DOI: 10.22092/vj.2020.341371.1679
شماره ۱۳۱ تابستان ۱۴۰۰
تحقیقات دامپزشکی و فرآورده‌های بیولوژیک

بررسی و مقایسه پروفیل اسیدهای چرب و املاح کلسیم، فسفر و آهن در ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*)، شیربت (*Arabibarbus grypus*) و قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

• **محمدرضا محمدی**
گروه علوم و صنایع غذایی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
• **نرگس جوادزاده (نویسنده مسئول)**
گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
• **حدیده معبودی**
گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸-۱۰-۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸-۱۲-۲۸
Email: nargesjavadzadeh@yahoo.com

چکیده

تحقیق حاضر با هدف بررسی و مقایسه پروفیل اسید چرب و املاح کلسیم، فسفر و آهن در ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*)، شیربت (*Arabibarbus grypus*) و قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) انجام شد. بدین‌منظور تعداد ۳ قطعه از هر گونه ماهی (در مجموع ۹ قطعه ماهی) مورد آزمایش و آنالیز قرار گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که بالاترین مقدار عناصر آهن و کلسیم به ترتیب با میزان ۳/۷۳ و ۲۶/۱۹ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر متعلق به ماهی شیربت و قزل‌آلا بود. از سوی دیگر در ماهی قزل‌آلا بیشترین مقدار فسفر با میزان ۲/۹۴ گرم در کیلوگرم بدست آمد. افزایش درصد خاکستر می‌تواند سبب کاهش کیفیت گوشت در آبزیان شود از این رو نتایج بدست آمده از درصد خاکستر نشان داد که کمترین مقدار خاکستر با ۱/۰۴ درصد متعلق به ماهی شیربت و بیشترین مقدار متعلق به تیلاپیا و قزل‌آلا با ۱/۱۳ درصد بود. بیشترین مقدار ماده خشک به میزان ۲۸/۲۶ درصد در ماهی شیربت بدست آمد. همچنین ماهی شیربت با ۷۰/۹۷ درصد بیشترین مقدار اسید چرب غیر اشباع را نیز دارا بود. ماهیان قزل‌آلا و تیلاپیا به ترتیب حاوی ۶۵/۷۱ و ۵۷/۱۴ درصد اسید چرب غیراشباع بودند. بنابراین می‌توان اعلام کرد ماهی شیربت با دارا بودن بیشترین مقدار اسید چرب غیر اشباع از نظر کیفیت و کالری مورد نیاز بدن انسان، در مقایسه با دو ماهی دیگر ارجحیت دارد، همچنین ماهی تیلاپیا با دارا بودن بیشترین مقدار پالمتیک اسید در بین سه گونه ماهی مورد آزمایش بطور واضحی نمایان ساخت که کیفیت خوراکی این ماهی در قیاس با دو ماهی دیگر از سطح بسیار پایینی برخوردار است.

کلمات کلیدی: اسید چرب، املاح، قزل‌آلا، شیربت و تیلاپیا

Veterinary Researches & Biological Products No 131 pp: 136-143

Evaluation and Comparison of Fatty Acid Profile and Calcium, Phosphorus and Iron in *Oreochromis niloticus*, *Arabibarbus grypus* and *Oncorhynchus mykiss*

By: Mohammadi, M. R., Department of Food Science and Technology, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran. Javadzadeh, N., (Corresponding Author) Department of Fisheries, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran. and Mabudi, H., Department of Fisheries, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

Received: 2020-01-02 **Accepted: 2020-03-18**

Email: nargesjavadzadeh@yahoo.com

The aim of this study was to compare the fatty acid profile and calcium, phosphorus and iron in *Oreochromis niloticus*, *Arabibarbus grypus* and *Oncorhynchus mykiss*. For this purpose, 3 fish (9 fish in total) were analyzed. The results showed that the highest amounts of iron and calcium were obtained in *A. grypus* and *O. mykiss* with 3.73 and 26.19 mg/kg, respectively. *O. mykiss*, on the other hand, had the highest phosphorus content of 2.94 g/kg. Increasing the amount of ash can decrease the quality of meat in aquatic life, so the results showed that the lowest amount of ash belonged to *A. grypus* with 1.04% and *O. niloticus* and *O. mykiss* with 1.13%. The highest dry matter content was 28.26% in *A. grypus*. Also, *A. grypus* had the highest amount of unsaturated fatty acid (70.97%). *O. mykiss* and *O. niloticus* had 65.71% and 57.14% unsaturated fatty acids, respectively. Therefore, it can be stated that *A. grypus* has the highest amount of unsaturated fatty acids in terms of quality and calories needed by the human body compared to the other two fish. *O. niloticus*, with the highest palmitic acid content among the three species tested, clearly showed that the quality of this fish was very low compared to the other two fishes.

Keyword: Fatty Acid, Minerals, *Oreochromis niloticus, Arabibarbus grypus, Oncorhynchus mykiss*

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت انسانی، نیاز فراوان به تولید مواد غذایی را در پی دارد و موجبات رشد و توسعه فناوري فراورده‌هاي غذایی به ویژه محصولات شیلاتی را فراهم نموده است. علاوه بر موضوع تهیه غذا، فراهم‌آوردن غذاي سالم نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. ماهی از جمله مواد غذایی شناخته شده‌اي است که اثرات پیشگیري و درمان آن بر بسیاری از بیماري‌ها مورد تأیید دانشمندان قرار گرفته است (۱۰). ماهیان حاوي مقادیر زیادي از ترکیبات مغذي، ویتامین‌ها، املاح معدنی نظیر Zn ،I ،Fe ،Ca ،Cu، می‌باشند، همچنین مقادیر بالایی اسید چرب با بیش از چهار باند دوگانه (HUFA: High Unsaturated Fatty Acid) به ویژه اسید دوکوزاهگزانوئیك (n۲۲:۶-۳) و اسید ایکوزاپنتانوئیک (n۲۲:۶-۳) دارا می‌باشند، از آنجا که انسان‌ها قادر به سنتز این نوع از اسیدهاي چرب نمی‌باشند، لذا به منبع غذایي حاوي اسید دوکوزاهگزانوئیك (DHA) و اسید ایکوزاپنتانوئیک (EPA) به مقدار کافي نیازمندند (۲۲). بنابراین تحقیق حاضر، با هدف بررسی و مقایسه پروفیل اسید چرب و املاح(کلسیم، فسفر و آهن) در ماهیان تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*)، شیربت (*Arabibarbus grypus*) و قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) انجام شد. از آنجا که ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان، شیربت و تیلاپیا در استان خوزستان به وفور یافت مي‌شوند و جزء ماهیاني با ارزش اقتصادي خوب محسوب مي‌گردند. بنابراین، با توجه به تولید و مصرف قابل توجه ماهیان در کشور ما و همچنین افزایش آگاهی عمومی در مورد اهمیت ماهی به عنوان غذای سلامت، بررسی این سه گونه ماهی از نظر پروفیل اسیدهای چرب و املاح بسیار مهم می‌نماید.

