۱/۱۴ و ۲۲/۶ درصد (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۳)، سارم دهان بزرگ ۲۳/۵۳ درصد (هادی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲) بیشتر بوده است. در واقع تفاوت در پروفایل اسیدهای چرب را تنها نمی‌توان به تفاوت‌های گونه‌ای نسبت داد بلکه رژیم‌های غذایی نیز در این زمینه بسیار تأثیرگذار هستند.

یکی از شاخص‌های مهم و کلیدی برای بررسی ارزش تغذیه‌ای ماهی نسبت PUFA/SFA است. حداقل میزان توصیه شده شاخص PUFA/SFA برابر ۰/۴۵ می‌باشد (HMSO, 1994). نتایج بررسی حاضر نشان داد، این نسبت در ماهیان مورد بررسی بیشتر از شاخص HMSO بود.

نتایج این تحقیق نشان داد میانگین درصد چربی، پروتئین و خاکستر بافت ماهیان ماهیان قزل‌آلا رودخانه‌ای، پرورشی و خال قرمز تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارد و به طور کلی درصد مناسبی از پروتئین در گوشت این ماهیان وجود دارد. هرچند که این ماهیان از ماهیان کم چرب می‌باشند. همچنین میزان اسید چرب SFA، MUFA و PUFA به ترتیب در قزل‌آلا رودخانه‌ای، قزل‌آلا خال قرمز و قزل‌آلا پرورشی بیشتر است. اما میزان اسید چرب EPA+DHA و PUFA/SFA در قزل‌آلا پرورشی بیشتر از سایرین بود. نسبت به آلای ω-3/ω-6 در این ماهیان نشان دهنده ارزش تغذیه ای ب آلای ماهیان قزل آلا در مقایسه با سایر آبزیان است.

جدول ۴. مقایسه ترکیبات غذایی در بین گونه‌های مختلف ماهیان.

پارامتر	آزاد ماهی اطلس	قزل‌آلا رنگین کمان	کپور معمولی	شوریده	کپور معمولی	کپور علفخوار
پروتئین	۱۸/۴	۱۸/۹	۱۶/۷	۱۵/۲۱	۰/۲۹	۰/۶۱
چربی	۱۳/۱	۷/۴	۵/۱	۴/۱۲	۲/۰۱	۱/۵۶
رطوبت	۶۷/۳	۷۳/۰	۷۷/۷	۷۶/۵۱	۰/۷۱	۰/۶۵
خاکستر	۱/۲	۰/۸	۰/۶	۲/۱۰	۰/۰۰	۰/۰۲
منبع	Usydus و همکاران، ۲۰۱۱	Usydus و همکاران، ۲۰۱۱	Usydus و همکاران، ۲۰۱۱	ضیائیان نوربخش، ۱۳۹۱	اجاق و همکاران، ۱۳۸۸	اجاق و همکاران، ۱۳۸۸

