Journal of Aquaculture Sciences 11(20): 174-184 (2023)
Print ISSN: 2322-5351
www.aquaculturesciences.ir

نشریه علوم آبزی‌پروری
دوره ۱۱، شماره ۲۰: ۱۷۴-۱۸۴ (۱۴۰۲)

ارزیابی ترکیبات درشت مغذی ماهیان پرورشی عرضه‌شده به بازار ماهی‌فروشان کرج

سید ولی حسینی*

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۰۶ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۲۸**

چکیده

ماهیان از مهمترین منابع غذایی جوامع انسانی هستند که سهم به‌سزایی در برخی از ترکیبات درشت‌مغذی و ریزمغذی مورد نیاز انسان‌ها را تأمین می‌کنند. آن‌ها از نظر وجود چنین ترکیبات ارزشمند دارای تفاوت‌هایی هستند که مقادیر آن‌ها در بین گونه‌های مختلف ماهیان متفاوت بوده و تعیین‌کننده ارزش غذایی آبزی مورد نظر می‌باشد. در مطالعه حاضر ترکیبات درشت‌مغذی (رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر) موجود در بخش خوراکی (عضله) شش گونه از فراوان‌ترین ماهیان پرورشی موجود در بازار کلان‌شهر کرج با استفاده از روش AOAC مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین‌منظور، ماهیان مورد نظر (کپور نقره‌ای *Hypophthalmichthys molitrix*، کپور معمولی *Cyprinus carpio*، کپور علف‌خوار *Ctenopharyngodon idella*، کپور سرگنده *Hypophthalmichthys nobilis*، تیلاپیای نیل *Oreochromis niloticus* و قزل‌آلای رنگین‌کمان *Oncorhynchus mykiss*) از بازار ماهی‌فروشان کرج خریداری و به آزمایشگاه منتقل شدند. نتایج نشان داد که محتوای پروتئین و خاکستر در بین گونه‌های مختلف ماهیان مورد بررسی از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارد ($P>۰/۰۵$)، اما رطوبت و چربیِ گونه‌های مختلف ماهیان تفاوت معنی‌دار داشتند به‌طوری‌که ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان از نظر داشتن مقدار چربی و رطوبت به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقادیر بود ($P\leq۰/۰۵$). براساس نتایج، علی‌رغم وجود تفاوت در مقدار ترکیبات درشت مغذی در گونه‌های مورد بررسی، ماهیان پرورشی عرضه‌شده به بازار ماهی‌فروشان کرج از ارزش غذایی مناسبی برخوردار بوده و مصرف آن‌ها توصیه می‌گردد.

کلید واژگان: آبزیان پرورشی، ارزش غذایی، بازار ماهی، ترکیبات درشت‌مغذی، کرج

*نویسنده مسئول hosseinisv@ut.ac.ir

مقدمه

ماهی و دیگر محصولات شیلاتی به‌دلیل داشتن مقدار بالایی از ترکیبات درشت‌مغذی با خصوصیات تغذیه‌ای منحصر به‌فرد (به‌ویژه پروتئین و چربی) از جمله مواد غذایی هستند که مصرف آن‌ها در دهه‌های اخیر روند روبه رشدی داشته است. محققین بیان داشته‌اند که علاوه بر وجود ترکیبات درشت‌مغذی، ماهیان حاوی مقدار قابل ملاحظه‌ای از ترکیبات ریزمغذی ارزشمندی مانند انواع ویتامین‌ها به‌ویژه ویتامین‌های محلول در چربی (مانند ویتامین A و D)، انواع مواد معدنی (مانند کلسیم، فسفر، ید و غیره)، اسیدهای چرب چند غیراشباع (نظیر EPA و DHA) و اسیدهای آمینه (از جمله لیزین، متیونین، سیستئین و غیره) می‌باشند. این مواد مغذی در تغذیه انسان ضروری بوده و در تأمین انرژی، داشتن زندگی سالم مؤثر بوده و ثابت شده است که در چندین عملکرد متابولیک نقش دارند (Akpambang, 2015; Ahmed *et al*., 2022). نظر به‌وجود چنین ترکیباتی و همچنین با توجه به افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان به این مواد غذایی فراسودمند، تقاضا برای مصرف آن‌ها افزایش یافته است. اما با توجه به فسادپذیری بالای آبزیان، نگهداری و عرضهٔ مناسب آن از زمان صید تا چرخه مصرف به دقت فراوان‌تری نیاز دارد. زیرا زمانی می‌توان از ویژگی‌های ذکر شده در ماهیان استفاده نمود که ترکیبات آن با کمترین تغییر به‌دست مصرف‌کننده برسد.

اگرچه عمده ترکیبات بیوشیمیایی موجود در عضله ماهی (که موسوم به ترکیبات درشت‌مغذی است) شامل آب، پروتئین، چربی و مواد معدنی است و حدود ۹۶ تا ۹۸/۵ درصد از سهم کل ترکیبات مغذی را در بخش خوراکی ماهی شامل می‌شود، اما این موجودات دارای ترکیبات ارزشمند دیگری نظیر گلیکوژن، ترکیبات ازتهٔ غیرپروتئینی نیز می‌باشند که سهم به نسبت کمتری داشته ولی نقش فیزیولوژیکی مهمی در بدن آن‌ها برعهده دارند اما در بسیاری از ارزیابی‌های ماهی از نظر ارزشمندی تغذیه‌ای مورد بررسی قرار نمی‌گیرند (Sikorski, 1990; Petricorena, 2015; Rani *et al*., 2016; Ahmed *et al*., 2022).