ماهی شیربت از ماهیان بومی استان خوزستان است و در حوزه رودخانه فرات، کارون، خلیج فارس و حوضه هرمز انتشار دارد. در سال‌های اخیر به طور مصنوعی تکثیر شده و به آب‌های داخلی مانند تالاب شادگان و هورالعظیم رهاسازی می‌شود (۵). ماهی تیلاپیا به طور گسترده‌ای در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری آفریقا پراکنش دارد. نمونه‌های بزرگ ماهی تیلاپیا دارای درجه بالایی از انعطاف‌پذیری، سازگاری و فرصت‌طلبی به سبب همه چیزخواری هستند (۱۶). ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در ایران در حوزه دریای خزر، رودخانه‌های دجله، کارون و تجن حضور دارد. به‌طور کلی قزل‌آلای رنگین کمان متعلق به آب‌های سرد و شفاف، بستر سنگی، سنگلاخی و شنی است. این ماهی در شرایط طبیعی در رودخانه‌ها و دریاچه‌های سرد و خنک زیست می‌کند (۲).

در خصوص اسیدهای چرب در آبزیان مطالعات زیادی انجام شده است که از جمله آنها می‌توان به مطالعه مقایسه پروفیل اسید چرب و اسید آمینه

و ترکیب شیمیایي لاشه در ماهیان قزل‌آلاي رنگین کمان، کپور معمولي و ماهي سفید دریاي خزر (۷)، تعیین پروفیل اسیدهاي چرب و ترکیبات غذایي موجود در گوشت ماهي شوریده (۴)، شناسایی ترکیب اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب در گوشت ماهی حلوا سفید در خلیج فارس (۳)، بررسی ترکیبات تقریبی، اسیدهای چرب و ارزیابی حسی گوشت ماهی تیلاپیای نیل و تیلاپیای هیبرید قرمز پرورش داده شده در آب لب شور زیرزمینی بافق- یزد (۹)، مقایسه پروفیل اسید چرب در شگ ماهی و ماهی کپور معمولی در آب‌های دریای خزر (۸)، مقایسه ترکیبات اسیدهاي چرب در بافت ماهیچه، کبد و لاشه ماهیان وحشي و پرورشي بني (۱)، بررسی ترکیب اسید چرب برخی از ماهیان دریایي (راشگو ماهیان، ماهی خال‌مخالی هند، گربه ماهی راه راه دریایی) آب‌هاي مالزي (۲۰)، بررسی ترکیبات شیمیایی، پروفیل اسیدهای چرب و ویتامین‌های E و D در کبد ماهی خاویاری (۲۱) اشاره کرد.

روش کار

ماهیان مورد نظر برای تحقیق حاضر به‌صورت تازه از بازار خریداری شدند، (ماهي قزل‌آلا از شهرکرد، ماهي تیلاپیا از مجتمع پرورش ماهي آزادگان در جاده اهواز-آبادان و ماهی شیربت از شهرستان شوشتر). از هر کدام از ماهیان مورد مطالعه تعداد ۳ نمونه و در مجموع ۹ قطعه ماهی تهیه گردید. عضله فاقد استخوان از بخش پشتي ماهي جدا شده و با آسیاب به شکل خمیر همگن به دست آمد و نمونه‌هاي حاصله متعلق به هر گروه در کیسه‌هاي پلاستیك جداگانه قرار گرفت و نمونه‌ها تا زمان انجام آزمایشات در داخل یخدان یونولیتي و لابه‌لاي یخ نگهداري شدند (۱۹).

به‌منظور اندازه‌گیری کلسیم و آهن از دستگاه جذب اتمی به روش خاکسترسازی استفاده شد، بدین منظور ۴-۶ گرم از نمونه درون بوته چینی در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد تا حصول خاکستر سفید رنگ حرارت دید. سپس بوته در دسیکاتور سرد شد و به خاکستر موجود ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک غلیظ افزوده و مخلوط به مدت ۵ دقیقه روی هات پلیت در زیر هود جوشانده شد. محلول داخل بوته در یک بشر ریخته شد، سپس حجم آن به حدود ۴۰ میلی‌لیتر رسانده و مدت ۱۰ دقیقه روی شعله گاز جوشانده و سپس سرد شد و از روی پشم شیشه به داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتری صاف کرده و به حجم رسید. این محلول به منظور قرائت آهن و کلسیم با دستگاه جذب اتمی استفاده شد. به منظور اندازه‌گیری فسفر ۸ میلی‌لیتر از نمونه آماده شده در مرحله قبل به همراه ۲ میلی‌لیتر معرف وانادیم مولیبدات مخلوط شده و سپس ۲ قطره اسید کلریدریک ۱:۱ به آن اضافه و هم زده شد. بعد از ۱۵ دقیقه جذب نمونه در طول موج ۴۰۰ نانومتر در دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد (۲۴).

