شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۳
صفحات ۱۳۴-۱۲۳

ترکیبات تقریبی، پروفایل اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه در بخش‌های مختلف ماهی شمسک بزرگ (*Ilisha megaloptera*)

عاطفه بمپوری[۱]، سلیم شریفیان[۲*]، سراج بیتا[۳]

۱. دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد گروه شیلات، دانشکدهٔ علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران
۲. استادیار گروه شیلات، دانشکدهٔ علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران
۳. دانشیار گروه شیلات، دانشکدهٔ علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۲۳

چکیده

در مطالعهٔ حاضر میزان ترکیبات تقریبی (پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر)، پروفایل (کمیت و کیفیت) اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه در بخش‌های مختلف ماهی شمسک بزرگ (*Ilisha megaloptera*) شامل (اسکلت اصلی، سر، بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء، باله دمی و فیله) اندازه‌گیری گردید. نتایج ترکیبات تقریبی نشان داد که میزان این ترکیبات در بخش‌های مختلف به‌طور معنی‌داری با هم تفاوت داشته و در بسیاری از موارد، میزان درشت‌مغذی‌ها در بخش‌های ضایعات بالاتر از فیله بوده است. نتایج بررسی میزان اسیدهای چرب نشان داد که بخش‌های مختلف شمسک بزرگ حاوی سطوح بالایی از چربی‌های غنی از اسیدهای چرب چند غیر اشباعی بلند زنجیره امگا-۳ (LC n-3 PUFAs) و بلند زنجیره تک‌غیراشباعی (LC MUFAs) می‌باشد. در میان PUFAها، EPA (ایکوزاپنتانوئیک اسید) و DHA (دوکوزاهگزانوئیک اسید) بالاترین درصدها را در مقایسه با دیگر اسیدهای چرب چند غیر اشباعی داشتند. بالاترین میزان EPA و DHA به‌ترتیب در بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء و برابر با ۱/۹۸۶ گرم در صد گرم (۱۳/۶۱ درصد از کل اسیدهای چرب) و ۵/۱۲۴ گرم در صد گرم (۳۵/۱۱ درصد) وجود داشت. نسبت اسیدهای چرب امگا-۳ به امگا-۶ (n-3/n-6) در بخش‌های مختلف بدن متفاوت و بیش‌ترین آن برابر با ۱۷/۴۳۳ و در بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء وجود داشت. بالاترین درصد مجموع اسیدهای آمینهٔ ضروری از کل اسیدهای آمینه نیز در بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء (۴۳/۱۴ درصد) وجود داشت. کمترین درصد اسیدهای آمینهٔ ضروری با میزان ۳۹/۶۶ درصد در بالهٔ دمی وجود داشت. میزان تمامی اسیدهای آمینهٔ ضروری در تمامی بخش‌های ماهی شمسک به‌میزان قابل توجهی نسبت به میزان توصیه شده توسط FAO/WHO بالاتر بود. نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد که بخش‌های مختلف ماهی شمسک بزرگ می‌تواند منبعی ایده‌ال از اسیدهای چرب بلند زنجیره چند غیراشباعی و اسیدهای آمینهٔ ضروری باشد.

واژگان کلیدی: شمسک بزرگ، ارزش تغذیه‌ای، ضایعات فرآوری، اسیدهای چرب، اسیدهای آمینه

* نویسنده مسئول: سلیم شریفیان
Email: sharifian.s@cmu.ac.ir

Journal of Fisheries
Vol. 77, No. 2, Summer 2024
pp. 123-134

Proximate composition, profile of fatty acids and amino acids in different parts of bigeye ilisha (*Ilisha megaloptera*)

Atefeh Bampoury[1], Salim Sharifian[2*], Seraj Bita[3]

1. M.Sc. graduate, Department of Fisheries, Faculty of Marine Sciences, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran
2. Assistant Professor, Department of Fisheries, Faculty of Marine Sciences, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran
3. Associate Professor, Department of Fisheries, Faculty of Marine Sciences, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran

Received: 01-Mar-2024 **Accepted: 12-May-2024**

Abstract

In the present study, the amount of proximate composition (protein, lipid, moisture, and ash) and the profile (quantity and quality) of fatty acids and amino acids in different parts of bigeye ilisha (*Ilisha megaloptera*) including (backbone, head, abdominal fin and viscera, caudal fin and fillet) were measured. The results of proximate composition showed that the amount of these compounds in different parts differed significantly and in many cases, the amount of macronutrients in waste parts was higher than fillet. The results of the analysis of fatty acids showed that different parts of the bigeye ilisha contain high levels of lipids rich in omega-3 long chain polyunsaturated fatty acids (n-3 LC-PUFAs) and long chain monounsaturated fatty acids (LC MUFAs). Among PUFAs, EPA (eicosapentaenoic acid) and DHA (docosahexaenoic acid) had the highest percentages compared to other polyunsaturated fatty acids. The highest amount of EPA and DHA was found in the abdominal fin and viscera, respectively, equal to 1.986 g/100g (13.61% of total fatty acids) and 5.124 g/100g (35.11%). The ratio of omega-3 to omega-6 fatty acids (n-3/n-6) was different in different parts of the body, and the highest ratio was 17.433 in the abdominal fin and viscera. The highest percentage of the total essential amino acids was also present in the abdominal fin and viscera (43.14%). The lowest percentage of essential amino acids with the amount of 39.66% was found in the caudal fin. The amount of all essential amino acids in all cuts of bigeye ilisha was significantly higher than the amount recommended by FAO/WHO. The results of the present study showed that different parts of bigeye ilisha can be an ideal source of long-chain polyunsaturated fatty acids and essential amino acids.

Key words: Bigeye ilisha, Nutritional value, Processing by-products, Fatty acids, Amino acids

∗ Corresponding author: Salim Sharifian Email: sharifian.s@cmu.ac.ir

۱. مقدمه

صنعت فرآوری ماهی منبع اصلی اقتصادی در بسیاری از کشورهای جهان است و ماهی منبع ضروری مواد مغذی به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه می‌باشد. تخمین زده می‌شود که در سراسر جهان حدود ششصد میلیون نفر برای امرار معاش خود به تولید، فرآوری و تجارت ماهی وابسته هستند (FAO, 2022). این صنعت یکی از صادرکنندگان عمدهٔ غذا و محصولات دریایی در بسیاری از کشورها است. آبزی‌پروری و بخش فرآوری غذاهای دریایی مقادیر زیادی پساب در سطح جهان تولید می‌کند (Olgunoglu, *et al.*, 2016). حدود ۷۰ درصد از ماهی‌ها قبل از فروش، فرآوری شده و متعاقباً ۲۰ تا ۸۰ درصد ضایعات جامد ماهی بسته به سطح فرآوری تولید می‌گردد (Wu *et al.*, 2022). در صنایع غذاهای دریایی بیش از ۶۰ درصد مواد خام به‌عنوان ضایعات فرآوری ایجاد می‌شود که شامل سر، پوست، باله‌ها، استخوان، امعا و احشاء می‌باشد (Abionaet *et al.*, 2021). ضایعات فرآوری غذاهای دریایی در کشورهای در حال توسعه یا دفع یا به غذای حیوانات، پودر ماهی و کود تبدیل می‌شود. دفع ضایعات فرآوری ماهی به‌دلیل نگرانی‌های محیط‌زیستی تحت مقررات سختگیرانه قرار دارد و به هزینهٔ عملیاتی صنایع غذایی دریایی می‌افزاید. از این‌رو، استفاده از ضایعات فرآوری و محصولات جانبی ماهی برای تولید محصولاتی با ارزش افزوده و نیز برای کاهش آلودگی محیط‌زیست به شیوه‌های کارآمد اهمیت فراوان دارد (Ahmmed *et al.*, 2021). قدم اول در استفاده از این ضایعات، شناخت ویژگی‌های شیمیایی مختلف آن‌ها از قبیل ترکیبات تقریبی، پروفایل اسیدهای آمینه، پروفایل اسیدهای چرب و عناصر مغذی آن‌ها می‌باشد.