در میان ترکیبات درشت‌مغذی ماهیان، چربی به‌دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه، در مقابل فسادهای ناشی از اکسیداسیون بسیار حساس بوده و دچار آسیب‌دیدگی می‌گردد (Abd Rahman *et al*., 1995). اکسیداسیون چربی به‌عنوان یکی از دلایل اصلی کاهش کیفیت و از بزرگترین نگرانی‌ها در مورد گوشت ماهی و فرآورده‌های شیلاتی می‌باشد (Mozaffarian and Rimm 2006; Park and Mozaffarian, 2010). ترکیبات حاصل از اکسیداسیون بر طعم ماهیان اثر می‌گذارند درصورتی که اکسیداسیون در سطح پیشرفته‌ای صورت گرفته باشد، آن‌ها را غیرقابل مصرف می‌کند. برای جلوگیری و یا به تعویق انداختن فساد و اکسیداسیون در چربی ماهی و فرآورده‌های آن، می‌توان از کنترل و کاهش درجه حرارت و همچنین افزودن آنتی‌اکسیدان استفاده کرد (Hu *et al*., 2002). در کنار چنین مواردی، در دهه‌های اخیر برای ماهیان تجاری استفاده از روش بسته‌بندی در خلاء مرسوم شده است. محدود کردن میزان اکسیژن در فرآیند بسته‌بندی، باعث کاهش رشد باکتری‌ها و عوامل فساد در ماهی می‌شود. گزارش‌های زیادی از تأثیر بسته‌بندی تحت خلاء بر طولانی کردن مدت نگهداری گوشت‌های تازه در مقایسه با هوای معمولی منتشر شده است. چنین روش‌هایی سبب می‌شود تا ترکیبات ارزشمند تغذیه‌ای موجود در ماهی با کمترین تغییرات به‌دست مصرف‌کننده برسد و بدین‌شکل مصرف‌کننده می‌تواند از حداکثر سودمندی‌های نهفته در ماهی برخوردار گردد (Hansen *et al*., 1998).

سنجش ترکیب بیوشیمیایی گوشت ماهی و اطلاعات مرتبط با آن‌ها به‌عنوان اطلاعاتی قابل اعتماد برای ارزیابی کیفیت، ارزش غذایی، وضعیت فیزیولوژیکی و غیره در نظر گرفته می‌شود (Ravichandran *et al*., 2011). بنابراین بررسی آن‌ها برای مصرف‌کنندگان، تولیدکنندگان، متخصصین تغذیه، فعالان بخش صنعت فرآوری آبزیان و محققین از دیدگاه‌های مختلف اهمیت دارد (Mridha *et al*., 2005) تا بتوانند منبعی مناسب از نظر محتوای تغذیه‌ای در اختیار مصرف‌کنندگان نهایی قرار دهند (Mohamed *et al*., 2010). در واقع از طریق سنجش ترکیبات درشت‌مغذی ماهی می‌توان به ارزش غذایی آن براساس مزایای تغذیه‌ای و عملکردی آن‌ها پی برد و به مصرف‌کنندگان اجازه می‌دهد تا با توجه به نیازهای تغذیه‌ای خود تصمیمات بهتری اتخاذ نمایند. با این رویکرد، پژوهش حاضر سعی دارد تا با بررسی ویژگی‌های تغذیه‌ای (ترکیبات درشت‌مغذی) شش گونه از مهمترین و در عین حال اقتصادی‌ترین ماهیان پرورشی عرضه‌شده در بازار ماهی فروشی کلان‌شهر کرج (از جمله

جدول ۱- گونه‌های ماهیان پرورشی مورد بررسی از بازار ماهی فروشان کرج

نام خانواده	اسم گونه	اسم علمی	تعداد	میانگین وزن±انحراف معیار
کپور ماهیان چینی (Xenocyprididae)	کپور نقره‌ای	*Hypophthalmichthys molitrix*	۹	۸۶۰±۲۵
	کپور علف‌خوار	*Ctenopharyngodon idella*	۶	۸۸۰±۳۳
	کپور سرگنده	*Hypophthalmichthys nobilis*	۹	۹۱۰±۳۱
کپور ماهیان (Cyprinidae)	کپور معمولی	*Cyprinus carpio*	۸	۷۵۵±۲۳
تیلاپیا (Cichlidae)	تیلاپیای نیل	*Oreochromis niloticus*	۹	۵۲۰±۱۷
آزاد ماهیان (Salmonidae)	قزل‌آلای رنگین‌کمان	*Oncorhynchus mykiss*	۹	۴۵۰±۲۱

کپور نقره‌ای *Hypophthalmichthys molitrix*، کپور معمولی *Cyprinus carpio*، کپور علف‌خوار *Ctenopharyngodon idella*، کپور سرگنده *Hypophthalmichthys nobilis*، تیلاپیای نیل *Oreochromis niloticus* و قزل‌آلای رنگین کمان *Oncorhynchus mykiss*)، به مصرف‌کنندگان آن‌ها کمک نماید تا بر حسب نیازهای تغذیه‌ای خود، ماهی مورد نظر را از بازارهای مذکور خریداری نمایند. شایان ذکر است که پرورش ماهی تیلاپیا تا لحظه نگارش پژوهش حاضر چندان عمومیت نداشته ولی فیله‌های آن در فروشگاه‌های بزرگ عرضه می‌شود.

مواد و روش‌ها

تهیه ماهیان از بازار ماهی‌فروشان: در این پژوهش شش گونه از ماهیان پرورشی موجود در بازار کرج از نظر ترکیبات درشت مغذی مورد بررسی قرار گرفتند (جدول ۱). انتخاب ماهیان به‌صورت تصادفی و از بین ماهیان نسبتاً هم‌اندازه و سالم موجود در محل خرید صورت گرفت. به‌منظور جداسازی مواد زائد خارجی از سطح بدن ماهیان، شستشوی آن‌ها با آب شیرین در محل انجام شد. سپس ماهیان تازه در داخل جعبه‌های یونولیت قرار داده شدند. در داخل جعبه، ماهیان به‌صورت یک در میان در لایه‌هایی از یخ خردشده به ضخامت تقریبی ۵ سانتی‌متر قرار گرفتند. سپس نمونه‌ها با رعایت شرایط صحیح انتقال، به آزمایشگاه شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران منتقل شدند (طی ۲۰ دقیقه). در شرایط سرد، ماهیان سرزنی، تخلیه شکمی و فیله شده و سپس توسط چرخ گوشت خانگی (پارس خزر، ایران) چرخ شدند. عمل چرخ کردن برای هر ماهی از همان گونه به‌طور جداگانه و دو دفعه انجام شد تا از همگن‌شدن گوشت اطمینان حاصل گردد. بین هر یک از گونه‌های آزمایشی، تمام قطعات درگیر در چرخ کردنِ دستگاه چرخ گوشت، به‌خوبی شسته و پس از خشک کردن برای گونه بعدی مورد استفاده قرار گرفت.