به منظور آنالیز اسیدهاي چرب، نمونه‌ها را ابتدا کاملا همگن نموده و بعد یک گرم از هر نمونه به دقت وزن گردید. چربی کل از نمونه‌ها به روش Folch با استفاده از حلال‌های متانول و کلرفرم استخراج گردید. سپس چربی با افزودن ۳ میلی‌لیتر هیدروکسید پتاسیم متانولی (۲ مولار) صابونی و بعد با افزودن ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک متانولی (۱۲٪ حجمی/ حجمی) به متیل استر تبدیل گردید. براي تهیه متیل استر از اسیدهاي چرب، ابتدا عصاره سوکسله تهیه و سپس اسیدهاي چرب صابوني شدند و به دنبال آن استري فیکیشن انجام گردید. متیل استر اسیدهای چرب در یک میلی‌لیتر هپتان نرمال استخراج و جهت آنالیز پروفیل اسیدهای چرب یک میکرولیتر از فاز هپتان نرمال به دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل ۶۸۹۰-Agilent ساخت کمپاني Agilent آمریکا، مجهز به دریچه تزریق کاپیلاري، تزریق شد. جهت شناسائی تک‌تک اسیدهای چرب از مخلوط استاندارد اسیدهای چرب ساخت شرکت سیگما با مقایسه زمان‌های بازداری استفاده گردید. اسیدهاي چرب با استفاده از روش AOCS (American Oil Chemists Society) Ce 1b -۸۹ (۱۹۹۲)، AOCS (American Oil Chemists Society) Ce 1f -۹۶ ,cis-trans (۱۹۹۲) اندازه‌گیري شدند. رطوبت با خشک کردن نمونه در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت و خاکستر با سوزاندن نمونه در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت اندازه‌گیری شد (۱۱). داده‌های آماری با نرم‌افزار SPSS ورژن۱۹ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت، ابتدا داده‌ها از نظر نرمال بودن بررسی، سپس آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (Anova) انجام شد.

نتایج

مقایسه میانگین میزان آهن، کلسیم و فسفر و همچنین درصد ماده خشک، خاکستر و چربی در ماهی قزل‌آلا، شیربت و تیلاپیا در جدول

جدول ۱- مقایسه میانگین املاح، درصد ماده خشک، خاکستر و چربی در ماهی قزل‌آلا، شیربت و تیلاپیا.

ردیف	نمونه ماهی	آهن (mg/kg نمونه تر)	کلسیم (mg/kg نمونه تر)	فسفر (g/kg نمونه تر)	درصد ماده خشک	درصد خاکستر	درصد چربی
۱	قزل الا	۲,۸۹b	۲۶,۱۹a	۲,۹۴a	۲۳,۲۹b	a ۱,۱۳	۳,۵۱b
۲	شیربت	۳,۷۳a	۲۱,۱۴b	۲,۸۱ab	۲۶,۸۶a	۱,۰۴b	۷,۳۷ a
۳	تیلاپیا	۳,۵۱ab	۱۶,۰۵ c	۲,۶۳c	۱۸,۸۶c	a ۱,۱۳	۰,۵c

در هر ستون و برای هر جزء، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان پنج درصد می‌باشد.

۱ آورده شده است. بیشترین غلظت آهن عضله در بین ماهیان مورد مطالعه متعلق به ماهی شیربت (۳/۷۳ mg/kg در وزن تر) بود که تفاوت معنی‌داری با ماهیان قزل‌آلا و تیلاپیا نشان داد (P<۰/۰۵) و پایین‌ترین میزان آهن مربوط به ماهی قزل‌آلا (۲/۸۹ mg/kg در وزن تر) بود (جدول۱). بالاترین میزان کلسیم مربوط به ماهی قزل‌آلا (۲۶/۱۹ mg/kg در وزن تر) و پایین‌ترین میزان آن مربوط به ماهی تیلاپیا (۱۶/۰۵ mg/ kg در وزن تر) بود. میزان کلسیم در هر سه نمونه اختلاف معنی‌دار نشان داد (P<۰/۰۵). نتایج حاکی از آن است که مقدار فسفر در بافت عضله

جدول ۲- میزان اسید های چرب اشباع و غیر اشباع در ماهی قزل آلا، شیربت و تیلاپیا (بر حسب درصد).

نوع اسید چرب	نام اسید چرب	علامت اختصاري	میانگین در قزل آلا	میانگین در شیربت	میانگین در تیلاپیا
اسیدهاي چرب اشباع	میریستیك اسید	C۱۴:۰	۱/۰۷	۱/۷۳	۲/۷۳
	پالمیتیك اسید	C۱۶:۰	۱۴/۳۱	۱۸/۵۷	۲۱/۲۸
	استئاریك اسید	C۱۸:۰	۱۱/۰۷	۴/۳۶	۷/۶۴
	آراشیدیك اسید	C۲۰:۰	۰/۷۶	۰/۱۳	۰/۹۷
	بهنیك اسید	C۲۲:۰	۱/۱۷	۰/۶۱	۰/۳۶
کل			۲۸/۳۸	۲۵/۴	۳۲/۹۸
اسیدهای چرب غیر اشباع با یك پیوند دوگانه	میریستولئیك اسید	C۱۴:۱n۵	۰/۳۰	۱/۰۸	۰/۱۶
	پالمیتولئیك اسید	C۱۶:۱n۷	۳/۰۸	۵	۵/۳۱
	اولئیك اسید	C۱۸:۱n۹	۲۷/۲۹	۴۷/۶۰	۲۸/۷۵
کل			۳۰/۶۷	۵۲/۲۷	۳۴/۲۲
اسیدهاي چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه	لینولئیك اسید	C۱۸:۲n۶	۱۸/۵۵	۱۲/۳۴	۷
	آلفا لینولئیك اسید	C۱۸:۳n۳	۲/۴۵	۱/۴	۳/۱۶
	گاما لینولئیك اسید	C۱۸:۳n۶	۱/۰۱	۱/۳۵	۰/۹۰
	گاما لینولئیك اسید	C۱۸:۴n۳	۱/۳۴	۰/۳۶	۱/۶۳
	ایکوزاترینوئیك اسید	C۲۰:۳n۶	۱/۵۲	۰/۴۶	۰/۴۳
		C۲۰:۳n۳	۱/۴	۰/۸۷	۰/۴۱
		C۲۰:۴n۶	۰/۴۲	۰/۱۳	۰/۶۶
	ایکوزاپنتانوئیك اسید	C۲۰:۵n۳	۱/۸۳	۰/۵۵	۲/۵
		C۲۲:۵n۶	۰/۲۹	۰/۱۹	۱/۱۹
		C۲۲:۵n۳	۰/۵۱	۰/۳۵	۱/۷۸
		C۲۲:۶n۳	۵/۷۲	۰/۶۵	۳/۵۲
	امگا N۳	-	۱۳/۲۵	۴/۱۸	۱۲/۷۴
	امگا N۶	-	۲۱/۷۹	۱۴/۴۷	۱۰/۲۷
	N۶/N۳		۰/۶۰	۰/۲۸	۱/۲۴
کل			۳۵/۰۴	۱۸/۶۵	۲۲/۹۲