در طی سال‌های اخیر با ترویج روش صید پرساین دو قایقی در ایران، میزان صید ماهیان سطح‌زی ریز در آب‌های جنوب افزایش چشمگیری داشته است. براساس آخرین سالنامهٔ آماری منتشر شده توسط شیلات ایران (IFO, 2023) میزان صید سطح‌زیان ریز از ۹۵۳۲۵ تن در سال ۱۳۹۷ به ۱۳۷۸۳۱ تن در سال ۱۴۰۱ رسیده است. از این میزان، سهم استان سیستان و بلوچستان در صید سطح‌زیان ریز در سال ۱۴۰۱ برابر با ۹۱/۳۸ تن بوده است.

ماهی شمسک بزرگ با نام علمی *Ilisha megaloptera* از لحاظ اندازه، بزرگترین گونهٔ خانوادهٔ شَگ‌ماهیان زره‌شکم (Pristigasteridae) در آب‌های جنوب ایران بوده و بیشینهٔ اندازهٔ بدن آن به ۲۸ سانتی‌متر می‌رسد، ولی به‌طور میانگین طول آن ۲۰ سانتی‌متر است (Asadi and Dehghani Pashtroudi, 2012). نام محلی این ماهی در مناطق جنوب ایران بسته به منطقه، متفاوت و بیش‌تر به اسامی گاچم و پیکو معروف است. این گونه دارای ارزش تجاری بوده و صید صنعتی آن به‌عنوان گونهٔ هدف عموماً با تور گردان پیاله‌ای، تور بالارونده و ترال صورت می‌گیرد. بررسی کیفیت و کمیت اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه گونه‌های دریایی و ارزش تجاری-تغذیه‌ای آن‌ها همواره یکی از اولویت‌های مهم پژوهشی در بسیاری از نقاط دنیا بوده است. تحقیقات قبلی نشان داده است که بخش‌های مختلف گونه‌های مختلف ماهیان دریایی یکی از مهم‌ترین منابع اسیدهای چرب چند غیر اشباعی (PUFA)، به‌ویژه ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) و دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) و اسیدهای آمینه ضروری مختلف از قبیل لیزین، متیونین، ترئونین و آرژنین است که نقش‌های بی‌بدیل و مفیدی در سلامت انسان دارند (Hong *et al.*, 2014; Wu *et al.*, 2022). از این‌رو، هدف از مطالعهٔ حاضر سنجش ترکیبات تقریبی، پروفایل و میزان اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه در بخش‌های مختلف (شامل اسکلت اصلی، سر، بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء، باله دمی و فیله) ماهی شمسک بزرگ (*Ilisha megaloptera*) صید شده از صیدگاه‌های مختلف دریای عمان (چابهار) بوده است.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. تهیهٔ ماهی

نمونه‌های ماهی شمسک بزرگ صید شده با تور گردان پیاله‌ای از سه بندر صیادی چابهار، بریس و پسابندر از صیادان محلی یا بازار ماهی‌فروشان به‌صورت تازه تهیه و به‌صورت نگهداری در یخ (نسبت ۲ به ۱ ماهی به یخ) به آزمایشگاه دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار منتقل گردید. از هر بندر صیادی ۲۰ کیلو ماهی و در مجموع ۶۰ کیلو ماهی شمسک جمع‌آوری شد. در ادامه وزن کل و طول کل تمام نمونه‌ها با استفاده از ترازو (با دقت ۰/۰۱ گرم) و متر ثبت گردید. میانگین طول و وزن نمونه‌ها به‌ترتیب ۳/۳۹±۱۹/۷۵ سانتی‌متر و ۵/۴۲±۵۶/۰۰ گرم بود. پس از انتقال نمونه‌ها به

آزمایشگاه، ابتدا از نمونه‌ها، به‌صورت دستی فیله تهیه و در ادامه بخش‌های مختلف شامل استخوان (چارچوب اسکلتی اصلی ماهی)، سر، بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء و بالهٔ دمی جدا گردید. در ادامه نمونه‌های هر بخش با هم مخلوط و تا زمان انجام آزمایشات در ۱۸- درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شد.

۲.۲. ترکیبات تقریبی

سنجش ترکیبات تقریبی بخش‌های مختلف ماهی شمسک بزرگ شامل رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر براساس دستورالعمل AOAC (۲۰۰۰) انجام شد. میزان پروتئین کل با استفاده از دستگاه کجلدال نیمه‌اتوماتیک و پس از هضم نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. چربی کل با استفاده از روش Bligh and Dyer (۱۹۵۹) و با کمک حلال‌های متانول و کلروفرم استخراج و سنجش شد. رطوبت نمونه‌ها پس از خشک کردن نمونه‌های ماهی در آون تا رسیدن به وزن ثابت اندازه‌گیری گردید. میزان خاکستر نیز پس از سوزاندن نمونه‌ها در کورهٔ الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ۴ ساعت تعیین شد. تمامی ترکیبات تقریبی به‌صورت درصد گزارش گردید.

۳.۲. اسیدهای چرب

از چربی‌های استخراج شده در مرحلهٔ قبل و دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC-Varian CP-3800) مجهز به آشکارساز یونی شعله‌ای (FID) و ستون موئینه (SGE Bpx 70; 30m × 0.22mm × 0.25µm) برای سنجش مقدار و پروفایل اسیدهای چرب استفاده شد. تمام مراحل اندازه‌گیری با استفاده از روش ذکر شده توسط Wu و همکاران (۲۰۲۲) با اندکی اصلاحات انجام گرفت. قبل از متیلاسیون نمونه‌های چربی، هپتادکانوئیک اسید به‌عنوان استاندارد داخلی به تمامی نمونه‌ها اضافه شد. متیلاسیون با استفاده از محلول متانول-اسید کلریدریک انجام و پس از آن، نمونه‌ها برای تجزیه و تحلیل با استفاده از سرنگ تزریق در حجم ۰/۱ میکرولیتر به دستگاه تزریق گردید. دمای دتکتور و محل تزریق به ترتیب ۲۸۰ و ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد. برنامه دمایی ستون ۱۶۰ درجهٔ سانتی‌گراد شروع و پس از ۵ دقیقه نگه‌داشت با سرعت ۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد در دقیقه به ۱۸۰ درجهٔ سانتی‌گراد افزایش داده شد. پس از نگه‌داشت دما در ۱۸۰ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ۱۰ دقیقه، دما با سرعت ۱ درجهٔ سانتی‌گراد در دقیقه به ۲۰۰ و در ادامه با سرعت ۳۰ دور در دقیقه به ۲۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد افزایش داده شد. از گاز هلیوم به‌عنوان گاز حامل استفاده گردید. در نهایت پروفایل و میزان هر اسید چرب با مقایسه کروماتوگرام‌های هر اسید چرب در نمونه‌ها با نمونه‌های استاندارد (شرکت سیگما، ۳۹ اسید چرب) تزریق شده در شرایط مشابه ثبت گردید.