به‌منظور پیشگیری از مداخله رطوبت موجود در نمونه و دریافت نتایج دقیق‌تر در طی آنالیزها، ۲۰ گرم از هر ماهی در آون (پارت آزما، ایران) و در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد (به‌مدت ۴۸ ساعت) خشک و سپس در هاون پودر گردید. آنگاه از پودر حاصل برای اندازه‌گیری میزان پروتئین، چربی و خاکستر مورد استفاده قرار گرفت. پس از دریافت نتایج اولیه و با سنجش میزان رطوبت، از طریق تناسب ریاضی نتایج براساس وزن تر محاسبه و اعلام گردید.

سنجش ترکیبات درشت مغذی

تعیین میزان پروتئین: میزان پروتئین نمونه‌ها با روش کجلدال (AOAC, 2005) و با استفاده از دستگاه کجلدال اتوماتیک (Kjeltec Analyzer Unit 2300) تعیین گردید. این روش برای اولین بار در سال ۱۸۸۳ میلادی توسط کلدال در دانمارک بکار گرفته شد و به‌عنوان یک روش اصلی در تعیین ازت و پروتئین مواد غذایی استفاده می‌شود. برای تعیین میزان پروتئین موجود در نمونه‌ها، ۰/۵ گرم نمونه خشک‌شده درون لوله آزمایش مخصوص هضم ریخته شد، به هر لوله ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال، یک عدد قرص هضم حاوی سولفات مس و چند قطره اکتان نرمال به‌عنوان ضد کف اضافه گردید. در هر سری کار با دستگاه، ۲ نمونه شاهد، همراه نمونه‌های ماهی مورد سنجش قرار گرفت. حمام هضم قبلاً روشن و پس از قرار دادن لوله‌های هضمی در دستگاه مورد نظر، دمای آن به تدریج به ۴۲۰ درجه سانتی‌گراد رسانیده شد تا هضم صورت گیرد. هضم نمونه‌ها حدود ۴ ساعت به طول انجامید. پس از هضم نمونه‌ها و سرد شدن آن‌ها مقداری آب مقطر به هر لوله اضافه و در قسمت تیتراسیون دستگاه کجلدال قرار داده شد.

دستگاه به سه ظرف حاوی اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال، سود ۴۰ درصد و آب مقطر متصل است، که با توجه به میزان نیتروژن نمونه، به‌طور خودکار از هر ظرف به میزان مورد نظر استفاده می‌کند. پس از چند دقیقه تیتراسیون نمونه‌ها صورت گرفته و میزان نیتروژن نمونه‌ها روی صفحه نمایشگر دستگاه ثبت می‌شود، با ضرب این عدد در عدد ۰/۲۵میزان پروتئین نمونه‌ها به‌دست می آید.

سنجش چربی: برای تعیین میزان چربی نمونه‌ها از روش سوکسله (AOAC, 2005) و با استفاده از دستگاه Soxtec یا Extraction System انجام شد. در این روش از حلال اتردوپترول استفاده گردید. ۰/۵ گرم از نمونهٔ خشک‌شده توزین و درون کاغذ صافی پیچیده و آنگاه در کارتوش سولزی قرار داده شد. به‌منظور انحلال چربی مقدار ۱۵۰ میلی‌لیتر حلال اتردوپترول داخل بشر دستگاه ریخته شد. نمونه چندین بار توسط حلال شسته شد تا چربی آن استخراج گردد. در مرحله آخر نیز حلال از چربی جدا شده و چربی در داخل بشر ماند که برای تعیین میزان آن از فرمول زیر استفاده شد:

۱۰۰×(وزن نمونه/وزن چربی) =چربی (درصد)

اندازه‌گیری رطوبت: مطابق روش AOAC (۲۰۰۵) حدود ۵ گرم از نمونه چرخ شده، در داخل آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و پس از ۱۲ ساعت از آن خارج و به داخل دسیکاتور انتقال یافت، نمونه پس از سرد شدن مجدداً توزین گردید سپس میزان رطوبت از طریق رابطه زیر محاسبه‌شد:

۱۰۰× (وزن اولیه/وزن نهایی–وزن اولیه) =رطوبت (٪)

تعیین میزان خاکستر: برای تعیین میزان خاکستر نمونه‌ها از کوره الکتریکی استفاده شد. نمونه‌های خشک‌شده پودری را درون بوته چینی ریخته و به مدت چهار ساعت در دمای ۵۰۰ تا ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد سوزانده شد. قبل از آن، بوته‌های چینی به‌مدت ۴۵ دقیقه داخل کوره قرار داده شد و پس از سرد شدن وزن گردید (AOAC, 2005). نمونه‌ها پس از سوختن به‌مدت ۲۰ دقیقه درون دسیکاتور قرار داده شد تا سرد شود سپس با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم وزن گردید و میزان خاکستر نمونه‌ها از طریق رابطه زیر محاسبه گردید:

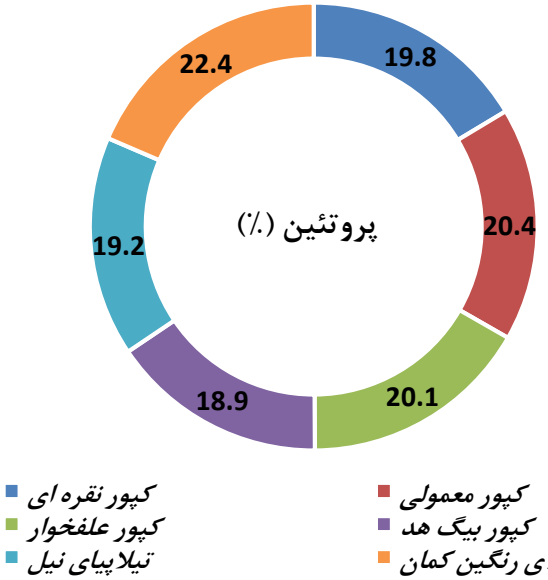
وزن نمونهٔ اولیه/(۱۰۰×وزن خاکستر) =خاکستر (٪)

تجزیه و تحلیل آماری: در این تحقیق نمونه‌برداری از ماهیان به‌صورت تصادفی انجام شد. برای تجزیه و تحلیل نتایج از آزمون واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) و آزمون دانکن (از طریق نرم افزار نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۴) در سطح احتمال ۵ درصد و برای ترسیم نمودار از اکسل نسخه ۲۰۱۰ استفاده شد.