ماهیان مورد مطالعه تفاوت اندکی با هم دارند. ماهی قزل‌آلا بیشترین مقدار فسفر را به خود اختصاص داده است (۲/۹۴ g/kg در وزن تر) و ماهیان شیربت و تیلاپیا به ترتیب با ۲/۸۱ و ۲/۶۰ g/kg وزن تر پس از ماهی قزل‌آلا قرار دارند. بیشترین مقدار درصد ماده خشک و درصد چربی به ترتیب با میزان ۲۶/۸۶ و ۷/۳۷ درصد متعلق به ماهی شیربت می‌باشد. کمترین مقدار ماده خشک و همچنین کمترین مقدار چربی در بین سه ماهی متعلق به ماهی تیلاپیا با میزان ۱۸/۸۶ و ۰/۵ درصد بود. بیشترین مقدار خاکستر بدست آمده نیز متعلق به ماهی تیلاپیا و قزل‌آلا با میزان ۱/۱۳ درصد بود، کمترین مقدار خاکستر موجود در بافت عضله ماهیان مورد آزمایش در ماهی شیربت با میزان ۱/۰۴ درصد بدست آمد. اختلاف مابین ماهی شیربت، قزل‌آلا و تیلاپیا نشان از کیفیت بهتر ماهی شیربت نسبت به دو ماهی دیگر دارد.

در تحقیق حاضر تعداد ۱۹ اسید چرب مختلف از ماهیان قزل‌آلا، شیربت و تیلاپیا شناسایی شد، از این تعداد اسید چرب استخراج شده، تعداد ۵ نوع اسید چرب اشباع شامل: میریستیك اسید، پالمیتیك اسید، استئاریك اسید، آراشیدیك اسید و بهنیك اسید بودند که بیشترین مقدار اسید چرب اشباع در فیله ماهی تیلاپیا با ۳۲/۹۸ درصد و کمترین مقدار در بافت عضله ماهی شیربت با میزان ۲۵/۴ درصد بدست آمد. ماهی قزل‌آلا با میزان ۲۸/۳۸ درصد چربی اشباع حدواسط دو ماهی دیگر بود. پایین بودن میزان اسید چرب ماهی شیربت نسبت به تیلاپیا نشان از کیفیت بالای این ماهی در قیاس با تیلاپیا دارد. بیشترین مقدار اسید چرب در هر سه گونه ماهی متعلق به اسید چرب اشباع پالمتیک اسید بود که میزان آن در ماهیان تیلاپیا، قزل آلا و شیربت به ترتیب ۲۱/۲۸، ۱۴/۳۱و ۱۸/۱۷ درصد بدست آمد (جدول۲). بیشترین مقدار اسید چرب غیر اشباع با یک پیوند دوگانه در ماهی شیربت (۵۲/۲۷) بدست آمد و کمترین مقدار آن در ماهی قزل‌آلا (۳۰/۶۷) اندازه گیری شد. اسیدهای چرب غیراشباع جز چربی‌های مفید و ضروری برای انسان به شمار می‌روند. بیشترین مقدار اسیدهای چرب غیر اشباع با یک پیوند دوگانه در ترکیب ۱۸ کربنه اولئیک اسید بدست آمد. نتایج بطور واضح حکایت از برتری ماهی شیربت در مقدار اسیدهای چرب غیر اشباع با بیش از یک پیوند دوگانه نسبت به ماهی تیلاپیا و ماهی قزل‌آلا دارد. بر این اساس بیشترین مقدار اسیدهای چرب غیر اشباع با بیش از یک پیوند دوگانه در ماهی قزل‌آلا (۳۵/۰۴) و کمترین آن در ماهی شیربت (۱۸/۶۵) بدست آمد. بیشترین مقدار اسیدهای چرب غیر اشباع با بیش از یک پیوند دوگانه در ترکیبات ۱۸ و ۲۲ کربنه در بافت عضله ماهیان مورد آزمایش بدست آمد (جدول۲). بالاترین میزان امگا ۶ و امگا ۳ عضله مربوط به ماهی قزل آلا (۲۱/۷۹ و ۱۳/۲۵)، پایین‌ترین میزان امگا ۳ مربوط به ماهی شیربت (۴/۱۸) و پایین‌ترین مقدار امگا ۶ نیز مربوط به ماهی تیلاپیا (۱۰/۲۷) بود. نسبت امگا ۳ به امگا ۶ در ماهیان قزل آلا، شیربت و تیلاپیا به ترتیب ۰/۶، ۰/۲۸ و ۱/۲۴ اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بیشترین غلظت آهن عضله در بین ماهیان مورد مطالعه متعلق به ماهی شیربت و پایین‌ترین میزان آن مربوط به ماهی قزل‌آلا بود، هم‌چنین بالاترین میزان کلسیم مربوط به ماهی قزل‌آلا و پایین‌ترین میزان آن مربوط به ماهی تیلاپیا بود. میزان کلسیم در هر سه نمونه اختلاف معنی‌دار نشان داد ($P<0/05$). نتایج حاکی از آن است که مقدار فسفر در بافت عضله ماهی‌های مورد آزمایش تفاوت اندکی باهم دارند. ماهی قزل‌آلا بیشترین مقدار فسفر را به خود اختصاص داد. اختلاف اندک در مقدار فسفر در این ماهی‌ها حاکی از دامنه تغییرات کم فسفر در ماهیان و آبزیان می‌باشد. در مطالعه پارامترهای فیزیکوشیمیایی، پروفایل اسید چرب و املاح در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان وحشی و پرورشی در ایران (۶)، میزان عنصر کلسیم در فیله ماهیان پرورشی ۳۶ mg/g/. و در فیله ماهیان وحشی ۰/۶۶ mg/g گزارش شد. همچنین میزان فسفر در ماهیان پرورشی و وحشی قزل‌آلا به ترتیب ۲/۴۵ و ۲/۴۹ mg/g و میزان عنصر آهن نیز در ماهیان پرورشی و وحشی قزل‌آلا به ترتیب ۳/۳۱ و ۷/۰۱ mg/kg به دست آمد که به جر عنصر کلسیم، میزان بقیه عناصر با تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. تفاوت در میزان کلسیم بدست آمده در مطالعات مختلف می‌تواند ریشه در تفاوت محیط‌زیست، فعالیت و شرایط اقلیمی، شرایط پرورش ماهی، وحشی و یا پرورشی بودن ماهی، نوسانات متابولیک و نوع غذا باشد. ماهی مواد معدنی را نه تنها از رژیم غذایی بلکه همچنین از آب محیط اطراف خود نیز می‌تواند جذب کند (۱۷). در مطالعه عناصر معدنی بافت عضله ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (۲۳)، میزان آهن عضله بین ۳ تا ۹/۴ mg/kg به دست آمد. در بررسی ترکیبات املاح مس، روی، آهن و منگنز در ماهیان آب شیرین اسلوونی (۱۳)، کمترین میزان آهن در آزاد ماهیان ۲/۶ mg/kg اعلام شد، در مطالعه کیفیت تغذیه‌ای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان دریاچه آتاتورک در ترکیه (۱۴) نیز میزان آهن عضله ماهی قزل‌آلا ۴/۱۵ mg/kg گزارش شد که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. آهن بخش فعال واکنش‌های اکسیداسیون-احیا و زنجیره انتقال الکترون مرتبط با تنفس سلولی می‌باشد و در کمپلکس‌های متصل به پروتئین‌هایی مانند هم، در آنزیم‌هایی مانند سیتوکروم‌های میکروزومی، کاتالاز و ... و همچنین در ترکیبات غیر هم مانند ترانسفرین، فریتین و آنزیم‌های آهن فلاوین یافت می‌شوند. ترکیبات آهن در ماهیان در مقایسه با پستانداران بسیار کمتر است. جذب آهن به جز از غشای آبششی از موکوس روده‌ای نیز انجام می‌شود (۲۵). تفاوت در محیط زیست، فعالیت ماهی و نوسانات متابولیک، آلودگی آب و تفاوت غذا می‌تواند عوامل مهمی در تجمع آهن در نظر گرفته شود.

