شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸
صفحات ۴۱۷-۴۰۹

بررسی مقایسه ای ارزش غذایی و پروفایل اسیدهای آمینه در ماهیان سی‌باس آسیایی (*lates calcarifer*)، قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorynchus mykis*)، کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*)

سیامک یوسفی سیاه‌کلرودی[۱*]، ژاله خوشخو[۲]، سینا محسنی[۳]، مهیار یوسفی‌سیاه‌کلرودی[۴]

۱- گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم زیستی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، پیشوا، ایران.
۲- گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران‌شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۳- گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران‌شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۴- دانشکده دامپزشکی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ ارسال: ۱۳۹۸/۱۲/۲۹ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۲۱**

چکیده

هدف از این مطالعه، مقایسه میزان ترکیبات شیمیایی (پروتئین، چربی و خاکستر)، مقدار خاکستر و تعیین پروفایل اسیدهای آمینه در چهار گونه ماهی (سی‌باس آسیایی، قزل‌آلای رنگین‌کمان، کپور معمولی و تیلاپیای نیل) بود. بررسی نتایج نشان داد که میزان رطوبت و پروتئین خام در ماهی سی‌باس آسیایی به‌طور معنی‌داری بالاتر از سه گونه دیگر است($p<۰/۰۵$). ولی میزان چربی خام و خاکستر در ماهی کپور معمولی به‌طور معنی‌داری بالاتر از سه گونه دیگر بود ($p<۰/۰۵$). اندازه‌گیری اسیدهای آمینه نیز اختلاف معنی‌داری را در میزان اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری نشان داد ($p<۰/۰۵$). براساس نتایج به‌دست آمده مجموع اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در مقایسه با سه گونه دیگر به‌طور معنی‌داری بالاتر بود ($p<۰/۰۵$). هم‌چنین اختلاف معنی‌داری نیز در نسبت اسیدهای آمینه ضروری (ΣEAA) به اسیدهای آمینه غیرضروری ($\Sigma NEAA$) بین هر چهار گونه مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). بالاترین نسبت اسیدهای آمینه ضروری به غیرضروری در ماهی تیلاپیای نیل و کم‌ترین مقدار آن در ماهی کپور معمولی ثبت شد. در مجموع ترکیبات مغذی و پروفایل اسیدهای آمینه در بین ماهیان مورد مطالعه از تغییرات زیادی برخوردار بود. براساس نتایج به‌دست آمده به‌نظر می‌رسد ماهیان سی‌باس آسیایی و قزل‌آلای رنگین‌کمان به علت ارزش غذایی به‌مراتب بالاتر در مقایسه با کپور معمولی و تیلاپیای نیل توسط مصرف کنندگان بیشتر انتخاب شوند.

واژگان کلیدی: سی‌باس آسیایی، قزل‌آلای رنگین‌کمان، کپور معمولی، تیلاپیای نیل، ترکیبات شیمیایی لاشه، پروفایل اسیدهای آمینه، ارزش غذایی

نویسنده مسئول، سیامک یوسفی سیاه‌کلرودی Email: siamak yousefi1@gmail.com

Journal of Fisheries
Vol. 72, No. 4, Winter 2020
pp. 409-417

Comparing the nutritional value and amino acid profile of muscle in Asian sea bass (*Lates calcarifer*), Rainbow trout (*Oncorynchus mykiss*), Common carp (*Cyprinus carpio*) and Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*)

Siamak Yousefi Siahkalroodi[1]*, Zhaleh Khoshkhoo[2], Sina Mohseni[3], Mahyar Yousefi Siahkalroodi[4]

1. Departmant of biology, Varamin-Pishva branch, Islamic Azad University, Pishva, Iran,
2. Department of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3. Department of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
4. Faculty of Veterinary Medicine, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: mahyar

Received: 18-Mar-2020 **Accepted: 25-Mar-2020**

Abstract
This study was aimed to determine the proximate composition and amino acid profiles of the four species of fish, including the Asian sea bass (Lates calcarifer), Rainbow trout (Oncorynchus mykiss), Common carp (Cyprinus carpio) and Nile Tilapia (Oreochromis niloticus). The results showed that amount of moisture and crude protein in Asian sea bass were significantly higher compare to other species ($p<0.05$). But, the amount of crude fat and ash in common carp were significantly higher than other species ($p <0.05$). The amount of essential and non-essential amino acids showed a significant difference ($p<0.05$). Based on the results, ΣEAA and ΣNEAA in the O. mykiss were significantly higher than the three other species ($p <0.05$). The proportion of ΣEAA to ΣNEAA showed a significant difference among four species ($p<0.05$). The highest ratio of ΣEAA to ΣNEAA was observed in Nile Tilapia and the lowest ratio ΣEAA/ ΣNEAA recorded in Common carp. In conclusion, it seems that Asian sea bass and Rainbow trout due to higher nutritional values compare to common carp and Nile Tilapia are selected by consumers.

Keywords: Asian sea bass, Rainbow trout, Common carp, Nile tilapia, Proximate composition, Amino acids profile, Nutritional value.