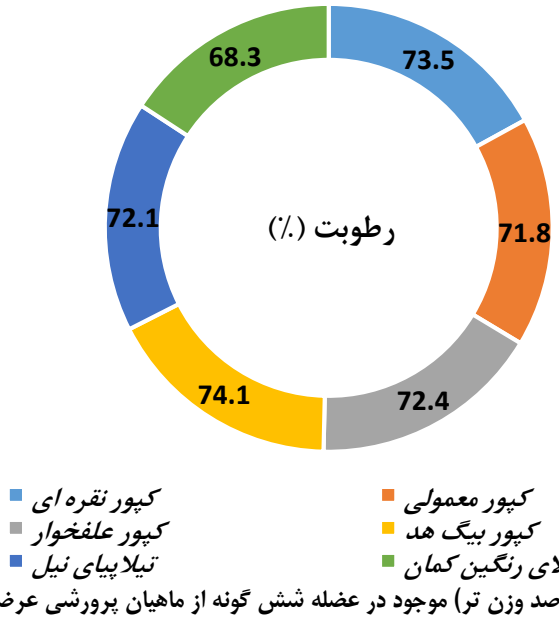
نتایج

تفاوت در ترکیب شیمیایی بدن گونه ماهیان پرورشی به عوامل داخلی (Intrinsic Factors) از جمله سن، جنس و اندازه و عوامل خارجی (Extrinsic Factors) نظیر کیفیت و خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب محل پرورش (شوری، دما، pH، ...)، فصل، منطقهٔ جغرافیایی، رژیم غذایی و شرایط کلی پرورش آن بستگی دارد (Sener *et al*., 2005). اما بدون شک اختلاف اصلی در ترکیب شیمیایی ماهی را باید در ارتباط با غذای دریافتی یا تغذیهٔ ماهی و حتی مقدار غذادهی روزانه دانست (رضوی شیرازی، ۱۳۸۰). در این میان ظاهراً ترکیبات چربی، که مهمترین جنبهٔ کیفیت تغذیه‌ای ماهی محسوب می‌گردند (Abedian-kenari *et al*., 2009)، که بسته به نوع تغذیهٔ ماهی تغییر می‌کند و بیشترین اختلاف را از نظر مقداری در بدن ماهی نشان می‌دهند (Medina *et al*., 1995).

براساس نتایج، محتوای پروتئین اندازه‌گیری‌شده در بخش خوراکی گونه‌های مختلف ماهیان مورد بررسی، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($P>0/05$). با این وجود، بیشترین میزان پروتئین (برحسب درصد وزن تر) مربوط به ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (۰/۶۱±۲۲/۴) و کمترین آن در ماهی کپور سرگنده (۰/۲۷±۱۸/۹) مشاهده شده است (شکل ۱). در خصوص شاخص محتوای آب (رطوبت)، نتایج نشان داد که در بخش خوراکی (عضله) شش گونه از ماهیان مورد بررسی، تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P\leq0/05$). در این میان بیشترین و کمترین مقدار شاخص مورد نظر به‌ترتیب در ماهی کپور سرگنده (بیگ هد) و قزل‌آلای رنگین‌کمان مشاهده شد (شکل ۲). تحقیقات پیشین نشان داده است که چربی جیره و میزان انباشت آن در عضلهٔ ماهیانی تحت پرورش از نظر تأثیر آن بر کیفیت عضله نظیر تازگی (Freshness)، ثبات ترکیبات طی دورهٔ نگهداری (Storage stability)، میزان بازدهی فیله در زمان فرآوری (Processing yield) و خواص فیزیکی و ارگانولپتیک

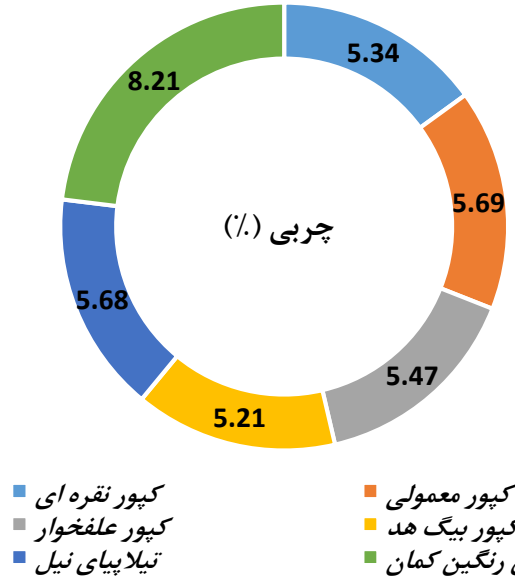


شکل ۱- مقادیر پروتئین (برحسب درصد وزن تر) موجود در عضله شش گونه از ماهیان پرورشی عرضه شده به بازار ماهی‌فروشان کرج

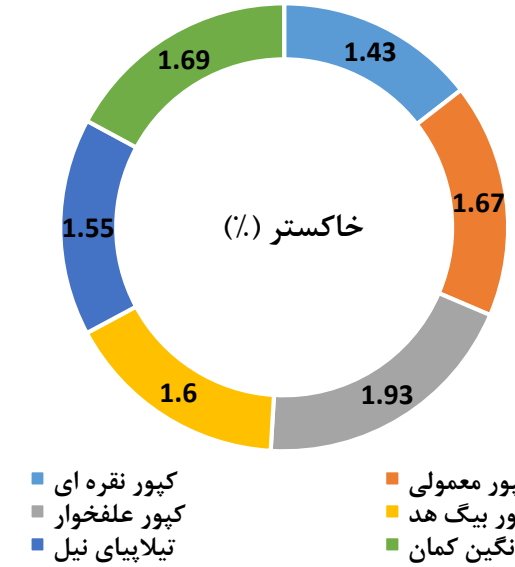


شکل ۲- مقادیر رطوبت (برحسب درصد وزن تر) موجود در عضله شش گونه از ماهیان پرورشی عرضه شده به بازار ماهی‌فروشان کرج