۴.۲. اسیدهای آمینه

برای سنجش مقدار و پروفایل اسیدهای آمینه از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) شرکت Knauer مجهز به ستون شیشه‌ای با قطر ۴/۶ میلی‌متر، ارتفاع ۲۵۰ میلی‌متر و اندازهٔ ذرهٔ ۵ میکرومتر (شرکت GL. Science Tokyo Japan) و آشکارساز UV استفاده شد. قبل از آنالیز به تمامی نمونه‌ها محلول فتال‌دی‌آلدهید به‌عنوان استاندارد داخلی اضافه گردید. آنالیز در طول موج ۴۴۰ نانومتر انجام شد. دمای تزریق ۱۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد در نظر گرفته و در ادامه ۲۰ میکرولیتر نمونه با استفاده از سرنگ مخصوص تزریق گردید. کمیت و کیفیت هر اسید آمینه با مقایسهٔ کروماتوگرام‌های نمونه با استاندارد ۱۹ گانه اسیدهای آمینه به‌دست آمد (Wu *et al*., 2022).

۵.۲. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۲ انجام شد. برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار از روش تجزیه واریانس یک‌طرفه و آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار LSD در سطح ۵ درصد بین مقادیر حاصل از هر شاخص بین بخش‌های مختلف استفاده شد. تمامی آزمایش‌ها با حداقل سه تکرار انجام و داده‌ها به‌صورت میانگین و انحراف معیار گزارش شده است.

۳. نتایج

۱.۳. ترکیبات تقریبی

نتایج میانگین همراه با انحراف استاندارد میزان پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر در در بخش‌های مختلف ماهی شمسک بزرگ شامل اسکلت اصلی، سر، بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء، بالهٔ دمی و فیله در جدول ۱ارائه شده است. میزان

رطوبت در بافت‌های مختلف در محدودهٔ ۷۹-۷۱ درصد بسته به نوع بخش آنالیز شده متفاوت بود ($P<۰/۰۵$). بیش‌ترین میزان آن با مقدار ۷۹/۸۵ درصد در اسکلت اصلی وجود داشت. کمترین میزان رطوبت برابر با ۷۵/۱۸ درصد در فیلهٔ ماهی شمسک بزرگ اندازه‌گیری شد. میزان چربی در بخش‌های مختلف بدن ماهی شمسک از ۱/۸۶ درصد در اسکلت اصلی تا ۶/۶۸ درصد در سر متغیر بود ($P<۰/۰۵$). چربی کل در بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء، بالهٔ دمی و فیلهٔ ماهی به‌ترتیب برابر با ۶/۲۵، ۲/۳۶ و ۵/۸۹ درصد به‌دست آمد. میزان رطوبت در بافت‌های مختلف در محدودهٔ ۷۹-۷۱ درصد به‌دست آمد. بالاترین میزان رطوبت برابر با ۷۹/۸۵ درصد در اسکلت اصلی و کمترین میزان آن یعنی ۷۱/۲۶ درصد در بخش بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء وجود داشت ($P<۰/۰۵$). میزان رطوبت در سر، بالهٔ دمی و فیلهٔ ماهی به‌ترتیب برابر با ۷۵/۳۶، ۷۴/۸۶ و ۷۵/۱۸ درصد بود ($P>۰/۰۵$). میزان خاکستر در بخش‌های مختلف ماهی شمسک از ۲/۱۳ در اسکلت اصلی تا ۶/۲۵ درصد در بالهٔ دمی متغیر بود ($P<۰/۰۵$).

جدول ۱. میزان ترکیبات تقریبی (درصد) در بخش‌های مختلف ماهی شمسک بزرگ

	اسکلت اصلی	سر	بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء	بالهٔ دمی	فیله
پروتئین	۱۴/۲۳±۰/۵۵ ^{c}	۱۲/۰۵±۰/۴۶ ^{d}	۱۸/۷۸±۰/۷۲ ^{a}	۱۶/۲۵±۰/۶۳ ^{b}	۱۷/۴۶±۰/۶۷ ^{ab}
چربی	۱/۸۶±۰/۰۷ ^{d}	۶/۶۸±۰/۲۶ ^{a}	۶/۲۵±۰/۲۴ ^{ab}	۲/۳۶±۰/۰۹ ^{c}	۵/۸۹±۰/۲۳ ^{b}
رطوبت	۷۹/۸۵±۳/۰۷ ^{a}	۷۵/۳۶±۲/۹۰ ^{ab}	۷۱/۲۶±۲/۷۴ ^{b}	۷۴/۸۶±۲/۸۸ ^{ab}	۷۵/۱۸±۲/۸۹ ^{ab}
خاکستر	۲/۱۳±۰/۰۸ ^{c}	۵/۸۶±۰/۲۳ ^{a}	۲/۸۶±۰/۱۱ ^{b}	۶/۲۵±۰/۲۴ ^{a}	۱/۴۲±۰/۰۵ ^{d}

داده‌ها براساس میانگین (± انحراف معیار) گزارش شده است (n=۳).

حروف کوچک انگلیسی در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار شاخص بین بخش‌های مختلف بدن ماهی می‌باشد.

۲.۳. اسیدهای چرب

تغییرات میانگین میزان اسیدهای چرب و درصد آن‌ها از کل اسیدهای چرب در بخش‌های مختلف بدن ماهی شمسک در جدول ۲ نشان داده شده است. مجموع اسیدهای چرب اشباع در بخش‌های مختلف بدن ماهی شمسک بزرگ از ۲/۸۵۷ گرم در صد گرم در بخش اسکلت اصلی تا ۵/۳۳۲ گرم در صد گرم در سر متفاوت بود ($P<۰/۰۵$). در تمام بخش‌ها، فراوان‌ترین اسیدچرب اشباع، C16:0 (اسید پالمیتیک) بود که به‌ترتیب در بخش اسکلت اصلی، سر، بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء، بالهٔ دمی و فیله برابر با ۳۶/۵۵، ۴۲/۱۸، ۲۰/۴۶، ۱۱/۸۷ و ۲۴/۵۹ درصد به‌دست آمد ($P<۰/۰۵$). کمترین میزان اسید چرب اشباع در تمام بخش‌ها متعلق به اسید لوریک (C12:0) بود و درصد آن از کل اسیدهای چرب در محدودهٔ ۰/۱۰ تا ۰/۱۹ درصد به‌دست آمد. سر و در ادامه بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء، بیش‌ترین میزان اسیدهای چرب اشباع را در مقایسه با دیگر بخش‌ها داشتند.