جدول ۵. نتایج بررسی پروفایل اسیدهای چرب در بین گونه‌های مختلف

اسیدهای چرب	قزلآلا رنگین کمان	کپور معمولی	ماهی سفید دریای خزر	کپور معمولی	کپور علفخوار	شوریده	فیل ماهی دریایی	فیل ماهی پرورشی	سارم دهان بزرگ	قزلآلا رنگین کمان	آزاد ماهی اطلس
ΣSFA	۲۷/۹۶	۳۲/۶۵	۲۴/۶۹	۳۴/۰۶	۳۲/۸۶	۳۴/۷۶	۲۵/۸۶	۲۴/۹۰	۵۳/۴۱	۲۲/۱۰	۲۴/۳۰
ΣMUFA	۳۹/۵۵	۳۴/۳۸	۲۷/۳۳	۲۵/۰۲	۳۹/۴۳	۳۹/۰۶	۳۴/۴۲	۳۸/۵۴	۳۰/۹۴	۳۱/۶۰	۲۶/۱۰
ΣPUFA	۲۴/۸۳	۲۵/۳۹	۲۷/۵۸	۳۷/۵۴	۲۴/۱۳	۲۲/۲۲	۱۱/۱۴	۲۲/۶۰	۲۳/۵۳	۴۶/۳۰	۴۹/۶۰
Σn3	۱۷/۴۰	۱۳/۳۹	۱۷/۵۹	۲۵/۳۱	۸/۶۰	۱۷/۵۷	۶/۹۱	۶/۶۹	۱۷/۰۹	۳۷/۵۰	۴۳/۷۰
Σn6	۷/۴۳	۱۲/۰۰	۹/۹۹	۱۲/۲۳	۱۵/۵۲	۴/۱۹	۳/۶۴	۱۵/۷۱	۶/۴۴	۸/۸۰	۵/۹۰
n3/n6	۰/۴۲	۰/۸۹	۰/۵۶	۰/۴۸	۳/۴۲	۴/۱۹	۱/۹۰	۰/۴۲	–	۴/۳۰	۷/۴۰
EPA	–	–	–	۱/۴۶	۴/۷۸	۱/۹۹	۱/۹۰	۱/۰۲	–	۸/۰۰	۳/۸۰
DHA	–	–	–	۴/۳۳	۱۲/۶۱	۱۲/۲۳	۲/۸۸	۳/۸۰	–	۱۷/۵۰	۲۶/۶۰
منبع	قمی و همکاران، ۱۳۹۰			اجاق و همکاران، ۱۳۸۸		ضیائیان نوربخش، ۱۳۹۱	کاظمی و همکاران، ۱۳۹۳		هادی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲	Usydus و همکاران، ۲۰۱۱	

فهرست منابع

1. **Alizadeh, M. (2000**). Effects of dietary protein and energy levels in rainbow trout in brackish water. Iranian scientific Fisheries journal. 4(1): 78-88. (in Persian).
2. **Aberoumad, A., Pourshafi, K. (2010).** Chemical and proximate composition properties of different fish species obtained from Iran. World journal of fish marine science. 2(3): 237-239.
3. **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.
4. **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.

5. **AOAC (Association of Official Analytic Chemists). (2005)**. Official Methods of Analysis AOAC, Washington DC.1963 p.
6. **Committee on Medical Aspects of Food Policy. (1994)**. Nutritional Aspects of Cardiovascular Disease, Department of Health Report on Health and Social Subjects, No. 46, HMSO, London.
7. **FAO, (2012).** FAO Yearbook of fishery statistics. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
8. **Hadizadeh, Z., Mouraki, N., Moeini, S. (2013)**. Detection of amino acid and fatty acid profiles in the meat of Talang queen (*Scomberoides commersonnianus*). Journal of Marine Biology. 5(1): 35-50. (in Persian).
9. **Ghomi, M.R., Jadid Dokhani, D., Hasandoost, M. (2011)**. Comparison of fatty acids and amino acids profile and proximate composition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), common carp (*Cyprinus carpio*) and kutum (*Rutilus frisii kutum*). Journal of Fisheries. 5(4): 1-16. (in Persian).
10. **Holub, B. J. (1992)**. Potential health benefits of the omega-3 fatty acids in fish. University of Nova Scotia halifax, Canada. 63 p.
11. **Huss H.H. (1995)**. Quality and changes in fresh fish. FAO, Fisheries Technical Papers, 348 P.
12. **Jabeen, F., Chaudhry, A. S. (2011)**. Chemical compositions and fatty acid profiles of three freshwater fish species. Food Chemistry.125: 991–996.
13. **Kinsella, J.E., Shimp, J.L., Mai, J., Weihrauch, J. (1997)**. Fatty acid content and composition of freshwater finfish. Journal of American Oil Chemists Society. 54: 424-429.
14. **Kris-Etherton P.M., Harris W.S., Appel L.J. (2003)**. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. Arteriosclerosis Thrombosis Vascular Biology.23: 20–31.
15. **Luzzana, U., Serrini, G., Moretti, V.M., Gianesini, C. (1994**). Effect of expanded feed with high fish oil content on growth and fatty acid composition of rainbow trout. Aquaculture International. 2(4):239-248.
16. **New, M.B., Wijkstroem, U.N. (2002)**. Use of fishmeal and fish oil in aquafeeds. Further thoughts on the fishmeal trap. FAO Fisheries. Circular No. 975, Rome, Italy. 61 p.
17. **Millar, J.A., Wall-Manning, H.J. (1992)**. Fish Oil in Treatment of Hypertension.N. Z.Med. J., 105.pp. 155-163.