(Organoleptic and physical properties) آن دارای تاثیر به‌سزایی است (Hemre and Sandnes, 1999; Regost *et al*., 2001; Steffens *et al*., 1999). از طرفی دیگر در ماهیان پرورشی، اسیدهای چرب عضله همانند سایر چربی‌های عضله ممکن است در اثر عمل تغذیه تغییر کند (Bell *et al*., 2001). بنابراین جیره‌های کنترل شده از لحاظ ترکیب اسیدچرب، می‌تواند شیوه‌ای سودمند در جهت دستکاری پروفیل اسیدچرب ماهی به‌سمت انواع مطلوب‌تر برای مصارف انسانی باشد. با این توصیف، نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که مقادیر چربی اندازه‌گیری شده در بین گونه‌های مختلف ماهیان پرورشی، تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P\leq$۰/۰۵). بر حسب وزن تر، بیشترین میزان چربی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (۸/۲۱±۰/۲۲) و کمترین آن در ماهی کپور سرگنده (۵/۲۱±۰/۵۸) مشاهده شد (شکل ۳). براساس میزان خاکستر (که برخی مواقع معادل مواد معدنی در نظر گرفته می‌شود)، اگر چه در بین شش گونه ماهی پرورشی مورد بررسی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P>$۰/۰۵)، اما بیشترین میزان آن مربوط به ماهی کپور علف‌خوار (۱/۹۳±۰/۱۹) و کمترین آن مربوط به ماهی کپور نقره‌ای (۱/۴۳±۰/۰۸) برحسب وزن تر بود (شکل ۴).



شکل ۳- مقادیر چربی (برحسب وزن تر) موجود در عضله شش گونه از ماهیان پرورشی عرضه شده به بازار ماهی‌فروشان کرج



شکل ٤- مقادیر خاکستر (برحسب وزن تر) موجود در عضله شش گونه از ماهیان پرورشی عرضه شده به بازار ماهی‌فروشان کرج

بحث و نتیجه‌گیری

با ارتقاء آگاهی جوامع انسانی، امروزه مصرف منظم ماهی به‌عنوان بخشی از یک رژیم غذایی سالم به‌طور گسترده‌ای تبلیغ می‌شود. شواهد علمی قوی نیز برای تأیید این موضوع وجود دارد. از این‌رو، به‌نظر می‌رسد که در آینده، صنعت آبزی‌پروری سهم بیشتری را در امنیت غذایی و کاهش فقر جهانی ایفا کند. چنین رویکردی در خصوص کشور ما نیز صادق است. بنابراین برنامه‌ریزی مناسب برای تأمین بخشی از پروتئین جانوری مورد نیاز از الزاماتی است که دست‌اندرکاران حوزه شیلات کشور باید آن را مد نظر داشته باشند. تحقیقات بیان داشته‌اند که محتوای پروتئین ماهی (براساس وزن تر) بیشتر از حیوانات خشکی‌زی است (به‌ترتیب میانگین ۱۷/۳ درصد در مقابل ۱۳/۸ درصد) (Tahergorabi *et al.*, 2011). علاوه بر این، پروتئین ماهی بسیار قابل هضم‌تر و دارای سهم بیشتری از اسیدهای آمینه ضروری مورد نیاز انسان‌ها است. به‌عنوان نمونه، پروتئین ماهیان در مقایسه با پروتئین حیوانی دارای مقادیر متیونین (۶/۵ در مقایسه با ۵/۷ درصد از کل اسیدهای آمینه ضروری) و لیزین (بالاتر از بیست در مقایسه با کمتر از بیست درصد کل اسیدهای آمینه ضروری) بالاتری است (Henchion *et al.*, 2017). علاوه بر این پروتئین ماهی به‌دلیل اتصالات قوی با سایر پروتئین‌ها و ظرفیت ژل‌شدن زیاد، به‌عنوان همبند (Binder)، امولسیفایر (Emulsifier) یا عامل پخش‌کننده (Dispersing agent) قابلیت بالایی در

فرمولاسیون مواد غذایی را داراست (Sathivel *et al*., 2005). این امر کنجکاوی محققان و متخصصان فرآوری مواد غذایی را در افزودن پروتئین ماهی به محصولات مبتنی بر غلات برانگیخته است. از طرفی دیگر، غذاهای میان وعده که عمدتاً از گندم، ذرت، جو، سویا یا برنج تهیه می‌شوند، سرشار از کربوهیدرات هستند و فاقد مقادیر کافی پروتئین و اسیدهای آمینه ضروری (به‌ویژه متیونین، لیزین، هیستیدین و والین)، LC-PUFA (اسید چرب غیراشباع با زنجیره بلند) شامل دوکوزاهگزانوئیک اسید (Docosahexaenoic acid) و ایکوزاپنتانوئیک اسید (Eicosapentaenoic acid) اسید هستند. بنابراین، آن‌ها غذای نامتعادل تغذیه‌ای در نظر گرفته می‌شوند. به‌همین دلیل، صنعت غذایی مرتبط با غلات، غذاهای غنی شده را معرفی و تأیید کرده است که در آن با افزودن مواد غنی‌کننده پروتئینی به آن مانند پودر پروتئینه ماهیان، کیفیت تغذیه‌ای آن‌ها را افزایش دهد. در واقع، چنین محصولاتی می‌توانند ارزش تغذیه‌ای بیشتری را در حین غنی‌سازی با کنسانتره پروتئین ماهی به‌دست آورند (Shaviklo, 2015).

با توجه به آنکه مصرف ماهیان عمدتاً مرتبط با بافت عضلانی (که به گوشت ماهی تعبیر می‌شود) آن است بنابراین سنجش ترکیبات درشت‌مغذی آن (نظیر میزان آب، پروتئین، چربی و محتوان مواد معدنی/خاکستر) از اهمیت به‌سزایی برخوردار می‌باشد. همان‌طور که در بخش مقدمه بیان شد سنجش ترکیب مغذی گوشت ماهی و اطلاعات مرتبط با آن‌ها به‌عنوان اطلاعاتی قابل اعتماد برای ارزیابی کیفیت، ارزش غذایی، وضعیت فیزیولوژیکی در نظر گرفته می‌شود (Ravichandran *et al*., 2011). بنابراین بررسی آن‌ها برای مصرف‌کنندگان، تولیدکنندگان، متخصصین تغذیه، فعالان بخش صنعت فرآوری آبزیان و محققین از دیدگاه‌های مختلف اهمیت زیادی دارد (Mridha *et al*., 2005). در واقع از طریق سنجش ترکیبات درشت‌مغذی ماهی می‌توان به ارزش غذایی آن براساس مزایای تغذیه‌ای و عملکردی آن‌ها پی برد و به مصرف‌کنندگان اجازه می‌دهد تا با توجه به نیازهای تغذیه‌ای خود تصمیمات بهتری بگیرند. در واقع آگاهی در مورد ترکیبات درشت مغذی موجود دربخش خوراکی ماهیان در تعیین کیفیت ماده اولیه، پایداری ذخیره‌سازی و کاربرد فناوری فرآوری از اهمیت اساسی برخوردار است (Ahmed *et al*., 2022).