میزان مجموع اسیدهای چرب تک غیر اشباعی (MUFAs) از ۰/۰۴۹ گرم در صد گرم در بخش اسکلت اصلی تا ۳/۲۱۵ گرم در صد گرم در سر متفاوت بود ($P<۰/۰۵$). در میان MUFAs، اولئیک اسید (C18:1 n-9) فراوان‌ترین در تمام بخش‌ها بود و درصد کل آن از اسیدهای چرب به‌ترتیب در بخش اسکلت اصلی، سر، باله شکمی و امعاء و احشاء، بالهٔ دمی و فیله برابر با ۷/۵۸، ۱۴/۲۴، ۶/۷۶، ۱۳/۶۱ و ۶/۶۲ درصد به‌دست آمد ($P<۰/۰۵$). در ادامه و پس از اولئیک اسید، پالمیتولئیک اسید (C16:1 n-7) با درصدهای متغیر از ۳/۷۴ تا ۱۰/۹۳ فراوان‌ترین اسید چرب تک غیر اشباعی در بخش‌های مختلف ماهی شمسک بزرگ بود. میزان مجموع اسیدهای چرب تک غیر اشباع بلندزنجیره (LC MUFA) یعنی اسیدهای چرب C20:1, n-9 و C22:1, n-11 در تمامی بخش‌ها کمتر از ۵ درصد کل اسیدهای چرب و در اسکلت اصلی، سر، بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء، بالهٔ دمی و فیله برابر به‌ترتیب برابر با ۱/۷۷، ۲/۵۵، ۴/۹۲، ۴/۵۴ و ۴/۰۷ درصد اندازه‌گیری شد.

میزان مجموع اسیدهای چرب چند غیر اشباع (PUFAs) از ۱/۱۹۰ گرم در صد گرم در بخش اسکلت اصلی تا ۷/۷۹۷ گرم در صد گرم در بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء متفاوت بود ($P<۰/۰۵$). درصد PUFA از کل اسیدهای چرب به‌ترتیب در اسکلت اصلی، سر، بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء، بالهٔ دمی و فیله برابـر با ۳۲/۸۴، ۱۵/۲۰، ۵۳/۴۲، ۴۲/۱۹ و ۴۶/۷۷ درصد

جدول ۲. میزان اسیدهای چرب (گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) در بخش‌های مختلف ماهی شمسک بزرگ