در مطالعه حاضر بیشترین مقدار ماده خشک و چربی به ترتیب با میزان ۲۶/۸۶ و ۷/۳۷ درصد متعلق به ماهی شیربت بود. کمترین مقدار ماده خشک و همچنین کمترین مقدار چربی در بین سه ماهی متعلق به ماهی تیلاپیا با میزان ۱۸/۸۶ و ۰/۵ درصد بود. بیشترین مقدار خاکستر بدست آمده در تحقیق حاضر متعلق به ماهی تیلاپیا و قزل‌آلا با میزان ۱/۱۳ درصد بود. خاکستر بدست آمده از عضله ماهیان می‌تواند یک فاکتور منفی و کاهنده کیفیت گوشت ماهیان به شمار آید. کمترین مقدار خاکستر موجود در بافت عضله ماهیان مورد آزمایش در ماهی شیربت با ۱/۰۴ درصد بدست آمد. علت این اختلاف را می‌توان به شرایط تغذیه‌ای ماهیان مربوط دانست. به‌طوری‌که تیلاپیا بهترین میزان رشد خود را زمانی نشان می‌دهد که رژیم غذایی آن متعادل و ترکیبی مناسب از پروتئین، کربوهیدرات، چربی، ویتامین‌ها، مواد معدنی و فیبر باشد.

الزامات تغذیه برای هر گونه با گونه دیگر متفاوت است و مهم‌تر از همه با مرحله زندگی ماهی نیز در ارتباط مستقیم است. در تحقیق مقایسه پروفیل اسید چرب، اسید آمینه و ترکیب شیمیایي لاشه در ماهیان قزل‌آلاي رنگین کمان، کپور معمولي و ماهي سفید دریاي خزر (۷) نتایج نشان داد میزان چربي خام ماهي کپور معمولي به طور معني‌داري از دو گونه دیگر بالاتر است. در تحقیق تعیین پروفیل اسیدهاي چرب و ترکیبات غذایي موجود در گوشت ماهي شوریده (۴)، آنالیزها نشان داد که میزان پروتئین در گوشت این ماهي ۱۵,۲۱ درصد مي‌باشد و این ماهي با داشتن ۴,۱۲ درصد چربي جزء ماهیان پرچرب محسوب نمي‌شود. مقادیر خاکستر و رطوبت به ترتیب ۲,۱۰ و ۷۶,۵۱ درصد اندازه گیري گردید. در بررسی ترکیبات تقریبی، اسیدهای چرب و ارزیابی حسی گوشت ماهی تیلاپیای نیل و تیلاپیای هیبرید قرمز پرورش داده شده در آب لب شور زیرزمینی بافق – یزد (۹)، نتایج نشان داد که در گوشت ماهیای تیلاپیای مورد بررسی ۱/۳ تا ۱/۶۸ درصد چربی، ۱۸/۷ تا۱۹/۲۶ درصد پروتئین، ۷۹ تا ۷۸ درصد رطوبت و ۱/۸ تا ۱/۳۵ درصد خاکستر وجود دارد. اختلاف بسیار زیاد مابین ماهی شیربت و تیلاپیا در فاکتورهای ماده خشک و درصد چربی می‌تواند در این باشد که تیلاپیا یکی از ماهیان کم توقع در تغذیه می‌باشد به عبارت دیگر یکی از مزایای بزرگ تیلاپیا در بین آبزیان این است که آن‌ها در سطوح پایین تنوع غذایی تغذیه می‌کنند که این موضوع می‌تواند دلیلی بر کاهش مقدار درصد چربی و مقدار ماده خشک در این آبزی باشد.