اگرچه ترکیب بیوشیمایی بدن گونه‌های مختلف ماهیان متفاوت است و این تفاوت حتی در بین یک گونه با توجه به سن، مرحله رشد و غیره متفاوت است، اما معمولاً ماهیان دارای پروتئین در حدود ۲۱–۱۵، چربی ۲۳–۰/۲، مواد معدنی ۱/۵–۱/۲ و رطوبت ۸۰–۶۶ درصد به ازای وزن تر می‌باشند (Bagthasingh *et al*., 2016). در این تحقیق نیز تمامی گونه‌های مورد بررسی در محدودهٔ اعلام شده بودند که نشان از کیفیت تغذیه‌ای مناسب آن‌ها می‌باشد.

اندازه‌گیری میزان رطوبت به‌عنوان یکی از شاخص‌های کیفی ماهیان و بررسی تغییرات آن پس از صید در مطالعات بسیاری از محققان دیده می‌شود. محققین بیان داشته‌اند که کاهش رطوبت ماهیان در طی دوران پس از صید، علاوه بر کاهش وزن و ضررهای اقتصادی مرتبط (رضوی شیرازی،۱۳۸۰)، باعث کاهش حلالیت پروتئین‌های محلول، افزایش تغییرات اکسیداسیونی، دناتوره شدن پروتئین، تغییرات رنگ و در نتیجه افت کیفیت محصول می‌گردد (Benjakul *et al*., 2003). در پژوهش حاضر اگرچه تغییرات این شاخص در طی بازهٔ زمانی، هدف پژوهش نبوده است اما سنجش آن در حالت مقایسه‌ای اختلاف معنی‌داری را برای گونه‌های مورد بررسی نشان داد. در مطالعه حاضر میزان رطوبت در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌دلیل بالاتر بودن مقدار چربی آن نسبت به سایر ماهیان مورد بررسی، کمتر بوده است. در این خصوص به‌نظر می‌رسد در ماهیانی که چربی سهم بیشتری از ترکیبات بدن را تشکیل می‌دهد به‌دلیل جایگزینی چربی به جای رطوبت، مقدار رطوبت آن‌ها کمتر باشد (Silva and Ammerman, 1993). مطالعه همزمان چربی و رطوبت در ماهیان مورد آزمایش و مقایسه مقادیر آن‌ها در تحقیقات مشابه (جدول ۲)، بیانگر آن است که در اغلب موارد متناسب با افزایش رطوبت نمونه‌ها، مقادیر چربی کل آن‌ها نیز کاهش یافته است. همان‌طور که مشخص است، ماهیان لیست‌شده در جدول و ماهیان بررسی شده در پژوهش حاضر از نظر ترکیبات درشت مغذی، تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند، اما همگی از نظر ارزش تغذیه‌ای در محدودهٔ مورد قبول بوده و مصرف آن‌ها توصیه می‌گردد. در پژوهشی Marais و همکاران (۱۹۹۰) روی ترکیبات درشت مغذی موجود در عضلهٔ ۱۰ گونه از ماهیان مهاجر در آفریقای جنوبی را مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که رابطه معکوسی بین میزان رطوبت و چربی در بین گونه‌های

جدول ۲- مقادیر ترکیبات درشت مغذی در برخی از ماهیان

گونه مورد مطالعه	رطوبت (٪)	پروتئین (٪)	چربی (٪)	خاکستر (٪)	منبع
*Huso huso**	۶۹/۹	۶۵/۱	۳۰/۵	۴/۲۵	Abedian Kenari et al. (2009)
*Barbus sharpeyi**	گزارش نشد	۵۸/۹	۲۵/۲	۱۳/۵	شرفیان، ۱۳۹۳
Scomberomorus guttatus	۷۵/۴	۱۸/۱	۵/۴	۰/۸۶	بنفشی و همکاران (۱۳۹۳)
Acanthopagrus latus	۷۴/۹۰	۱۸/۸۳	۴/۱۴	۱/۵۸	Hossain et al. (2012)
Cynoglossus arel	۷۷/۱	۱۷/۵	۳/۵۳	۱/۱۱	بنفشی و همکاران (۱۳۹۳)
Gnathanodon speciosus	۶۷/۲	۱۷/۷	۱۲/۱	۱/۱۱	جعفری و همکاران (۱۴۰۱)
Otolithes ruber	۷۸/۸۶	۱۷/۷۱	۲/۳۶	۱/۳۶	Sharifian et al. (2011)
Lutjanus johnii	۷۹/۱۳	۱۶/۲۹	۲/۶۷	۱/۶۶	Swain و Nayak (۲۰۱۸)
Pomadasys kaakan	۸۳/۲۷	۲۴/۲۱	۱/۷۹	۱/۱۷	Abbas و Hussain (۱۹۹۴)

*نتایج مربوط به پروتئین، چربی و خاکستر براساس وزن خشک می‌باشد.