	اسکلت اصلی	سر	بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء	بالهٔ دمی	فیله
C12:0	۰/۰۱۰±۰/۰۰ ^{d}	۰/۰۱۸±۰/۰۰۱ ^{a}	۰/۰۱۵±۰/۰۰۱ ^{b}	۰/۰۱۶±۰/۰۰۱ ^{ab}	۰/۰۱۲±۰/۰۰۱ ^{c}
	(٪۰/۱۷۰)	(٪۰/۱۸)	(٪۰/۱۰)	(٪۰/۱۹)	(٪۰/۱۱)
C14:0	۰/۵۲۸±۰/۰۲۳ ^{b}	۰/۴۲۶±۰/۰۱۹ ^{c}	۰/۴۱۲±۰/۰۱۸ ^{c}	۰/۹۸۷±۰/۰۴۳ ^{a}	۰/۹۵۲±۰/۰۴۱ ^{a}
	(٪۹/۰۸)	(٪۴/۲۳)	(٪۲/۸۲)	(٪۱۱/۹۸)	(٪۸/۵۹)
C16:0	۲/۱۲۶±۰/۰۹۲ ^{c}	۴/۲۵۱±۰/۱۸۵ ^{a}	۲/۹۸۷±۰/۱۳۰ ^{b}	۰/۹۷۸±۰/۰۴۳ ^{d}	۲/۷۲۵±۰/۱۱۸ ^{b}
	(٪۳۶/۵۵)	(٪۴۲/۱۸)	(٪۲۰/۴۶)	(٪۱۱/۸۷)	(٪۲۴/۵۹)
C18:0	۰/۱۲۵±۰/۰۰۵ ^{e}	۰/۵۱۲±۰/۰۲۲ ^{a}	۰/۴۲۶±۰/۰۱۹ ^{b}	۰/۳۷۱±۰/۰۱۶ ^{c}	۰/۲۳۴±۰/۰۱۰ ^{d}
	(٪۲/۱۵)	(٪۵/۰۸)	(٪۲/۹۲)	(٪۴/۵۰)	(٪۲/۱۱)
C20:0	۲/۸۵۷±۰/۰۰۳ ^{c}	۰/۱۲۵±۰/۰۰۵ ^{d}	۰/۰۹۶±۰/۰۰۴ ^{a}	۰/۰۱۱±۰/۰۰ ^{b}	۰/۰۰۹±۰/۰۰ ^{ab}
	(٪۱/۱۷)	(٪۱/۲۴)	(٪۰/۶۶)	(٪۰/۱۳)	(٪۰/۰۸)
ΣSFA	۲/۸۵۷±۰/۱۲۴ ^{c}	۵/۳۳۲±۰/۲۳۲ ^{a}	۳/۹۳۶±۰/۱۷۱ ^{b}	۲/۳۶۳±۰/۱۰۳ ^{d}	۳/۹۳۲±۰/۱۷۱ ^{b}
	(٪۴۹/۱۲)	(٪۵۲/۹۰)	(٪۲۶/۹۷)	(٪۲۸/۶۸)	(٪۳۵/۴۹)
C16:1 (n-7)	۰/۳۹۱±۰/۰۱۷ ^{d}	۱/۱۰۲±۰/۰۴۸ ^{a}	۰/۵۴۶±۰/۰۲۴ ^{c}	۰/۶۹۰±۰/۰۳۰ ^{b}	۰/۵۷۰±۰/۰۲۵ ^{c}
	(٪۶/۷۲)	(٪۱۰/۹۳)	(٪۳/۷۴)	(٪۸/۳۷)	(٪۵/۱۴)
C18:1 (n-9)	۰/۴۴۱±۰/۰۱۹ ^{e}	۱/۴۳۵±۰/۰۶۲ ^{a}	۰/۹۸۷±۰/۰۴۳ ^{c}	۱/۱۲۱±۰/۰۴۹ ^{b}	۰/۷۳۴±۰/۰۳۲ ^{d}
	(٪۷/۵۸)	(٪۱۴/۲۴)	(٪۶/۷۶)	(٪۱۳/۶۱)	(٪۶/۶۲)
C18:1 (n-7)	۰/۱۱۴±۰/۰۰۵ ^{c}	۰/۴۲۱±۰/۰۱۸ ^{d}	۰/۶۱۲±۰/۰۲۷ ^{a}	۰/۲۱۵±۰/۰۰۹ ^{b}	۰/۲۱۱±۰/۰۰۹ ^{ab}
	(٪۱/۹۶)	(٪۴/۱۸)	(٪۴/۱۹)	(٪۲/۶۱)	(٪۱/۹۰)
C20:1 (n-9)	۰/۰۱۴±۰/۰۰۱ ^{d}	۰/۱۱۲±۰/۰۰۵ ^{b}	۰/۰۹۵±۰/۰۰۴ ^{c}	۰/۱۴۳±۰/۰۰۶ ^{a}	۰/۰۹۹±۰/۰۰۴ ^{c}
	(٪۰/۲۴)	(٪۱/۱۱)	(٪۰/۶۵)	(٪۱/۷۴)	(٪۰/۸۹)
C22:1 (n-11)	۰/۰۸۹±۰/۰۰۴ ^{e}	۰/۱۴۵±۰/۰۰۶ ^{d}	۰/۶۲۳±۰/۰۲۷ ^{a}	۰/۲۳۱±۰/۰۱۰ ^{c}	۰/۳۵۲±۰/۰۱۵ ^{b}
	(٪۱/۵۳)	(٪۱/۴۴)	(٪۴/۲۷)	(٪۲/۸۰)	(٪۳/۱۸)
ΣMUFA	۱/۰۴۹±۰/۰۴۶ ^{e}	۳/۲۱۵±۰/۱۴۰ ^{a}	۲/۸۶۳±۰/۱۲۴ ^{b}	۲/۴۰۰±۰/۱۰۴ ^{c}	۱/۹۶۶±۰/۰۸۵ ^{d}
	(٪۱۸/۰۴)	(٪۳۱/۹۰)	(٪۱۹/۶۱)	(٪۲۹/۱۳)	(٪۱۷/۷۴)
ΣLC MUFA	۰/۱۰۳±۰/۰۰۴ ^{e}	۰/۲۵۷±۰/۰۱۱ ^{d}	۰/۷۱۸±۰/۰۳۱ ^{a}	۰/۳۷۴±۰/۰۱۶ ^{c}	۰/۴۵۱±۰/۰۲۰ ^{b}
	(٪۱/۷۷)	(٪۲/۵۵)	(٪۴/۹۲)	(٪۴/۵۴)	(٪۴/۰۷)
C18:2 (n-6)	۰/۱۴۲±۰/۰۰۶ ^{c}	۰/۲۱۱±۰/۰۰۹ ^{a}	۰/۲۲۱±۰/۰۱۰ ^{a}	۰/۱۸۹±۰/۰۰۸ ^{b}	۰/۱۸۱±۰/۰۰۸ ^{b}
	(٪۲/۴۴)	(٪۲/۰۹)	(٪۱/۵۱)	(٪۲/۲۹)	(٪۱/۶۳)
C18:3 (n-3)	۰/۰۱۳±۰/۰۰۲ ^{d}	۰/۰۳۲±۰/۰۰۱ ^{a}	۰/۰۲۴±۰/۰۰۱ ^{b}	۰/۰۱۱±۰/۰۰ ^{d}	۰/۰۱۶±۰/۰۰۱ ^{c}
	(٪۰/۲۲)	(٪۰/۳۲)	(٪۰/۱۶)	(٪۰/۱۳)	(٪۰/۱۴)
C18:4 (n-3)	۰/۰۲۶±۰/۰۰۱ ^{e}	۰/۰۸۶±۰/۰۰۴ ^{c}	۰/۰۴۲±۰/۰۰۲ ^{d}	۰/۲۱۱±۰/۰۰۹ ^{a}	۰/۱۸۶±۰/۰۰۸ ^{b}
	(٪۰/۴۵)	(٪۰/۸۵)	(٪۰/۲۹)	(٪۲/۵۶)	(٪۱/۶۸)
C20:4 (n-6)	۰/۰۵۲±۰/۰۱۲ ^{c}	۰/۰۷۳±۰/۰۱۳ ^{c}	۰/۲۰۲±۰/۰۰۹ ^{a}	۰/۱۰۱±۰/۰۰۹ ^{b}	۰/۱۱۲±۰/۰۰۵ ^{b}
	(٪۰/۸۹)	(٪۰/۷۲)	(٪۱/۳۸)	(٪۱/۲۳)	(٪۱/۰۱)
C20:5 (n-3) EPA	۱/۲۳۱±۰/۰۵۴ ^{c}	۰/۸۴۵±۰/۰۳۷ ^{d}	۱/۹۸۶±۰/۰۸۶ ^{a}	۰/۸۴۱±۰/۰۳۷ ^{d}	۱/۴۵۲±۰/۰۶۳ ^{b}
	(٪۲۱/۱۷)	(٪۸/۳۸)	(٪۱۳/۶۱)	(٪۱۰/۲۱)	(٪۱۳/۱۰)
C22:5 (n-3) DPA	۰/۰۲۵±۰/۰۰۱ ^{d}	۰/۰۶۲±۰/۰۰۳ ^{c}	۰/۱۹۸±۰/۰۰۹ ^{a}	۰/۱۰۲±۰/۰۰۴ ^{b}	۰/۱۰۹±۰/۰۰۵ ^{b}
	(٪۰/۴۳)	(٪۰/۶۲)	(٪۱/۳۶)	(٪۱/۲۴)	(٪۰/۹۸)
C22:6 (n-3) DHA	۰/۴۲۱±۰/۰۱۸ ^{d}	۰/۲۲۳±۰/۰۱۰ ^{e}	۵/۱۲۴±۰/۲۲۳ ^{a}	۲/۰۲۱±۰/۰۸۸ ^{c}	۳/۱۲۶±۰/۱۳۶ ^{b}
	(٪۷/۲۴)	(٪۲/۲۱)	(٪۳۵/۱۱)	(٪۲۴/۵۳)	(٪۲۸/۲۱)
ΣPUFA	۱/۱۹۰±۰/۰۸۳ ^{e}	۱/۵۳۲±۰/۰۶۷ ^{d}	۷/۷۹۷±۰/۳۳۹ ^{a}	۳/۴۷۶±۰/۱۵۱ ^{c}	۵/۱۸۲±۰/۲۲۵ ^{b}
	(٪۳۲/۸۴)	(٪۱۵/۲۰)	(٪۵۳/۴۲)	(٪۴۲/۱۹)	(٪۴۶/۷۷)
Σn-3	۱/۷۱۶±۰/۰۷۵ ^{d}	۱/۲۴۸±۰/۰۵۴ ^{e}	۷/۳۷۴±۰/۳۲۱ ^{a}	۳/۱۸۶±۰/۱۳۹ ^{c}	۴/۸۸۹±۰/۲۱۳ ^{b}
	(٪۲۹/۵۰)	(٪۱۲/۳۸)	(٪۵۰/۵۲)	(٪۳۸/۶۷)	(٪۴۴/۱۲)
Σn-6	۰/۱۹۴±۰/۰۰۸ ^{c}	۰/۲۸۴±۰/۰۱۲ ^{b}	۰/۴۲۳±۰/۰۱۸ ^{a}	۰/۲۹۰±۰/۰۱۳ ^{b}	۰/۲۹۳±۰/۰۱۳ ^{b}
	(٪۳/۳۴)	(٪۲/۸۲)	(٪۲/۹۰)	(٪۳/۵۲)	(٪۲/۶۴)
ΣLC PUFA	۱/۶۷۷±۰/۰۷۳ ^{d}	۱/۱۳۰±۰/۰۴۹ ^{e}	۷/۳۰۸±۰/۳۱۸ ^{a}	۲/۹۶۴±۰/۱۲۹ ^{c}	۴/۶۸۷±۰/۲۰۴ ^{b}
	(٪۲۸/۸۳)	(٪۱۱/۲۱)	(٪۵۰/۰۷)	(٪۳۵/۹۸)	(٪۴۲/۳۰)
n-3/n-6	۸/۸۴۵±۰/۵۵ ^{d}	۴/۳۹۴±۰/۴۶ ^{e}	۱۷/۴۳۳±۰/۷۲ ^{a}	۱۰/۹۸۶±۰/۶۳ ^{c}	۱۶/۶۸۶±۰/۶۷ ^{b}
PUFA/SFA	۱/۸۲۱±۰/۵۵ ^{c}	۰/۴۷۷±۰/۴۶ ^{d}	۲/۷۲۳±۰/۷۲ ^{a}	۱/۴۴۸±۰/۶۳ ^{b}	۲/۶۳۶±۰/۶۷ ^{ab}

داده‌ها براساس میانگین انحراف معیار گزارش شده است (n=۳). حروف کوچک انگلیسی در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار شاخص بین بخش‌های مختلف بدن می‌باشد.