18. **Muraleedharan, V., Antony, K. P., Perigreen, P. A., Gopakumar. (1996)**. Utilization of unconventional fish resources for surimi preparation. Proceeding of the second workshop on scientific results of FORV SAGAR sampada, dept. of ocean development, New Delhi, (India), pp. 539-543.
19. **Murph, R. G., (1993).** Handbook of lipids research, 7, Mass spectrometry of lipids. Plenum press. 290 p.
20. **Ojagh, S. M., Rezaei, M., Khorramgah, M. (2009)**. The investigation of nutritional composition and fatty acids in muscle of common carp (*Cyprinus carpio*) and grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). Journal of Food Science and Technology. 6(1). 77-83. (in Persian).
21. **Osman, H., Suriah, A. R., Law, E. C. (2001).** Fatty acid composition and cholesterol content of selected marine fish in malaysian waters. Food Chemistry.73: 55-60.
22. **Ozogul, Y., Ozogul, F., Alagoz, S. (2007)**. Fatty acid profiles and fat contents of commercially important seawater and freshwater fish species of Turkey: A comparative study. Food Chem. 103: 217-223.
23. **Palmeri. G., Turchini, G.M., De Silva, S.S. (2007)**. Lipid characterization and distribution in the fillet of the farmed Australian native fish, Murray cod (*Maccullochella peelii*). Food Chemistry. 102: 796–807.
24. **Pepping, J. (1999)**. Omega-3 essential fatty acids. Am. J. Health-Syst. Pharm. 56: 719-724.
25. **Periago, M.J., Ayala, MD., López-Albors, O., Abdel, I., Martínez, C., Garcia-Alcázar, A., Ros, G., Gil, F., (2005)**. Muscle cellularity and flesh quality of wild and farmed sea bass, *Dicentrarchus labrax L*. Aquaculture. 249: 175-188.
26. **Praparsi, P., Kunchit, J., Eakkarach, K. (1999).** Proximate composition of raw and cooked Thai freshwater and marine fish. Journal of Food Composition and Analysis. 12: 9-16.
27. **Rasoarahona, J.R.E., Bamathan, G.B., Bianchi, J. P., Gaydou E. M. (2005)**. Influence of season on the lipid content and fatty acid profiles of three tilapia species (*Oreochromis niloticus*, *O. macrochir* and *Tilapia rendalli*) from Madagascar. Food Chemistry. 91: 683-694.
28. **Radrigo, J., Roso, G., Lopez, C., Ortuno, J. (1997)**. Proximate and mineral composition of dried salted roe of hake. Food Chemistry. 63: 221-225.
29. **Rehbein, H., Oehlenschläger, J. (2009)**. Fishery products Quality, Safety and

Authenticity.

30. **Sathivel, S., Prinyawiwatkul, W., Grimm, C. C., King, M. J., Lioyd, S. (2002)**. Fatty acid composition of crude oil recovered from catfish viscera. Journal of American Oil Chemistry Society. 79: 989-992.
31. **Stansby, M.E. (1962)**. Proximate composition of fish. Fish in Nutrition. Ed by Erik Heen and Rudolf erenzer, Fishing News (Books) Ltd., Ludgate, 110 Fleet Street, London, E.C 4, England.
32. **Suriah, AR. Osman, H, Nik, M.D. (1995).** Fatty acid composition of some Malaysian fresh water fish. Food Chem. 54: 45-49.
33. **Tucker, B. W., Pigott, G. M. (1990**). Effects of technology on nutrition. Marcel Decker pub., New York. 243 p.
34. **Usydus, Z., Adamczyk, M. Szatkowska, U. (2011)**. Marine and farmed fish in the polish market: Comparison of the nutritional value, Food Chemistry. 126: 78-84.
35. **Vlieg, P., Body, D.R. (1988)**. Lipid contents and fatty-acid composition of some New-Zealand freshwater finfish and marine finfish, shellfish, and roes. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research. 22: 151-162.
36. **Ziyaiyannourbakh, H. (2012)**. Determine the fatty acid profile and ingredients in *Otolithes ruber*. Journal of food technology and nutrient. 4:77-84. (in Persian).