تعداد ۵ نوع اسید چرب اشباع شامل: میریستیك اسید، پالمیتیك اسید، استئاریك اسید، آراشیدیك اسید و بهنیك اسید در ماهیان قزل‌آلا، شیربت و تیلاپیا شناسایی شدند که بیشترین مقدار اسید چرب اشباع در فیله ماهی تیلاپیا با ۳۲/۹۸ درصد و کمترین مقدار در بافت عضله ماهی شیربت با میزان ۲۵/۴ درصد بدست آمد. ماهی قزل‌آلا با میزان ۲۸/۳۸ درصد چربی اشباع حدواسط دو ماهی بود. بیشترین مقدار اسید چرب در هر سه ماهی متعلق به اسید چرب اشباع پالمتیک اسید ۱۶ کربنه بود که در ماهی‌های تیلاپیا و قزل‌آلا و شیربت به ترتیب ۲۱/۲۸، ۱۴/۳۱و ۱۸/۱۷ درصد بدست آمد. اسیدهای چرب اشباع جزء چربی‌های مضر محسوب می‌شوند و سبب ایجاد بیماری در انسان از قبیل افزایش کلسترول و تصلب شرایین یا آترواسکلروزیس می‌شوند و مصرف مواد غذایی و گوشت‌هایی با درصد بالای چربی‌های اشباع می‌تواند بسیار خطرناک و زیان‌بار برای انسان باشد. پالمتیک اسید که یک روغن چرب اشباع به حساب می‌آید، به دلیل چگالی کم به راحتی در دیواره رگ‌های انسان رسوب کرده و سبب انسداد عروق می‌گردد (۲۶). ماهی تیلاپیا با دارا بودن بیشترین مقدار پالمتیک اسید در بین سه ماهی مورد آزمایش بطور واضح کیفیت خوراکی پایین‌تری در قیاس با دو ماهی دیگر دارد.

اسید چرب غیر اشباع به اسید چربی گفته می‌شود که در زنجیرهٔ اسید چرب آن دست کم یک پیوند مضاعف وجود داشته باشد (MUFA). اسیدهای چرب غیر اشباع جز چربی‌های مفید و ضروری برای انسان‌ها به شمار می‌روند. بیشترین مقدار اسید چرب غیر اشباع با یک پیوند دوگانه در ماهی شیربت (۵۲/۲۷) به‌دست آمد و کمترین مقدار آن در ماهی قزل‌آلا (۳۰/۶۷) اندازه‌گیری شد. بیشترین مقدار اسیدهای چرب غیر اشباع با یک پیوند دوگانه در ترکیب ۱۸ کربنه اولئیک اسید بدست آمد.

نتایج بطور واضح حکایت از برتری ماهی شیربت در مقدار اسیدهای چرب غیر اشباع با بیش از یک پیوند دوگانه نسبت به ماهی تیلاپیا و ماهی قزل‌آلا دارد. بیشترین مقدار اسیدهای چرب غیر اشباع با بیش از یک پیوند دوگانه (PUFA) در ماهی قزل‌آلا (۳۵/۰۴) و کمترین آن در ماهی شیربت (۱۸/۶۵) بدست آمد. بیشترین مقدار اسیدهای چرب غیر اشباع با بیش از یک پیوند دوگانه در ترکیبات ۱۸ و ۲۲ کربنه در بافت عضله ماهیان مورد آزمایش بدست آمد. بالاترین میزان امگا ۶ و امگا ۳ عضله مربوط به ماهی قزل‌آلا به ترتیب با ۲۱/۷۹ و ۱۳/۲۵ بود، پایین‌ترین میزان امگا ۳ مربوط به شیربت (۴/۱۸) و پایین ترین مقدار امگا ۶ مربوط به تیلاپیا (۱۰/۲۷) بود. نسبت امگا ۳ به امگا ۶ در ماهیان قزل‌آلا، شیربت و تیلاپیا به ترتیب ۰/۶، ۰/۲۸ و ۱/۲۴ اندازه‌گیری شد. در مطالعه پروفیل اسید چرب، اسید آمینه و ترکیب شیمیایي لاشه در ماهیان قزل‌آلاي رنگین کمان، کپور معمولي و ماهي سفید دریاي خزر (۷) اعلام شد که میزان اسیدهاي چرب مهم EPA و DHA و حتي مقادیر اسیدهاي چرب چند غیراشباع (PUFA) در هر سه گونه ماهي مشابه می‌باشد. در بررسی تعیین پروفایل اسیدهاي چرب و ترکیبات غذایي موجود در گوشت ماهي شوریده(۴) اشاره شد که مقدار اسیدهاي چرب اشباع، اسیدهاي چرب تک غیراشباع و اسیدهاي چرب چند غیراشباع به ترتیب ۳۴,۷۶، ۳۹,۰۶ و ۲۲,۲۲ درصد از کل اسیدهاي چرب است. اسید پالمتیک (۲۳,۱۶درصد) و اسید استئاریک (۸,۵۸ درصد) بیشترین اسیدهاي چرب اشباع بوده‌اند. فراوان‌ترین اسیدهاي چرب غیر اشباع، اسید اولئیک (۲۲,۶۹درصد) و اسید دوکوزا هگزانوئیک (۱۲,۲۳درصد) مي‌باشند. نسبت اسیدهاي چرب امگا ۳ به امگا ۶ (۴,۱۹) بیان کننده غني بودن گوشت ماهي شوریده از اسیدهاي چرب امگا ۳ مي‌باشد و بنابراین این ماهي مي‌تواند به عنوان یک غذاي دریایي سالم و مغذي در سبد غذایي خانواده‌هاي ایراني قرار گیرد. در بررسی ترکیبات تقریبی، اسیدهای چرب و ارزیابی حسی گوشت ماهی تیلاپیای نیل و تیلاپیای هیبرید قرمز پرورش داده شده در آب لب شور زیرزمینی بافق–یزد (۹)، پروفایل ۲۷ اسید چرب در گوشت ماهی تیلاپیا شناسایی شد. مقدار اسیدهای چرب اشباع ۲۴/۸۴ تا ۲۷/۱۲ درصد، اسیدهای چرب غیراشباع دارای یک پیوند دوگانه ۳۶/۱۴ تا ۳۹ درصد و اسیدهای چرب غیراشباع دارای چند پیوند دوگانه ۳۸/۱۲ تا ۳۲/۳۸ درصد بود. مقدار اسید چرب EPA ۰/۵ تا ۰/۶۳ درصد و DHA برابر ۶/۱۲ تا ۶/۱۹ اندازه‌گیری گردید. محققین در مقایسه پروفیل اسید چرب در شگ ماهی و ماهی کپور معمولی، در آب‌های دریای خزر(۸) نشان دادند که میزان اسیدهای چرب اشباع، تک غیراشباع و چند غیراشباع در شگ ماهی به ترتیب ۵۲/۲۸، ۱۶/۴۶، ۴۲/۲۱ و در ماهی کپور به ترتیب ۲/۲۶، ۵۹/۴۹، ۲۸/۱۴ بود، هم‌چنین میزان امگا ۳ به امگا ۶ و دکازا هگزانوئیک اسید (DHA) در شگ ماهی به ترتیب ۰/۰۰۳ و ۰/۰۶ و در ماهی کپور به ترتیب ۰/۰۳۹ و ۰/۴۴ بود و بین دو گونه اختلاف معنی‌دار وجود داشت اما در شاخص ایکوزاپنتائنوئیک اسید (EPA) بین تیمارها اختلاف معنی‌داری دیده نشد. همچنین نسبت امگا ۳ به امگا ۶ که به عنوان بهترین شاخص برای سنجش ارزش غذایی روغن گونه‌های مختلف ماهیان می‌باشد، در ماهی کپور معمولی بیشتر از شگ ماهی بدست آمد و این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار بود. در مطالعه ترکیب اسید چرب برخی از ماهیان دریایي (راشگو ماهیان، ماهی خال‌مخالی