اعداد داخل پرانتز بیانگر درصد هر اسید چرب از کل اسیدهای چرب می‌باشد. ΣSFA= مجموع اسیدهای چرب اشباع. ΣMUFA= مجموع اسیدهای چرب تک غیراشباعی.

ΣLC MUFA= مجموع اسیدهای چرب تک غیراشباعی بلند زنجیره. ΣPUFA= مجموع اسیدهای چرب چند غیراشباعی. ΣLC PUFA= مجموع اسیدهای چرب چند غیراشباعی بلند زنجیره.

به‌دست آمد ($P<۰/۰۵$). در میان PUFAها، EPA (ایکوزاپنتانوئیک اسید) و DHA (دوکوزاهگزانوئیک اسید) بالاترین درصدها را در مقایسه با دیگر اسیدهای چرب چند غیر اشباعی داشتند. بالاترین میزان EPA و DHA به‌ترتیب در باله شکمی و امعاء و احشاء و برابر با ۱/۹۸۶ (۱۳/۶۱ درصد از کل اسیدهای چرب) و ۵/۱۲۴ گرم در صد گرم (۳۵/۱۱ درصد) وجود داشت. مجموع اسیدهای چرب امگا-۳ در اسکلت اصلی، سر، بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء، بالهٔ دمی و فیله به‌ترتیب برابر با ۱/۷۱۶، ۱/۲۴۸، ۷/۳۷۴، ۳/۱۸۶ و ۴/۸۸۹ گرم در صد گرم به‌دست آمد ($P<۰/۰۵$). بالاترین درصد اسیدهای چرب امگا-۳ از کل اسیدهای چرب به‌ترتیب در بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء (٪۵۰/۵۲)، فیله (٪۴۴/۱۲)، بالهٔ دمی (٪۳۸/۶۷)، اسکلت اصلی (٪۲۹/۵۰) و سر (٪۱۲/۳۸) وجود داشت.

نسبت اسیدهای چرب امگا-۳ به امگا-۶ (n-3/n-6) در بخش‌های مختلف بدن متفاوت و بیش‌ترین آن برابر با ۱۷/۴۳۳ و در بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء وجود داشت. کمترین نسبت n-3/n-6 در بخش سر و برابر با ۴/۳۹۴ وجود داشت. پس از بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء، بالاترین نسبت n-3/n-6 در فیله و برابر با ۱۶/۶۸۶ بود. مشابه n-3/n-6، بالاترین نسبت اسیدهای چرب چند غیراشباعی به اشباع (PUFA/SFA) نیز در بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء و برابر با ۲/۷۲۳ بود. در ادامه بالاترین نسبت PUFA/SFA به‌ترتیب در فیله، اسکلت اصلی، بالهٔ دمی و سر وجود داشت.

۳.۳. اسیدهای آمینه

میانگین میزان اسیدهای آمینه بر حسب میلی‌گرم در صد گرم وزن تر در بخش‌های مختلف بدن ماهی شمسک بزرگ در جدول ۳ نشان داده شده است. میزان مجموع اسیدهای آمینهٔ ضروری شامل هیستدین، ترئونین، والین، متیونین، ایزولوسین، فنیل‌آلانین و لوسین در بخش‌های اسکلت اصلی، سر، بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء، بالهٔ دمی و فیله به‌ترتیب برابر با ۵۱۴۱/۶۹، ۳۹۷۱/۱۷، ۵۴۰۴/۸۶، ۴۸۱۹/۲۷ و ۵۹۵۲/۵۵ میلی‌گرم در صد گرم وزن تر به‌دست آمد ($P<۰/۰۵$). بالاترین درصد مجموع اسیدهای آمینهٔ ضروری از کل اسیدهای آمینه در بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء و برابر با ۴۳/۱۴ درصد وجود داشت. کمترین درصد اسیدهای آمینهٔ ضروری با میزان ۳۹/۶۶ درصد در بالهٔ دمی وجود داشت. میزان تمامی اسیدهای آمینهٔ ضروری در تمامی بخش‌های ماهی شمسک به میزان قابل توجهی نسبت به میزان اسیدهای لازم ضروری توصیه شده توسط FAO/WHO برای افراد بزرگسال و کودگ بالاتر بود. در اسیدهای آمینهٔ غیرضروری، اسید گلوتامیک، آرژنین، گلیسین، آلانین و اسید آسپارتیک در بخش‌های مختلف به میزان بالاتر از ۵ درصد وجود داشتند. همچنین از لحاظ درصد از کل اسیدهای آمینه بالاترین درصدها برای اسید گلوتامیک و در ادامه اسید آسپارتیک و کمترین آن برای سیستئین وجود داشت.

۴. بحث

یکی از ویژگی‌های مهم گوشت ماهی، ترکیبات تقریبی آن شامل رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر است. اطلاع از محدوده‌های ترکیبات تقریبی گونه‌های مختلف ماهی به مصرف‌کنندگان اجازه می‌دهد تا گزینه‌هایی را انتخاب کنند که به بهترین وجه نیازهای غذایی آن‌ها را برآورده سازد. همچنین به محققان کمک می‌کند تا بررسی کنند که چگونه عوامل ذاتی مانند گونه، جنس، سن و متغیرهای بیرونی مانند زیستگاه، رژیم غذایی و فصل بر سطوح درشت مغذی‌ها تأثیر می‌گذارند (Abiona *et al*., 2021). نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد که میزان رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر بسته به بخش مورد آزمایش یعنی اسکلت اصلی، سر، بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء، بالهٔ دمی و فیله متفاوت بوده است. در مطالعهٔ حاضر، بالاترین میزان پروتئین در بخش شکمی و امعاء و احشاء و به‌میزان ۱۷/۷۸ درصد وجود داشت، که نشان‌دهندهٔ ارزشمند بودن ضایعات ماهی شمسک بزرگ از نظر پروتئین می‌باشد. بالاترین میزان چربی (٪۶/۶۸) و خاکستر (٪۵/۸۶) در بخش سر در مقایسه با سایر بخش‌ها وجود داشت. بالاتر بودن چربی در بخش سر، احتمالاً به‌دلیل وجود مغز است که دارای میزان چربی بالایی می‌باشد. مغز ماهی بسته به گونه، زیستگاه و عادات غذایی از ۴۸ تا ۶۵ درصد (براساس وزن مرطوب) لیپید تشکیل شده است (Hong *et al*., 2014). بالاتر بودن لیپید در ضایعات بخش سر در این مطالعه در تطابق با نتایج Wu و همکاران (۲۰۲۲) است که نشان دادند که میزان چربی در بخش سر حاصل از ضایعات فرآوری ماهی هرینگ (*Clupea harengus*) نسبت به دیگر بخش‌ها به‌طور معنی‌داری بالاتر بوده است. در تحقیقی دیگر Ahmmed و همکاران (۲۰۲۱) نیز گزارش

نمودند که در ماهی ماکرل آبی (*Scomber australasicus*)، بخش سر بالاترین میزان لیپید (۱۲/۳ درصد وزن مرطوب) در مقایسه با دیگر بخش‌ها مانند عضلهٔ سفید (۱/۳ درصد وزن مرطوب)، کبد (۹/۴ درصد وزن مرطوب) و امعـــاء و احشاء (۸/۱ شکمی و امعاء و احشاء) داشته است.