*Corresponding Author: Siamak Yousefi Siahkalroudi Email: siamak yousefi1@gmail.com

مقدمه

نقش آبزیان در تغذیه انسان از گذشته‌های دور کاملاً مورد توجه بود و این نیاز با توجه به افزایش روز افزون جمعیت جهان و فقر پروتئین که بر آن حکمفرماست روز به روز چشمگیرتر می‌گردد. به‌طورکلی اهمیت غذایی گوشت انواع ماهی به لحاظ دارا بودن پروتئین و چربی با کیفیت بالا و فراوانی انواع مواد معدنی و ویتامین‌ها در آن است. پروتئین ماهی یکی از با ارزش‌ترین پروتئین‌های حیوانی است، زیرا در مقایسه با پروتئین‌های گیاهی که به‌طور معمول از نظر دارا بودن یک یا چند اسیدآمینه، فقیر می‌باشند، پروتئین حیوانی این گونه نیستند و دارای تمامی اسیدهای آمینه لازم به مقدار و نسبت کافی اند (Abbas Khalili et al., 2018).

بافت عضله ماهی یک منبع مهم پروتئینی و چربی برای انسان‌ها به‌شمار می‌آید. هم‌چنین دانستن ترکیبات شیمیایی گوشت ماهی، امری پر اهمیت محسوب می‌شود. از آن جهت با دانستن درصد آب، پروتئین، چربی، مقدار مواد نشاسته‌ای، مواد معدنی و ویتامین‌های موجود در گوشت ماهی می‌توان بهترین روش را جهت عمل‌آوری آن با توجه به اطلاعات موجود در نظر گرفت (Fahim Dezhban, 2012). ترکیب شیمیایی بدن ماهی از گونه‌ای به گونه دیگر متفاوت است. این تفاوت حتی در بین ماهیان یک گونه هم ممکن است دیده شود که دلیل اصلی این تفاوت در سن، جنس، شرایط محیطی ، فصل و نوع تغذیه می تواند باشد. اما بی‌شک اختلاف اصلی در ترکیب شیمیایی ماهی را باید در ارتباط با غذای دریافتی یا تغذیه ماهی دانست. قسمت خوراکی بدن ماهی یا همان عضلات به‌طور متوسط حدود ۴۵ تا ۵۵ درصد وزن بدن را تشکیل می‌دهند. این درصد ممکن است تحت تأثیر پاره‌ای عوامل ازجمله سن، زمان صید و به‌خصوص شکل ماهی نیز تغییر نماید(Hall, 2011).

هنگام بررسی ارزش غذایی ماهی، تعیین ترکیب آمینواسیدها از اهمیت بالایی برخوردار است (Okland *et al.*, 2005). اسیدهای آمینه فعالیت‌های زیستی بسیار متنوعی را در سلول‌های زنده بر عهده دارند. کیفیت پروتئین هر نوع ماده غذایی به میزان قابلیت هضم و چگونگی تامین همه اسیدهای آمینه ضروری بستگی دارد. ترکیبات اسیدهای آمینه پروتئین ماهی به عوامل درونی هم‌چون نوع گونه، اندازه و رسیدگی جنسی و عوامل خارجی مانند منابع غذایی، فصل صید و درجه حرارت و شوری آب بستگی دارد (Borresen, 1992). در همین ارتباط Ozyurt و Polat (۲۰۰۶) معتقدند که تغییرات در مقادیر اسیدهای آمینه عضله ماهی در نتیجه عواملی چون رژیم غذایی و زمان رسیدگی جنسی قرار دارد. مقایسه کل پروفیل اسیدهای آمینه که تشکیل دهنده ساختار پروتئینی ماهی هستند در روشن شدن ارزش غذایی گونه‌های مختلف ماهیان کاملاً سودمند است. مطالعات متعددی در زمینه بررسی ترکیبات شیمیایی بافت عضلات در ماهی‌های مختلف صورت گرفته که ازجمله می‌توان به پژوهش‌های Sarma و همکاران(۲۰۱۵) روی قزل‌آلای رنگین‌کمان، Gunlu و Gunlu (۲۰۱۴) روی ماهی *Salmo trutta macrostigma*، Zhao و همکاران (۲۰۱۰) روی ماهی *Pampus punctatissimus*، Zeinedini (۲۰۱۶) در فیله ماهی گیش طلایی (*Gnathanodon speciosus*)، Morshedi و همکاران (۲۰۱۵) بر روی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، Sharifian (۲۰۱۴) در ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*)، Hosseini Shekarabi و همکاران (۲۰۱۳) در شوریده دهان سیاه (*Atrobucca nibe*) و Hadizadeh و همکاران (۲۰۱۳) روی ماهی سارم دهان بزرگ (*Scomberoides commersonnianus*) پرداختند.

هدف این مطالعه مقایسه میزان ترکیبات شیمیایی (پروتئین، چربی، خاکستر) و درصد رطوبت و همین‌طور، تعیین و مقایسه میزان پروفیل اسیدهای آمینه در چهار گونه ماهی مورد مطالعه (سی باس آسیایی، قزل‌آلای رنگین‌کمان، کپورمعمولی و تیلاپیای

نیل) بود. بنابراین، با انجام این پژوهش دقیقاً مشخص می‌گردد که ارزش غذایی ناشی از اسیدهای آمینه چهار گونه ماهی دارای چه نوساناتی است و کدامیک از گونه-های پرورشی از ارزش غذایی بالاتری برخوردارند. با اعلام نتایج کاربردی این پژوهش با مقایسه نسبت‌های ارزش غذایی با قیمت فروش در بازار به تفکیک هر گونه ماهی، معیار مناسبی برای مصرف کنندگان ماهی و متخصصان تغذیه انسانی در جهت انتخاب ماهی مناسب‌تر در کنار قیمت ارائه شده به‌دست می‌آید.