هـند، گربه ماهی راه راه دریایی) آب‌هاي مالزي (۲۰)، مقدار اسیدهاي چرب امگا ۳ با ۲۹,۷ تا ۴۸,۴ درصد فراوان‌ترین اسیدهاي چرب بوده اند. همچنین نسبت اسیدهاي چرب غیر اشباع به اشباع براي نمونه‌هاي مورد بررسي بین ۵,۴۹ تا ۲۵,۲ بیان شد که نشانه اهمیت این گروه از اسیدهاي چرب در ماهیان دریایي مي‌باشد. در بررسی خصویات فیزیکی و شیمیایی تعدادی از ماهیان خلیج فارس (۱۵) اعلام شد که در گربه ماهي و سیم دریایي، اسیدهاي چرب پالمتیك و اولئیك به ترتیب فراوان‌ترین اسیدهاي چرب می‌باشند. پروفایل اسید چرب و محتوای چربی ماهیان تحت تأثیر عوامل متفاوتی قرار دارد از جمله رژیم غذایی، زمان رسیدگی جنسی، اندازه و سن ماهی، جنسیت، شرایط تولیدمثلی و شرایط محیطی به ویژه دمای آب (۲۲). به دلیل پایین‌بودن میزان اسیدهای چرب غیر اشباع امگا ۶ در پلانکتون‌های دریایی، میزان اسیدهای چرب امگا ۳ در گوشت ماهیان دریایی بالاتر بوده درحالی‌که در ماهیان آب شیرین میزان اسیدهای چرب امگا ۶ در سطح بالاتری است (۱۸). ماهی قزل‌آلا منابع بسیار غنی پروتئین، ویتامین‌های A، B، C، آهن و زنجیره‌ای طولانی از امگا ۳ و امگا ۶ و اسیدهای چرب سودمند را دارد که بدن انسان قادر به تأمین و ساخت آن نیست و باید آن‌ها را از طریق رژیم غذایی مناسب دریافت کند. ماهی تیلاپیا به لحاظ فنی از نظر بالانس نسبت امگا ۳ به امگا ۶ در رده پایین‌تری از ماهیانی مثل قزل‌آلا و ماهی آزاد قرار دارد؛ به همین دلیل نیز در بازارهای جهانی قیمت پایین‌تری از ماهی آزاد و قزل‌آلا دارد، اما در ایران بازارپسندی تیلاپیا به دلایلی که ذکر شد موجب شده تا قیمت بالاتری از قزل‌آلا داشته باشد، اما صرف پایین‌بودن نسبت امگا ۳ به امگا ۶ دلیل نمی‌شود که تیلاپیا در مجموع از نظر خصوصیات و ارزش غذایی، ماهی کم‌ارزشی تلقی شود. به طورکلی با توجه به نتایج تحقیق حاضر در بررسی املاح آهن، کلسیم و فسفر و همچنین پروفیل اسیدهای چرب در ماهیان قزل آلا، شیربت و تیلاپیا می‌توان اعلام کرد که بیشترین میزان آهن، ماده خشک و درصد چربی و کمترین میزان خاکستر در ماهی شیربت به دست آمد، هم‌چنین کمترین میزان اسید چرب اشباع، کمترین میزان اسید چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه و بیشترین میزان اسید چرب غیر اشباع با یک پیوند دوگانه نیز در ماهی شیربت مشاهده شد. در مقابل ماهی تیلاپیا بیشترین خاکستر و بیشترین میزان اسید چرب اشباع را داشت. بنابراین می‌توان اعلام کرد ماهی شیربت با دارا بودن بیشترین مقدار اسید چرب غیر اشباع از نظر کیفیت و کالری مورد نیاز بدن انسان، در مقایسه با دو ماهی دیگر ارجحیت دارد، همچنین ماهی تیلاپیا با دارا بودن بیشترین مقدار پالمتیک اسید در بین سه گونه ماهی مورد آزمایش بطور واضحی نمایان ساخت که کیفیت خوراکی این ماهی در قیاس با دو ماهی دیگر از سطح بسیار پایینی برخوردار است.