جدول ۳. میزان اسیدهای آمینه (میلی‌گرم در صد گرم وزن تر) در بخش‌های مختلف بدن ماهی شمسک بزرگ

	اسکلت اصلی	سر	بالهٔ شکمی و امحاء و احشاء	بالهٔ دمی	فیله	[1]FAO/WHO
لایزین	۱۰۲۲/۱۱±۲۲/۷۱ [b] (٪۸/۵۱)[1]	۸۲۱/۴۲±۱۸/۲۵ [d] (٪۸/۳۲)	۸۴۵/۳۶±۱۸/۷۹ [d] (٪۶/۷۵)	۹۸۶/۴۵±۲۱/۹۲ [c] (٪۸/۱۲)	۱۲۷۵/۲۱±۲۸/۳۴ [a] (٪۸/۹۸)	۴۵ (۵۷)
هیستدین	۳۸۶/۴۲±۸/۵۹ [b] (٪۳/۲۲)	۲۵۶/۷۸±۵/۷۱ [d] (٪۲/۶۰)	۳۵۲/۴۶±۷/۸۳ [c] (٪۲/۸۱)	۲۴۸/۴۳±۵/۵۲ [d] (٪۲/۰۴)	۴۲۵/۲۶±۹/۴۵ [a] (٪۲/۹۹)	۱۵ (۲۰)
ترئونین	۵۹۸/۲۶±۱۳/۲۹ [d] (٪۴/۹۸)	۴۳۲/۱۵±۹/۶۰ [e] (٪۴/۳۸)	۸۲۱/۷۹±۱۸/۲۶ [a] (٪۶/۵۶)	۶۴۱/۲۳±۱۴/۲۵ [c] (٪۵/۲۸)	۶۸۹/۲۱±۱۵/۳۲ [b] (٪۴/۸۵)	۲۳ (۳۱)
والین	۶۲۱/۴۵±۱۳/۸۱ [d] (٪۵/۱۸)	۶۹۰/۵۸±۱۵/۳۵ [c] (٪۷/۰۰)	۸۵۶/۱۴±۱۹/۰۳ [a] (٪۶/۸۳)	۷۱۲/۸۹±۱۵/۸۴ [c] (٪۵/۸۷)	۷۸۵/۱۴±۱۷/۴۵ [b] (٪۵/۵۳)	۳۹ (۴۳)
متیونین	۴۳۱/۷۲±۹/۵۹ [b] (٪۳/۶۰)	۳۵۲/۱۶±۷/۸۳ [d] (٪۳/۵۷)	۳۸۰/۱۷±۸/۴۵ [c] (٪۳/۰۳)	۳۹۰/۵۹±۸/۸۴ [c] (٪۳/۲۷)	۴۶۷/۸۹±۱۰/۴۰ [a] (٪۳/۲۹)	۱۶ (۴۲)
ایزولوسین	۵۸۲/۶۵±۱۲/۹۵ [c] (٪۴/۸۵)	۴۲۱/۸۹±۹/۳۸ [e] (٪۴/۲۸)	۶۳۰/۷۹±۱۴/۰۲ [b] (٪۵/۰۳)	۵۱۰/۴۷±۱۱/۳۴ [d] (٪۴/۲۰)	۷۸۹/۵۷±۱۷/۵۵ [a] (٪۵/۵۶)	۳۰ (۳۲)
فنیل آلانین	۵۰۹/۷۲±۱۱/۳۳ [a] (٪۴/۲۵)	۳۹۸/۵۶±۸/۸۶ [c] (٪۴/۰۴)	۵۲۱/۷۸±۱۱/۶۰ [a] (٪۴/۱۶)	۴۸۵/۳۲±۱۰/۷۸ [b] (٪۳/۹۹)	۴۹۸/۵۸±۱۱/۰۸ [b] (٪۳/۵۱)	۱۹ (۷۲)
لوسین	۹۸۹/۳۶±۳۲/۵۰ [a] (٪۸/۲۴)	۵۹۷/۶۳±۳۳/۴۶ [c] (٪۶/۰۶)	۹۹۶/۳۷±۲۸/۱۲ [a] (٪۷/۹۵)	۸۳۶/۸۹±۱۸/۶۰ [b] (٪۶/۸۹)	۱۰۲۱/۶۹±۳۹/۸۴ [a] (٪۷/۱۹)	۵۹ (۶۶)
مجموع اسید آمینه ضروری	**۵۱۴۱/۶۹±۱۱۴/۲۶ [c] (٪۴۲/۸۲)**	**۳۹۷۱/۱۷±۸۸/۲۵ [e] (٪۴۰/۲۴)**	**۵۴۰۴/۸۶±۱۲۰/۱۱ [b] (٪۴۳/۱۴)**	**۴۸۱۹/۲۷±۱۰۷/۰۹ [d] (٪۳۹/۶۶)**	**۵۹۵۲/۵۵±۱۳۲/۲۸ [a] (٪۴۱/۹۰)**	
آرژنین	۷۲۱/۶۸±۱۶/۰۶ [c] (٪۶/۰۱)	۶۲۵/۸۹±۱۳/۹۱ [d] (٪۶/۳۴)	۱۱۲۵/۱۲±۲۵/۰۰ [a] (٪۸/۹۸)	۷۴۱/۲۶±۱۶/۴۷ [c] (٪۶/۱۰)	۸۲۵/۳۶±۳۴/۱۸ [b] (٪۵/۸۱)	
گلیسین	۸۲۱/۴۵±۱۸/۲۵ [d] (٪۶/۸۴)	۹۸۵/۲۳±۲۱/۸۹ [b] (٪۹/۹۸)	۵۶۳/۲۶±۱۲/۵۲ [e] (٪۴/۵۰)	۱۳۲۱/۷۹±۲۹/۳۷ [a] (٪۱۰/۸۸)	۹۲۵/۷۸±۲۰/۵۷ [c] (٪۶/۵۲)	
سیستئین	۳۵/۲۶±۰/۷۸ [c] (٪۰/۲۹)	۲۹/۴۵±۰/۱۴ [e] (٪۰/۳۰)	۷۵/۷۹±۱/۱۴ [a] (٪۰/۶۰)	۳۳/۴۵±۰/۷۴ [d] (٪۰/۲۸)	۶۸/۱۲±۱/۵۱ [b] (٪۰/۴۸)	
سرین	۴۹۰/۴۷±۱۰/۹۰ [e] (٪۴/۰۹)	۵۱۰/۲۶±۱۱/۳۴ [d] (٪۵/۱۷)	۶۵۸/۴۳±۱۴/۶۳ [a] (٪۵/۲۵)	۵۸۲/۹۶±۱۲/۹۵ [c] (٪۴/۸۰)	۶۲۱/۷۸±۱۳/۸۲ [b] (٪۴/۳۸)	
آلانین	۷۵۴/۸۹±۱۶/۷۶ [c] (٪۶/۲۹)	۶۴۱/۲۵±۱۴/۰۹ [d] (٪۶/۵۰)	۹۸۰/۲۵±۲۱/۱۰ [a] (٪۷/۸۲)	۸۹۶/۳۶±۱۹/۹۲ [b] (٪۷/۳۸)	۸۶۹/۵۶±۱۹/۳۲ [b] (٪۶/۱۲)	
اسید گلوتامیک	۱۴۲۶/۳۶±۳۱/۷۰ [b] (٪۱۱/۸۸)	۱۱۲۶/۷۸±۲۵/۲۱ [d] (٪۱۱/۴۲)	۱۲۵۴/۹۶±۲۱/۸۹ [c] (٪۱۰/۰۲)	۱۳۲۹/۱۵±۳۳/۵۴ [c] (٪۱۰/۹۴)	۲۱۰۲/۴۵±۴۵/۴۲ [a] (٪۱۴/۸۰)	
اسید آسپارتیک	۱۵۲۱/۱۶±۵۰/۸۰ [a] (٪۱۲/۶۷)	۱۰۲۹/۳۶±۳۴/۴۴ [c] (٪۱۰/۴۳)	۱۱۲۵/۹۶±۳۷/۱۲ [b] (٪۸/۹۹)	۱۱۸۹/۶۸±۵۲/۸۹ [b] (٪۹/۷۹)	۱۵۹۶/۳۸±۳۵/۱۲ [a] (٪۱۱/۲۴)	
پرولین	۴۹۵/۳۷±۱۱/۱۲ [d] (٪۴/۱۳)	۵۳۶/۴۶±۱۴/۱۳ [c] (٪۵/۴۴)	۶۹۸/۸۶±۲۵/۰۹ [a] (٪۵/۵۸)	۷۱۲/۸۱±۱۵/۱۹ [a] (٪۵/۸۷)	۶۱۰/۵۳±۱۳/۷۵ [b] (٪۴/۳۰)	
تیروزین	۵۹۸/۱۶±۲۴/۵۴ [b] (٪۴/۹۸)	۴۱۲/۸۳±۱۰/۳۷ [d] (٪۴/۱۸)	۶۴۲/۴۹±۱۸/۸۶ [a] (٪۵/۱۳)	۵۲۳/۷۸±۱۹/۳۷ [c] (٪۴/۳۱)	۶۳۲/۵۴±۱۴/۶۳ [ab] (٪۴/۴۵)	