۲. مواد و روش ها

۱،۲. تهیه نمونه

برای مقایسه ترکیبات شیمیایی و پروفایل اسیدهای آمینه در بافت عضله ماهی سی‌باس آسیایی پرورش یافته در قفس، قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورشی، کپور معمولی پرورشی و تیلاپیای نیل پرورشی، تعداد ۴۰ قطعه ماهی (از هرگونه تعداد ۱۰ قطعه ماهی، همگی با میانگین وزن ۶۰۰-۴۵۰ گرم) در یک روز و بلافاصله پس از صید خریداری شد. نمونه‌ها توسط یخ به نسبت ۱:۱ به آزمایشگاه شیلات دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال منتقل شدند. ماهیان پس از فلس‌کنی و تخلیه امعا و احشا با آب شستشو داده شدند. سپس به فیله‌های با وزن ۶۰-۵۰ گرم (به ضخامت تقریباً ۱ سانتی‌متر) تبدیل و توسط آب مقطر در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد شستشو داده شدند. فیله‌های تهیه شده از هر گونه با آسیاب به شکل خمیر همگن درآمدند و نمونه‌های متعلق به هر گروه درون کیسه‌های پلاستیک جداگانه قرار داده شد. نمونه‌ها تا زمان انجام آزمایش ها در داخل یخدان یونولیتی و لابه‌لای یخ‌های پولکی نگه‌داری شدند (Moini *et al.*, 2012). اندازه‌گیری پروفایل اسیدهای آمینه و ترکیبات شیمیایی لاشه در دانشگاه صنعتی شریف و انرژی اتمی انجام شد.

۲،۲. تجزیه ترکیب بیو شیمیایی لاشه

تعیین ترکیبات لاشه در نمونه‌های مورد آزمایش با سه تکرار براساس روش استاندارد AOAC (۲۰۰۵) انجام شد.

۳،۲. اندازه‌گیری رطوبت

برای تعیین میزان رطوبت لاشه، مقدار ۵ گرم از فیله گوشت جدا و آب سطحی آن خشک شد. فیله‌ها به مدت ۲۴ ساعت درون دستگاه آون BINDER مدل ED56 ساخت کشور آلمان در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد تا زمان رسیدن به وزن ثابت قرار گرفتند. فیله‌ها درون هاون چینی به شکل پودر درآمدند. با محاسبه اختلاف وزن تر و خشک درصد رطوبت محاسبه شد (AOAC, 2005).

۴،۲. اندازه‌گیری پروتئین خام

تعیین میزان پروتئین در مواد خام اولیه، از طریق تعیین نیتروژن کل به روش کجلدال با استفاده از دستگاه میکروکجلدال اتوماتیک مدل ۲۳۰۰ (تکاتور) ساخت کشور سوئد انجام شد. مقدار ۵ گرم از فیله‌ها جدا و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرارگرفت. فیله‌ها پس از سرد شدن در دیسکاتور توزین شد. سپس نمونه‌ها داخل لوله‌های آزمایش دستگاه، حاوی ۳ گرم کاتالیست پروتئین و ۲۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک در دمای ۲۰۵ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. زمانی که محتویات بالن به رنگ سبز درخشان درآمد، به‌طور کامل هضم شدند. سپس در این مرحله به دستگاه تقطیر کجدال منتقل و مقدار ۴۰ میلی‌لیتر سود سوزآور به‌آرامی به آنها اضافه شد تا رنگ محلول به ارغوانی تغییر کند. تقطیر ادامه یافت تا حجم محلول به ۳۰۰ میلی‌لیتر برسد و رنگ

محلول سیاه شود. در طرف دیگر دستگاه مقدار ۵۰ میلی‌لیتر اسید بوریک ۲ درصد همراه با چند قطره نشانگر متیلن رد داخل ارلن ریخته شد تا محلول به رنگ صورتی درآید و سپس ارلن زیر قطره‌چکان قرار گرفت تا رنگ آن از صورتی به بنفش تغییر یابد. سپس محلول موجود در ارلن با اسید هیدروکلریک ۰/۱ نرمال تیتر شد تا به رنگ صورتی برسد. به محض رؤیت رنگ صورتی تیتراسیون قطع و میزان اسید مصرفی یادداشت شد و با استفاده از فرمول زیر مقدار پروتئین محاسبه شد (AOAC, 2005). (برای تبدیل میزان نیتروژن به پروتئین از ضریب ۶/۲۵ استفاده شد):

وزن نمونه به گرم (۱۰۰۰) / ۱۴×۱۰۰× حجم اسید مصرفی × نرمالیته سود =درصد نیتروژن

فاکتور پروتئین × درصد نیتروژن =درصد پروتئین

۵،۲. اندازه‌گیری چربی خام

تعیین میزان چربی براساس روش سوکسله با استفاده از حلال به‌وسیله دستگاه سوکسله اتوماتیک (تکاتور) ساخت کشور سوئد انجام شد. مقدار ۵ گرم از فیله‌ها جدا و همراه با کاغذ صافی توزین و سپس به مدت ۲۴ ساعت در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس نمونه‌ها به دسیکاتور منتقل‌شد تا سرد شوند. بعد از توزین نمونه‌ها در کارتوش دستگاه سوکسله و داخل بالن قرار گرفت. سپس ۱۵۰ میلی‌لیتر N- hegzan به آن اضافه شد. در مرحله بعد دستگاه به مدت ۹۰ دقیقه روشن شد و در ادامه با قرار دادن بالن در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت هگزان باقیمانده جدا شد. بالن بعد از خنک شد توزین شد (AOAC, 2005).