مورد بررسی وجود دارد. با این وجود به‌نظر می‌رسد که پیروی و تبعیت از قواعد فوق حداقل نیاز به پژوهش و تأمل بیشتری دارد.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که بعد از رطوبت، پروتئین بیشترین سهم ترکیبات بیوشیمیایی را در عضله ماهی داراست. اگر چه این ترکیب نیز همانند سایر ترکیبات بیوشیمیایی دیگر موجود در عضله ماهی دارای نوسانات فصلی و تغییرات متناسب با جنسیت و سن می‌باشد، اما در خصوص ماهیان پرورشی مقدار و کیفیت مواد غذایی دریافتی سهم به‌سزای در میزان پروتئین و ترکیب اسید امینه آن دارد (Dogan and Ertan, 2017). بنابراین اختلاف در میزان پروتئین در بین شش گونه بررسی با همدیگر و با سایر مطالعات احتمالاً ناشی از تغذیه و مکان زیست، جنسیت و غیره مرتبط باشد. چنین وضعیتی در خصوص خاکستر نیز صادق است (اگر چه آن‌ها از نظر کمی، کمترین سهم را نسبت به سایر ترکیبات دارا هستند). به‌طور کلی موجودات آبزی مواد معدنی مورد نیاز خود را از آب و غذا دریافت می‌کنند و در بافت اسکلتی و سایر اعضاء خود ذخیره می‌کنند. عوامل متعددی بر میزان آن‌ها تأثیر می‌گذارد که عمده‌ترین آن‌ها به تفاوت‌های زیستی ماهیان (از قبیل جنسیت، گونه و ...)، تغذیه و شرایط محیط زندگی آبزی (خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب محل پرورش ماهی) مرتبط است. در کنار چنین مواردی باید بیان کرد که غلظت مواد معدنی در ماهیان تحت تأثیر عوامل دیگری از جمله نوع عضله (عضله تیره یا روشن) و حتی میزان آلاینده‌های موجود در محل زیست ماهی نیز مرتبط است (Khitouni *et al*., 2011). به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان کرد که، ماهیان پرورشی عرضه‌شده به بازار ماهی‌فروشان کرج از ارزش غذایی مناسبی برخوردار بوده و مصرف آن‌ها توصیه می‌گردد.

منابع

بنفشی غ.، عسکری ساری ا.، چله مال دزفول نژاد م.، ولایت‌زاده م. ۱۳۹۳. مقایسه ترکیبات شیمیایی عضله دو ماهی قباد *Scomberomorus guttatus*و کفشک زبان گاوی *Cynoglossus arel*. نشریه نوآوری در علوم و فنّاوری غذایی. ۷(۴): ۸۴-۷۱.

شریفیان م. ۱۳۹۳. بررسی ترکیبات بدن ماهی بنی در محدودهٔ طولی مختلف درمنابع آبی استان خوزستان. نشریه توسعه آبزی‌پروری. ۳: ۷۶-۶۵.

جعفری ا.، طاهری ع.، غفاری م.، احسان نسب ز. ۱۴۰۱. بررسی پروفیل اسید آمینه وتعیین تقریبی ترکیبات فیله ماهی گیش طلایی (*Gnathanodon speciosus*) صید شده از دریای عمان در دو فصل تابستان و زمستان. مجله شیلات، شماره ۷۵: ۲۳۸-۲۲۳.

رضوی شیرازی ح. ۱۳۸۰. تکنولوژی فراورده های دریایی. انتشارات نقش مهر. ۲۹۲ صفحه.

Abbas G., Hussain S. 1994. Biochemical composition of *Lutjanus johni* and *Pomadasys kaakan* reared in the tanks. *Recent Trends in Biochemical Research in Pakistan* 1-9.

Abdrahman S., Osman T.S.H., Hassan O., Daud N.M. 1995. Fatty acid composition of some Malaysian fresh water fish. *Food Chemistry* 54, 45-49.

Abedian Kenari A., Regenstein J.M., Hosseini S.V., Rezaei M., Tahergorab, R., Nazari R.M., Mogaddasi M., Kaboli S.A. 2009. Amino Acid and Fatty Acid Composition of Cultured Beluga (*Huso huso*) of Different Ages. *Journal of Aquatic Food Product Technology 18(3), 245-265.*

Ahmed I., Jan K., Fatma S., Dawood M.A. 2022. *Muscle proximate composition of various food fish species and their nutritional significance: A review.* Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition *106(3), 690-719.*

Akpambang V.O. 2015. Proximate composition of some tropical fish species. *Der Chemica Sinica* 6(4), 125-129.

AOAC. 2005. Official methods of analysis. (18th ed.). Gaithersburg, MD, USA: Association of Official Analytical Chemists. Washington. DC, USA.

Bagthasingh C., Aran S.S., Vetri V., Innocen A., Kannaiyan S.K. 2016. Seasonal variation in the proximate composition of sardine (*Sardinella gibbosa*) from Thoothukudi coast. *Indian Journal of Geo-marine Sciences* 45(6): 800-806.

Bell J.G., McEvoy J., Tocher D.R., McGhee F., Campbell P.J. Sargent J.R. 2001. Replacement of Fish Oil with Rapeseed Oil in Diets of Atlantic Salmon (*Salmo salar)* Affects Tissue Lipid Compositions and Hepatocyte Fatty Acid Metabolism. *The Journal of Nutrition* 131: 1535-1543.

Benjakul S., Visessanguan W. Tueksuban J. 2003. Change in physico-chemical properties and gel-forming ability of lizardfish (*Saurida tumbil*) during post-mortem storage in ice. *Journal of Food Chemistry* 80, 535-544.

Dogan G., Ertan O.O. 2017. Determination of amino acid and fatty acid composition of goldband goatfish [*Upeneus moluccensis* (Bleeker, 1855)] fishing from the Gulf of Antalya (Turkey). *International Aquatic Research* 9, 313-327.

Hansen L.T., Røntved, S.D., Huss H. H. 1998. Microbiological quality and shelf life of cold-smoked salmon from three different processing plants. Food Microbiology 15(2), 137-150

Hemre G.I., Sandnes K. 1999. Effect of dietary lipid level on muscle composition in Atlantic salmon *Salmo salar*. *Aquaculture Nutritio.* 5: 9-16.

Henchion M., Hayes M., Mullen A.M., Fenelon M., Tiwari B. 2017. Future protein supply and demand: strategies and factors influencing a sustainable equilibrium. *Foods* 6(7), 53.

Hossain M.A., Almatar S.M., Al-Abdul-Elah K.M., Yaseen S.B. 2012. Comparison of proximate composition and fatty acid profiles in cultured and wild marine fishes in Kuwait. *Journal of Applied Aquaculture* 24(3), 199-209.

Hu F.B., Bronner L., Willett W.C., Stampfer M.J., Rexrode K.M., Albert C.M., Manson J.E. 2002. Fish and omega-3 fatty acid intake and risk of coronary heart disease in women. *Jama* 287(14), 1815-1821.