منابع مورد استفاده

1- Darwish, A. Zakeri, M. And Hosseini, S. 20016. Comparison of fatty acid compositions in muscle tissue, liver and carcasses of wild and farmed fish (Mesopotamichthys sharpeyi). *Journal of Animal Environment*. Volume 8, No. 3. 104-114.

2- Sattari, M. Shahsavni, d. And Shafi'i, Sh. 2007. Systematic Ichthyology. Haghshenas Publications. 502 p.

3- Shokralahi Nejad, L., Muraki, N. And Moeini, S. 2012. Identification of amino acid and fatty acid composition in Pampus argenteus Euphrasen, 1788, in the Persian Gulf. *Journal of Marine Biology.* Volume 4. No. 13. 1-12.

4- Ziaian Noorbakhsh, H. 2012. Determination of Fatty Acids and Nutritional Compounds in Otolithes ruber. *Journal of Food Science and Nutrition.* Volume 9. No. 4. 77-84.

5- Ghofle Maremazi, J. 2000. Nutrition and sexual development status of Arabibarbus grypus in Khuzestan water resources. *Iranian Journal of Fisheries*, Volume 9. No. 3. 67-80.

6- Fallah, N., Nowruzi, M. And Mohammadi Futami, T. 2017. Comparison of carcass analysis and fatty acid profile between river rainbow trout, farmed trout (Oncorhynchus mykiss) and red spot trout (Salmo trutta fario) in Haraz river. *Reproductive and Aquaculture Science.* Volume 5. No. 14. 3-44.

7- Qomi, M. Jadid dokhani, D. And Hasandust, M. 2011. Comparison of fatty acid and amino acid profiles and chemical composition of carcass in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss), common carp (Cyprinus carpio) and Caspian whitefish (Rutilus frisii kutum). *Fisheries Journal.* Volume 5. No. 4. 1-16.

8- Kavian, M. Nowruzi, M. 2016. Comparison of fatty acid profiles in Alosa caspia and Cyprinus carpio, in Caspian Sea waters. The first national conference on new achievements in life sciences and agriculture.

9- Moradi, Y. Mashai, N., Karami, B. And Zare Ghashti, Gh. 2012. Approximate composition of fatty acids and sensory evaluation of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus) and red hybrid Tilapia grown in Bafgh-Yazd groundwater. *Iranian Journal of Fisheries*. Volume 21. No. 2. 125-132.

10- Noorzaei, Kh., Zakipour Rahimabadi, A. And Alizadeh Doghikalaei. 2016. Investigation of chemical composition and content of fatty acids of silver carp fillet (Hypophthalmicththys molitrix) after rapid frying, frozen storage and final frying. *Fisheries Science and Technology.* Volume 4. Number 4. 121-133.

11-AOAC, 1990. Official methods of analyses of association of analytical chemist. 15th ed. Washington, DC: AOAC.

12-AOCS (American Oil Chemists Society), 1992. Fatty acid composition by GLC. Determination of cis and trans Fatty acids in hydrogenated and refined oils and foods loy capillary. AOCS Official MethodsCe 1f 96, AOCS, Champaign, IL.

13-Bajc Z., Gacnik K., Jencic V., Doganoc D. 2005. The Contents of Cu, Zn, Fe and Mn in Slovenian Freshwater Fish. *Slov. Vet. Res.*, 42: 15-21.

14-Celik M., Goekce M. A., Başusta N., Kuecuekguelmez A., Taşbozan O., Tabakoğlu .S. 2008. Nutritional quality of rainbow

trout (Oncorhynchus mykiss) caught from the Atatürk Dam Lake in Turkey. *J. Muscle Foods,* 19(1): 50-61.

15-Eid, N., Dashti, B. and Sawaya, W. 2012. Chemical and physical characterization of fish bycatch of the Persian Gulf. *Food Research International*, 125, 181-186.

16-Jauncey, K. and Ross, B. 1982. A Guide to Tilapia Feeds and Feeding. University of Sterling, Scotland.

17-FAO. 2005. Fishing and culture year book. Rome pub. 33-35 p.

18-Justi, K.C., Hayashi, C., Visentainer, V. N., DeSouza, N. E., 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. 2003. *Food Chemistry*. 80, 489-493.

19-Moini, S., Khoshkho, Zh. and Matin, R., 2012. The Iranian (*Acipenser persicus*) and Russian (*Acipencer gueldenstaedtii*) Sturgeon, Fatty acid changes during cold storage. *Global Veterinary,* volume 8, 7: 717-720.

20-Osman, H., Suriah, A. R. and Law, E. C., 2001. Fatty acid composition and cholesterol content of selected marine fish in Malaysian waters. *Food Chemistry*, 73: 55-60.

21-Pravitel'stv, P. 2014. Comparison of chemical composition, fatty acid profile, vitamins E and D in the liver Beluga the Caspian Sea. *Meat Science*. Vol. 31, No. 4, pp: 957-964.

22-Sargent, J. R., Tocher, D. R. and Bell, J. G., 2002. The lipids, In: Halver, J.E., Hardy, R.W. (Eds.), Fish Nutrition. third edition, Elsevier, USA, PP. 181-257.

23-Siemianowska, E., Barszcz, A. A., Skibniewska, K. A., Markowska, A., Polak-Juszczak, L., Zakrzewski, J., Woźniak, M., Szarek, J., Dzwolak, W., 2016. Mineral content of muscle tissue of rainbow trout (*oncorhynchus mykiss walbaum*). *Journal of Elementology* 21(3): 833-845.

24-Tsegay, T., Natarajan, P. and Zelealem T. 2016, Analysis of Diet and Biochemical Composition of Nile Tilapia (*O. niloticus*) from Tekeze Reservoir and Lake Hashenge, Ethiopia, *J Fisheries Livest Prod,* 4:2. 1-7.

25-Watanabe, T., Kiron, V., Satoh, S., (1997). Trace minerals in fish nutrition. *Aquaculture* 151. 185-207.

26-Zibaee Nezhad, M. J., Khosravi, M., Baniasadi, N. and Daneshvar, Z., 2008. Omega-3 Fatty Acid Content in various tissues of different Persian Gulf fish. *Iranian Cardiovascular Research Journal, Volume* 2, No. 1, pp.24-31.