میزان چربی نمونه‌ها بر اساس فرمول زیر تعیین شد که در آن W1 برابر با وزن بالن خالی (گرم)، W2 برابر وزن بالن بعلاوه چربی (گرم) و W3 برابر با وزن نمونه (گرم) است:

$$FAT = \frac{W2 - W1}{W3} \times 100$$

۶،۲. اندازه‌گیری خاکستر

برای اندازه‌گیری میزان خاکستر (مجموع مواد معدنی) بر مبنای از بین بردن مواد آلی و باقیمانده مواد معدنی از خاکستر کردن به روش خشک استفاده شد. در این روش ۱۰ گرم از فیله‌ها در بوته چینی قرار داده شد. فیله‌ها ابتدا روی حرارت به‌طوری‌که نمونه مشتعل نگردد سوزانده شدند سپس در کوره الکتریکی (دستگاه کوره هریوس ساخت کشور آلمان) به مدت ۵-۴ ساعت در دمای ۵۵۰-۵۰۰ درجه سانتی‌گراد تا زمان به‌دست آمدن رنگ خاکستری حرارت داده شدند. در انتها آنچه باقی‌مانده بود به‌عنوان خاکستر اندازه‌گیری شد. نمونه‌های به‌دست آمده بعد از خنک شدن به‌دقت توزین و براساس فرمول زیر میزان خاکستر هر نمونه تعیین شد (AOAC, 2005):

$$Ash = \frac{M1-M2}{M0} \times 100$$

Mo= وزن ابتدایی نمونه (گرم)، M1= وزن بوته چینی (گرم)، M2= مجموع وزن بوته چینی و خاکستر

۷،۲. اندازه‌گیری اسیدهای آمینه

شناسایی محتوای اسیدآمینه در هر یک از گونه‌ها با سه تکرار با روش Biritish Pharmacopoeia (۲۰۱۱) انجام شد. در این روش نمونه‌ها با اسید کلریدریک به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد هیدرولیز گردید. محلول بافر سدیم سیترات به نمونه هیدرولیز شده به منظور اندازه‌گیری محتوای اسید آمینه اضافه گردید و سپس با استفاده از دستگاه آمینواسید آنالایزر مدل HP HEWLETT 1100 اندازه‌گیری شد.

۸،۲. تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل آماری داده های بدست آمده با نرم افزار آماری SPSS ورژن ۱۸ انجام شد. ابتدا نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف- اسمیرنف آزموده شد. سپس، میانگین داده‌ها در تیمار های مختلف با آزمون واریانس یک طرفه (ANOVA) مقایسه شد و سپس ازآزمون دانکن، برای تعیین سطح معنی داری ببین تیمارها در سطح خطای ۵ درصد استفاده شد. داده‌ها به‌صورت انحراف معیار± میانگین گزارش شد.

۳. نتایج

۱،۳. نتایج ترکیب بیو شیمیایی لاشه

ارزش غذایی تقریبی فیله ماهی سی‌باس آسیایی، قزل‌آلای رنگین‌کمان، کپور معمولی و تیلاپیای نیل در جدول ۱ ارائه شده است. براساس نتایج به‌دست آمده اختلاف معنی‌داری در شاخص‌های اندازه‌گیری شده بین گونه‌های مختلف ماهی مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). بیش‌ترین میزان رطوبت و پروتئین خام در گوشت ماهی سی‌باس آسیایی و بیش‌ترین میزان چربی و خاکستر در بافت عضله ماهی کپور معمولی اندازه‌گیری شد. کم‌ترین مقدار رطوبت و پروتئین در بافت عضله ماهی تیلاپیای نیل و کم‌ترین مقدار چربی و خاکستر در بافت عضله ماهی سی‌باس آسیایی ثبت شد (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین(انحراف معیار± میانگین) **ترکیبات بیوشیمیایی لاشه در گونه های ماهی**

شاخص / گونه ماهی	رطوبت	پروتئین خام	چربی خام	خاکستر
سی‌باس	۷۷/۰±۱۳/۲۳^{a}	۱۹/۰±۸۷/۰۹^{a}	۱/۰±۸۷/۰۲^{d}	۰/۰±۷۳/۰۱^{d}
قزل‌آلای رنگین‌کمان	۷۲/۰±۰۶/۳۳^{d}	۱۸/۰±۶۵/۱۱^{b}	۲/۰±۵۶/۰۴^{c}	۱/۰±۰۲/۰۴^{c}
کپور معمولی	۷۵/۰±۴۹/۲۲^{b}	۱۴/۰±۶۸/۵۰^{d}	۶/۰±۷۲/۲۶^{a}	۲/۰±۱۹/۱۰^{a}
تیلاپیی نیل	۷۳/۰±۱۹/۳۱^{c}	۱۵/۰±۲۱/۱۲^{c}	۶/۰±۰۱/۳۸^{b}	۱/۰±۹۲/۰۵^{b}

* حروف نامشابه در بالای اعداد در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است ($p<۰/۰۵$).

۲،۳. ترکیب اسیدهای آمینه

پروفایل اسیدهای آمینه چهار گونه ماهی مورد مطالعه نیز در جدول ۲ ارائه شده است. براساس نتایج به‌دست آمده اختلاف معنی‌داری از لحاظ مقدار اسیدهای آمینه اندازه‌گیری شده در گوشت ماهیان تحت بررسی مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). بیش‌ترین مقدار هیستیدین، لوسین، فنیل‌آلانین، سیستئین، گلایسین و پرولین در گوشت ماهی سی‌باس آسیایی اندازه‌گیری شد. بیش‌ترین مقدار آرژنین، ایزولوسین، لیزین، متیونین، ترئونین، والین، آلانین، اسیدآسپارتیک، اسیدگلوتامیک، سرین، تیروزین و تزیپتوفان نیز در بافت عضله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان اندازه‌گیری شد. مجموع اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری و نسبت اسیدهای آمینه ضروری به غیرضروری نیز بین گونه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری نشان داد($p<۰/۰۵$).