Khitouni I.K., Mihoubi N.B., Abdelmouleh B.A. 2011. Global chemical composition of the Mediterranean Horse Mackerel (*Trachurus mediterraneus*): variations according to muscle type and fish sex. *Journal of the Tunisian Chemical Society* 13, 117-122.

Kutty Ayappan M.P., VasanthShenoy A., Gopakumar K. 1976. Proximate composition of 17 species of Indian fish. *Fisheries Technology* 13*(*2*),* 153-155.

Medina I., Sacchi R., Aubourg S. 1995. A 13C-NMR study of lipid alterations during fish canning: Effect of filling medium. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 69, 445-450.

Mohamed H.A.E., Al-Maqbaly R., Mansour H.M. 2010. Proximate composition, amino acid and mineral contents of five commercial Nile fishes in Sudan. *African Journal of Food Science* 4(10), 640-654.

Mohanty N., Nayak L. 2018. Proximate composition of fishes comprising of three families Aridae, Scombridae and Stromateidae collected from Gopalpur coast, east coast of India. *International Journal of Science Inventions Today* 7(1), 108-118.

Mozaffarian D., Rimm E.B. 2006. Fish intake, contaminants, and human health: evaluating the risks and the benefits. *Jama* 296(15), 1885-1899.

Mridha M.A., Lipi S.Y., Narejo N.T., Uddin M.S., Kabir M.S., Karim M. 2005. Determination of biochemical composition of *Cirrhinus reba* (Hamilton, 1822) from Jessore. Bangladesh. *Journal of Science & Technology University Peshwar* 29(1), 1-5.

Park K. Mozaffarian D. 2010. Omega-3 fatty acids, mercury, and selenium in fish and the risk of cardiovascular diseases. *Current Atherosclerosis Reports* 12(6), 414-422.

Petricorena Z.C. 2015. Chemical composition of fish and fishery products. *Handbook of Food Chemistry* 403-435.

Rani P., Kumar V.P., Rao R.K., Shameem U. 2016. Seasonal variation of proximate composition of tuna fishes from Visakhapatnam fishing harbor, east coast of India. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 4(6), 308-313.

Ravichandran S., Kumaravel K., Florence E.P., 2011. Nutritive composition of some edible fin fishes. *International Journal of Zoological Research* 7(3), 241.

Regost C., Jakobsen J.V., Rørå, A.M.B. 2004. Flesh quality of raw and smoked fillets of Atlantic salmon as influenced by dietary oil sources and frozen storage. *Food Research International* 37: 259-271.

Sathivel S., Bechtel P.J., Babbitt J.K., Prinyawiwatkul W., Patterson M. 2005. Functional, nutritional, and rheological properties of protein powders from arrowtooth flounder and their application in mayonnaise. *Journal of Food Science* 70(2), E57-E63.

Şener E., Yildiz M. Savaş E. 2005. Effects of Dietary Lipids on Growth and Fatty Acid Composition in Russian Sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) Juveniles. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences* 29, 1101-1107.

Sharifian S., Zakipour E., Mortazavi M.S., Arshadi A. 2011. Quality assessment of tiger tooth croaker (*Otolithes ruber*) during ice storage. *International Journal of Food Properties* 14(2), 309-318.

Shaviklo A.R. 2015. Development of fish protein powder as an ingredient for food applications: a review. *Journal of Food Science and Technology* 52(2), 648-661.

Sikorski Z.E. 1990. Seafood: Resources, nutritional composition, and preservation, CRC press.

Silva J.L., Ammerman G.R. 1993. Composition, lipid change, and sensory evaluation of two sizes of channel catfish during frozen storage. *Journal of Applied Aquaculture* 2(2), 39-49.

Steffens W., Rennert B., Wirth M., Kruger R. 1999. Effect of two lipid levels on growth, feed utilization, body composition and some biochemical parameters of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum 1792). Journal of Applied Ichthyology. 15: 159– 164.

Sutharshiny S., Sivashanthini K., 2011. Proximate composition of three species of Scomberoides fish from Sri Lankan waters. *Asian Journal of Clinical Nutrition* 3 (3), 103-111.

Swain R, Nayak L. 2018. Changes of biochemical composition in the muscle tissues of *Lutjanus johni* and *Lutjanus russelli* from Gopalpur coast, east coast of India. *International Journal of Advanced Research* 6(5), 843-850.

Tahergorabi R., Hosseini S.V., Jaczynski J. 2011. Seafood proteins. In *Handbook of food proteins* (pp. 116-149). Woodhead Publishing, USA.

Journal of Aquaculture Sciences Vol. 11, No 20, 174-184
Print ISSN: 2322-5351
www.aquaculturesciences.ir

Evaluation of proximate composition of farmed fish supplied to Karaj fish market

Seyed Vali Hoseini*

Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

*Corresponding author: hosseinisv@ut.ac.ir

Received: 26.Mar.2023 **Accepted: 18.June.2023**

Abstract

Fishes are one of the most important food sources of human societies, and they have significant contributions in providing some macronutrient and micronutrient compounds for humans. They have differences in terms of the presence of such valuable compounds, whose amounts are different among different species of fish and determine the desired aquatic nutritional value. In the present study, macronutrient compounds (moisture, protein, lipid, and ash) in the edible part (muscle) of six species of the most abundant farmed fish available in the market of Karaj metropolis were evaluated using the AOAC method. For this purpose, the experimental fishes (including Silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix*; Common carp, *Cyprinus carpio*; Grass carp *Ctenopharyngodon idella*, Big head, *Hypophthalmichthys nobilis*; Tilapia, *Oreochromis niloticus* and Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*) were purchased from Karaj fish market and taken to the laboratory. The results showed no significant differences in protein and ash content among the studied fish species ($P>0.05$), but there were differences in the moisture and lipid between experimental species, so in terms of lipid and moisture content, rainbow trout had the highest and lowest values, respectively ($P\leq0.05$). Based on the results, despite the difference in the number of macronutrient compounds in the investigated species, the farmed fish offered to the Karaj fishmongers market have good nutritional value, and their consumption is recommended.

Keywords: Farmed fishes, Fish market, Karaj, Nutritional value, Proximate compounds