لازم به ذکر است که از لحاظ مقدار سیستئین و گلایسین بین مقدار اندازه‌گیری شده در بافت عضله ماهی سی‌باس و قزل‌آلای رنگین‌کمان اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p>۰/۰۵$). مقدار آرژنین، متیونین،

سیستئین و گلایسین نیز در بافت عضله کپور معمولی و تیلاپیای نیل فاقد اختلاف معنی‌دار بود ($p>۰/۰۵$). مقداراندازه گیری شده آلانین نیز در بافت سی‌باس آسیایی، کپور معمولی و تیلاپیای نیل فاقد اختلاف معنی‌دار بود ($p>۰/۰۵$).

جدول ۲- میانگین (انحراف معیار± میانگین) ترکیب اسیدهای آمینه (گرم / ۱۰۰ گرم وزن بدن) در بافت عضله ماهی‌ها

اسید آمینه	سی باس آسیایی	قزل‌آلای رنگین‌کمان	کپور معمولی	تیلاپیای نیل
اسیدهای آمینه ضروری (EAA)				
آرژنین	۵/۰±۴۳/۸۷^{b}	۶/۰±۳۵/۶۱^{a}	۲/۰±۶۸/۶۳^{c}	۳/۰±۳۵/۶۴^{c}
هیستیدین	۲/۰±۵۹/۹۵^{a}	۱/۰±۳۱/۳۵^{b}	۰/۰±۴۲/۰۳^{c}	۱/۰±۱۲/۲۴^{b}
ایزولوسین	۵/۰±۲۸/۵۳^{b}	۶/۰±۳۴/۲۳^{a}	۰/۰±۸۰/۰۱^{d}	۲/۰±۲۸/۳۶^{c}
لوسین	۸/۰±۵۸/۹۹^{a}	۵/۰±۵۸/۳۵^{b}	۱/۰±۶۱/۱۷^{d}	۴/۰±۱۷/۶۲^{c}
لیزین	۵/۱±۴۷/۳۱^{b}	۸/۰±۶۹/۴۲^{a}	۱/۰±۲۱/۲۰^{c}	۴/۰±۸۷/۷۳^{b}
متیونین	۲/۰±۰۴/۳۴^{b}	۳/۰±۱۶/۴۳^{a}	۱/۰±۴۷/۱۵^{c}	۱/۰±۵۷/۲۸^{c}
فنیل آلانین	۵/۰±۳۲/۲۸^{a}	۳/۰±۲۶/۲۹^{b}	۰/۰±۸۲/۰۴^{d}	۲/۰±۲۴/۳۳^{c}
ترئونین	۴/۰±۰۸/۵۱^{b}	۵/۰±۱۳/۴۴^{a}	۰/۰±۸۸/۰۱^{d}	۱/۰±۹۹/۱۹^{c}
والین	۴/۰±۰۷/۴۹^{b}	۴/۰±۷۲/۴۱^{a}	۱/۰±۳۵/۲۰^{d}	۲/۰±۳۹/۳۵^{c}
$\sum EAA$	۴۲/۲±۹۰/۱۸^{b}	۴۴/۳±۵۹/۰۱^{a}	۱۱/۱±۲۶/۳۹^{d}	۲۴/۲±۰۱/۴۵^{c}
اسیدهای آمینه غیرضروری (NEAA)				
آلانین	۳/۰±۱۰/۱۸^{b}	۶/۰±۸۴/۸۷^{a}	۳/۰±۶۴/۲۹^{b}	۳/۰±۲۶/۴۳^{b}
اسید آسپارتیک	۸/۰±۰۶/۲۱^{b}	۹/۰±۶۸/۶۰^{a}	۶/۰±۱۷/۳۵^{c}	۴/۰±۸۷/۷۲^{d}
سیستئین	۰/۰±۸۹/۰۶^{a}	۰/۰±۸۵/۴۷^{a}	۰/۰±۰۶/۰۰۳^{b}	۰/۰±۳۰/۲۲^{b}
اسید گلوتامیک	۸/۰±۲۱/۶۴^{b}	۱۴/۱±۳۵/۶۵^{a}	۴/۰±۹۲/۵۸^{d}	۶/۰±۶۹/۸۰^{c}
گلایسین	۷/۰±۴۶/۴۹^{a}	۷/۰±۰۸/۸۶^{a}	۳/۰±۲۰/۱۴^{b}	۳/۰±۳۲/۴۰^{b}
پرولین	۱۴/۰±۰۹/۷۷^{a}	۹/۰±۴۲/۲۹^{b}	۱/۰±۴۴/۲۴^{d}	۴/۰±۰۲/۴۵^{c}
سرین	۳/۰±۶۴/۳۴^{c}	۶/۰±۳۵/۳۹^{a}	۵/۰±۷۷/۰۹^{b}	۲/۰±۳۸/۳۶^{d}
تیروزین	۲/۰±۱۸/۱۲^{b}	۳/۰±۳۵/۲۰^{a}	۰/۰±۸۶/۰۴^{d}	۱/۰±۸۱/۲۹^{c}
تریپتوفان	-	۶/۰±۲۱/۷۶^{a}	۰/۰±۹۱/۰۱^{b}	۰/۰±۳۰/۰۷^{c}
$\sum NEAA$	۴۷/۲±۶۶/۵۰^{b}	۶۴/۲±۱۵/۹۶^{a}	۲۷/۱±۰۱/۱۴^{c}	۲۲/۱±۳۱/۶۷^{d}
EAA/ NEAA	۰/۹۰^{b}	۰/۶۹^{c}	۰/۴۱^{d}	۱/۰۷^{a}

*حروف نامشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد ($p<۰/۰۵$).

۴. بحث و نتیجه گیری

در سال‌های اخیر مصرف ماهی افزایش یافته و تقاضا برای محصولات آبزی به سبب افزایش جمعیت، افزایش درآمد و هم‌چنین ارجحیت ماهی نسبت به سایر مواد غذایی رو به افزایش است (Alasalvar, 2002). براساس نتایج مطالعه حاضر مشخص شد که ماهی سی‌باس آسیایی در مقایسه با سایر گونه‌های تحت بررسی از بالاترین درصد رطوبت و پروتئین بالاتر و هم‌چنین کمترین درصد چربی خام و خاکستر برخوردار بود. ترکیب شیمیایی فرآورده‌های دریایی از گونه‌ای به گونه دیگر تغییر می‌نماید.

بر پایه این اختلافات، گروهی از متخصصین، آبزیان خوراکی را در چهار گروه اصلی قرار داده‌اند. این گروه‌ها به گونه‌هایی با ۱- چربی کم (کم‌تر از ۵ درصد)- پروتئین زیاد (بیش‌تر از ۱۵ درصد)، ۲- چربی متوسط (حدود ۵ تا ۱۵ درصد)–پروتئین زیاد (بیش از ۱۵ درصد)، ۳- چربی زیاد (بیش‌تر از ۱۵ درصد)-پروتئین کم (کم‌تر از ۱۵ درصد) و ۴- چربی کم (کم‌تر از ۵ درصد)-پروتئین کم (کم‌تر از ۱۵ درصد) تقسیم شده اند (Pacheco-aguilar *et al*., 2000). بر این اساس ماهی سی‌باس آسیایی و قزل‌آلای رنگین‌کمان در گروه اول و ماهی کپور معمولی و تیلاپیا جزو ماهیان با چربی متوسط و پروتئین کم بودند.

در مطالعه حاضر پایین‌ترین میزان رطوبت در بافت عضله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ثبت شد. پایین بودن میزان رطوبت می‌تواند به‌دلیل تغییر در میزان pH و قدرت نگه‌داری آب باشد که در این حالت آب از بدن ماهی خارج و همراه خود مقداری از مواد مغذی محلول در آب نظیر ویتامین‌های B را از عضلات ماهی خارج کرده و سبب پایین آمدن ارزش غذایی و کیفیت گوشت ماهی می‌شود (Moini, 2011).

در مطالعه اخیر بالاترین میزان چربی در بافت عضله کپور معمولی ثبت شد. وجود چربی در گوشت و اکسیداسیون آن‌ها یک مشکل اصلی در غذاهای دریایی به‌ویژه غذاهایی با چربی بالا است که به ایجاد بو و طعم نامطلوب منجر می‌شود (Lie, 2001). میزان چربی خام در گوشت ماهی از گونه‌ای به گونه دیگر تغییر می نماید (Osman *et al*., 2001).

از عوامل تاثیر گذار بر میزان خاکستر لاشه می‌توان به طول بدن (Ali *et al*., 2001)، جنسیت و سن ماهی (Alemu et al., 2013) و به‌طور کلی سیستم اسکلتی (Rohani et al., 2009) ماهی اشاره کرد. با مقایسه میزان خاکستر اندازه گیری شده در بین چهار گونه ماهی پرورشی بالاترین مقدار این شاخص در ماهی کپور معمولی ثبت شد. در این خصوص نتایج مشابهی در ماهی گطان (*Barbus xanthopterus*) (Khosravizadeh, 2008)، گربه‌ماهی پوزه دراز چینی (*Leiocassis longirostris*) (Tan *et al*., 2007)، گربه‌ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) (Ali and Jauncey, 2004) گزارش شده است. در مطالعه Ghelichi و Sheikhi (۲۰۱۲) مقایسه ترکیبات بدنی در کپور معمولی دریایی و پرورشی مورد بررسی قرار گرفت و نشان داد که اختلاف معنی‌داری از لحاظ درصد رطوبت، پروتئین خام و چربی خام بین دو گروه وجود ندارد.

در تمام گونه‌های ماهی نیاز مطلق به اسیدهای آمینه ضروری مشتمل بر آرژنین، هیستدین، ایزولوسین، لوسین، لیزین، متیونین، فنیل آلانین، تریونین، تریبتوفان و والین به اثبات رسیده است (NRC, 1983). با اندازه‌گیری پروفایل اسیدهای آمینه در مطالعه حاضر از بین امینواسیدهای ضروری در بافت عضله ماهی سی‌باس آسیایی اسیدآمینه لوسین، در بافت عضله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان اسیدآمینه لیزین، در بافت عضله ماهی کپورمعمولی اسیدآمینه

آرژنین و در بافت عضله ماهی تیلاپیای نیل اسیدهای آمینه لوسین و لیزین نسبت به سایر اسیدهای آمینه ضروری بیشترین مقدار را داشتند.

در مطالعه حاضر بیش‌ترین مقدار اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری در بافت عضله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و کم‌ترین مقدار اسیدهای آمینه غیر ضروری در بافت عضله ماهی کپور معمولی و کم‌ترین مقدار اسیدهای آمینه ضروری در بافت عضله ماهی تیلاپیای نیل به‌دست آمد. این تفاوت احتمالاً به‌دلیل بالاتر بودن محتوای اسیدهای آمینه در جیره غذایی ماهی قزل‌آلا در مقایسه با سایر ماهیان است. تحقیقات انجام گرفته نشان می‌دهد که میزان اسیدهای آمینه در بافت ماهیچه ماهی تحت تاثیر منابع پروتئینی جیره غذایی قرار دارد (Carpene *et al*., 1998) و با تغییر در محتوای و مقدار مواد مغذی جیره غذایی ترکیب بیوشیمیایی بدن آبزی پرورشی تغییر می‌کند (El-Sayed *et al*., 2008). بیش‌ترین اسیدآمینه ضروری در لاشه قزل‌آلای رنگین‌کمان (نفیسی بهابادی، ۱۳۸۰)، تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) (Ebrahimi, 2004) و ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*) (Sharifian, 2014) اسیدآمینه لیزین گزارش شد. در تائید نتایج به‌دست آمده Qomi و همکاران (۲۰۱۲) نیز با مقایسه پروفایل اسیدهای آمینه و ترکیبات شیمیایی لاشه در ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان (*O. mykiss*)، کپورمعمولی (*C. carpio*) و ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*) گزارش دادند که میزان پروتئین خام در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌طور معنی‌داری از دو گونه دیگر بالاتر بود. ولی میزان چربی خام کپور معمولی از دو گونه دیگر بالاتر بود که این نتیجه‌گیری کاملاً در تائید نتایج حاضر بود. این محققین بیش‌ترین آمینواسید ضروری را در بافت عضله هر سه گونه امینواسید لوسین گزارش دادند. نسبت اسیدهای آمینه ضروری به اسیدهای آمینه غیرضروری نیز برای هر سه گونه نزدیک به هم و بدون اختلاف معنی‌دار گزارش شد. این نسبت برای ماهی قزل‌آلای رنگین کمان ۰/۹۶۷، برای ماهی کپور معمولی ۱/۰۰۵ و برای ماهی سفید ۱/۰۰۱ گزارش شد که مقادیر گزارش شده برای ماهی قزل‌آلا و کپور بالاتر از مقدار اندازه‌گیری شده در مطالعه حاضر بود.

بیش‌تر مردم ماهی را به‌دلیل دارا بودن ویژگی‌هایی خاص مصرف می‌کنند؛ درحالی‌که تعداد کمی از آن‌ها تمایل دارند ماهی‌ها را براساس ارزش غذایی ای که دارند مصرف نمایند. از این‌رو، شناخت میزان اسیدهای آمینه در ماهیان تجاری باید یکی از موارد اصلی مورد استفاده توسط مصرف‌کننده برای انتخاب نوع ماهی برای خوردن باشد (Mohammed and Alim, 2012). در مجموع، براساس نتایج به‌دست آمده به‌نظر می‌رسد که از بین چهار گونه ماهی مورد مطالعه، ماهی قزل‌آلای رنگین کمان ارزش غذایی بالاتری را برای مصرف کنندگان، به دلیل پروفیل اسید های آمینه و نیز قیمت پایین‌تر نسبت به گونه های دیگر داشته باشد.

۵.منابع

References

Abbas Khalili, A., Khoshkhoo, Zh., Zare Gashti, Q. 2018. The comparison of chemical indices and amino acids profile in Rainbow trout after cold and hot smoking methods. *Journal of animal environment* 10(2), 205-210. (In Persian)

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

Alemu, L.A., Melese, A.Y., Gulelat, D.H. 2013. Effect of endogenous factors on proximate composition of Nile

tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fillet from Lake Zeway. *American Journal of Research Communication* 1(11), 405- 410.
Ali, M.Z., and Jauncey, K, 2004. Optimal dietary carbohydrate to lipid ratio in African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). *Aquaculture International*, (12), 169-180.
Ali, M., Salam, A., Iqbal, F. 2001. Effect of environmental variables on body composition parameters of Channa punctata. *Journal of Research (science*) (12), 86-96.
AOAC. 2005. Official methods of analyses of association of analytical chemist (15th ed). Washington, DC.
Borresen, T. 1992. Quality aspects of wild and reared fish. In: H.H. Huss, M. Jacobsen and J. Liston (eds.) Quality Assurance in the Fish Industry. Proceedings of an International Conference, Copenhagen, Denmark, August 1991. Elsevier, Amsterdam, 1-17pp.
British Pharmacopoeia (BP), 2011. Official methods of analysis, (100th).
Carpene, E., Martin, B., Libera, L.D. 1998. Biochemical differences in lateral muscle of wild and farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Fish Physiology and Biochemistry* (19), 229-238.
Ebrahimi, A. 2004. Effects of different levels of protein and fat on growth and carcass quality of fingerlings *Huso huso* and *Acipenser baerii*. Isfahan university of technology, Ph.D., 180 p. (In Persian)
Fahim Dezhban, Y. 2012. Effect of Rosemary and Thyme Extracts on the Stability of Unsaturated Fatty Acids in Frozen Silver Carp Fish. PhD Thesis in Fisheries, Islamic Azad University Science and Research Branch, 196 p. (In Persian)
Ghelichi, A., Sheikhi, A.A. 2012. Comparison of nutritional value and fatty acids profiles of common carp (*Cyprinus carpio*), Wild, cultured, marine cultured. *Journal of Marine Biology* 5(20), 31-44. (In Persian)
Gunlu, A., and Gunlu, N. 2014. Taste activity value, free amino acid content and proximate composition of Mountain trout (*Salmo trutta macrostigma* Dumeril, 1858) muscles. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 13(1), 58-72.
Hadizadeh, Z., Mouraki, N., Moeini, S. 2013. Identification of Amino Acids and Fatty Acids Composition in *Scomberoides commersonnianus* in the Persian Gulf. *Journal of Sea Biology* 5(17), 35-50. (In Persian)
Hall, G.M. 2011. Fish Processing- Sustainability and New Opportunities, Blackwell Publishing.
Hosseini Shekarabi, S.P., Fathalian, H., Babazadeh, M. 2013. Study of the nutritional value of *Atrobucca nibe* in the Oman Sea. https://www.civilica.com/Paper-FSS03-FSS03_449.html. (In Persian)
Khosravizadeh, M. 2008. Determination of Protein and Energy Levels and Optimum Carbohydrate-to-Fat Ratio in Diet of Ghattan Fish (*Barbus xanthopterus*) at Stage fingerlings. Master of Science in Fisheries, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, 96 p. (In Persian)
Lie, o. 2001. Flesh quality–the role of nutrition. *Aquaculture Research* 32(s1), 341-348.
Mathew, G. 2009. Taxonomy, identification and biology of Seabass (*Lates calcarifer*). National Training on 'Cage Culture of Seabass' held at CMFRI, Kochi, 14 - 23 December, 38-43pp.
Mohammed, M.O., and Alim, D.I. 2012. Amino acids contents of four commercial Nile fishes in Sudan. African *Journal of Environmental Science and Technology* 6(2), 142-145.
Moini, S. 2011. Freezing in the fisheries industry. First edition, Tehran University Press. (In Persian)
Moini, S., Khoshkho, Zh., Matin, R. 2012. The Iranian (*Acipenser persicuf*) and Russian (*Acipencer gueldenstaedtii*) Sturgeon, Fatty acid changes during cold storage. *Global Veterinaria* 9(1), 38-410.
Morshedi, H., Nourozi, M., Ghodrati, Sh. 2015. Determination of nutritional value of common carp (Cyprinus carpio Linnaeus 1758) during sexual rest (autumn) and sexual maturity (spring) in two areas of Anzali Port and Behshahr. *Journal of Aquaculture Development* 9(1), 81-91. (In Persian)
Nafisi Bahabadi, M. 2001. Investigation of the possibility of replacing poultry slaughter waste flour with fish meal in the rainbow trout feed stage. Ph.D. in Fisheries, Tarbiat Modarres University, 114 p. (In Persian)
N.R.C. 1983. Nutrient Requirment of warm water fishes and shellfishes revised. Edition. Nutrient Requiments of Domestic animals. National Academy press. Washington DC. 102p.
Okland, H. M. W., Stoknes, I. S., Remme, J. F., Kjerstad, M., 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* (140), 437-443.
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.
Ozyurt, G., and Polat, A. 2006. Amino acid and fatty acid composition of wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): A seasonal differentiation. *European Food Research and Technology (*222), 316-320.
Pacheco-aguilar, R., Lugo-sanchez, M.E. and Robles-burgumnu, M.R. 2000. Postmortem Biochemical and Functional Characteristic of Monterey Sardine Muscle Stored at 0°C. *Journal of Food science* (65), 40-47.
Qomi, M.R., Jadid Dokhani, D., Hasandoust, M. 2012. Comparison of fatty acid and amino acid profiles and chemical composition of carcasses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), common carp (*Cyprinus carpio*) and Caspian Sea White Fish (*Rutilus frisii kutum*). *Journal of Fisheries, Islamic Azad University, Azadshahr Branch* 5(4), 1-16. (In Persian)
Rohani, A. C., Normah, O., Zahrah, T., Utama, C. C., and Saadiah, I. 2009. Quality of fish fillet from pond-raised red tilapia and its utilization in the development of value-added product. *Journal of Tropical Agriculture and Food Science* 37(2), 153-161.

Sarma, D., Dhar Das, P., Das, P., Bisht, H.C.S., Akhtar, M.S., Ciji, A. 2015. Fatty acid, amino acid and mineral composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) of Indian Himalaya. *Indian Journal of Animal Research*, 49(3), 399-404.

Sharifian, M. 2014. Investigating the constituents of *Barbus sharpeyi* in the range of different longitudinal groups in the water resources of Khuzestan province. *Journal of Aquaculture Development*, 8(3), 65-76. (In Persian).

Tan, Q., Xie, S., Zhu, X., Lei, W., Yang, Y. 2007. Efffect of dietary carbohydrate-to-lipid ratios on growth and feed utilization in Chinese longsnout catfish (*Leiocassis longirostris*). *Journal of Applied Ichthyology* 23(5), 605-610.

Zeinedini, M., 2016. Evaluation of Fatty Acids and Amino Acids Profiles of *Gnathanodon speciosus* in Two Spring and Autumn Seasons. Chabahar University of Naval and Marine Sciences, 36 p. (In Persian)

Zhao, F., Zhuang, P., Song, C., Shi, Z., Zhang, L. 2010. Amino acid and fatty acid compositions and nutritional quality of the muscle in the pomfret, *Pampus punctatissimus. Food Chemistry* 118(2), 224-227.