داده‌ها براساس میانگین انحراف معیار گزارش شده است (n=۳).

حروف کوچک انگلیسی در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار شاخص بین بخش‌های مختلف بدن می‌باشد.

اعداد داخل پرانتز بیانگر درصد هر اسید آمینه از کل اسیدهای آمینه در هر بخش می‌باشد.

۱- مقادیر توصیه شده بر حسب میلی‌گرم در هر گرم پروتئین برای افراد بالغ (اعداد داخل پرانتز برای گودکان) می‌باشد.

نتایج مطالعهٔ حاضر همچنین نشان داد که به‌طور کلی بخش‌های استخوانی شامل سر و باله‌ها و چارچوب اسکلتی میزان پروتئین کم و خاکستر بالا در مقایسه با دیگر بخش‌ها داشته است، که بیانگر واقعیت بالاتر بودن میزان استخوان در سر و دم می‌باشد. بر عکس، میزان پروتئین در بخش‌های فیله و بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء نسبت به بخش‌های دارای استخوان بالاتر بود. به‌طور کلی، نتایج ترکیبات تقریبی ماهی شمسک بزرگ نشان داد که تمام بخش‌های این ماهی می‌توانند منابع ارزشمندی از پروتئین و چربی باشند. در بسیاری از موارد، نتایج نشان داد که این درشت‌مغذی‌ها در سطوحی قابل مقایسه یا بالاتر از فیله وجود داشته است، که می‌تواند امکان استفاده از آن‌ها به‌عنوان اجزاء ترکیبی در دیگر فرآورده‌های غذایی و گوشت چرخ‌کردهٔ ماهی را فراهم آورد. علاوه بر این، قطعات استخوانی با میزان خاکستر بالا در ماهی شمسک بزرگ می‌تواند منبعی عالی برای استخراج مواد معدنی مانند کلسیم باشد (Kim and Jung, 2007; Wu *et al*., 2022).

مطالعات مختلف نشان داده است که اسیدهای چرب غالب در ماهی شامل اشباع (SFA)، تک غیراشباع (MUFA) و اسیدهای چرب چند غیراشباع امگا ۳ با زنجیرهٔ بلند (n-3 PUFA)، ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) و دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) می‌باشد (Winwood, 2013). نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد که لیپیدهای ماهی شمسک بزرگ در بخش‌های مختلف شامل C14:0، C16:0، C18:1، C20:5 و C22:6 بوده است. این نتایج در تطابق با نتایج Wu و همکاران (۲۰۲۲) است که گزارش نمودند که اسیدهای چرب C14:0، C16:0، C16:1، C18:1، C20:5 و C22:6 غالب‌ترین اسیدهای چرب در بخش‌های مختلف ماهی هرینگ شامل اسکلت اصلی، باله‌ها، امعاء و احشاء و فیله بوده است. در تحقیقی دیگر Bazarnova و همکاران (۲۰۲۰) نیز نتایج مشابهی از نظر غالبیت اسیدهای چرب ذکر شده در فیلهٔ ماهی‌های هرینگ اقیانوس اطلس (*Clupea harengus*) و آرام (*Clupea pallasii*) را گزارش نمودند. در مطالعهٔ حاضر میزان کلی اسیدهای چرب چند غیر اشباعی (PUFA)، در تمامی بخش‌های ماهی شمسک بزرگ به غیر از سر، بالاتر از اسیدهای چرب اشباع (SFA) و تک غیر اشباع (MUFA) به‌دست آمد که در تطابق با مطالعات گذشته در ماهیان سطح‌زی، به‌ویژه ساردین ماهیان است. در تحقیقی مشابه در ماهی هرینگ، Wu و همکاران (۲۰۲۲) میزان بالاتری از اسیدهای چرب چند غیر اشباعی در تمامی بخش‌ها به غیر از سر را گزارش نمودند. در تحقیقی دیگر Larsson و همکاران (۲۰۰۷) و Szlinder-Richert و همکاران (۲۰۱۰) گزارش نمودند که درصد PUFAها در گوشت چرخ شده فیلهٔ ماهی هرینگ به‌طور معنی‌داری نسبت به SFA و MUFA بالاتر و به‌ترتیب در دو مطالعه برابر با ۴۱ و ۴۸ درصد بوده است. در بخش سر ماهی شمسک بزرگ بالاترین درصد مجموع اسیدهای چرب اشباع (۵۲/۹۰٪) از کل اسیدهای چرب یافت گردید که در تطابق با نتایج Abiona و همکاران (۲۰۲۱) است. این محققین گزارش نمودند که درصد SFAها از کل اسیدهای چرب در سر و آبشش گربه‌ماهی (*Claris macrocephalus*) و ماکرل آتلانتیک (*Scomber scombrus*) به‌طور معنی‌داری نسبت به دیگر بخش‌ها بالاتر و در محدودهٔ ۴۵-۴۰ درصد بوده است. Wu و همکاران (۲۰۲۲) نیز گزارش کردند که درصد SFA در بخش سر ماهی هرینگ به‌طور معنی‌داری نسبت به دیگر بخش بالاتر و برابر با ۵۴/۵۱ درصد از کل اسیدهای چرب بوده است. نتایج بررسی اسیدهای چرب چند غیراشباعی در ماهی شمسک بزرگ در این مطالعه نشان داد که درصد بالایی از PUFAها در بخش‌های مختلف این ماهی متعلق به EPA و DHA بوده است، که در تطابق با نتایج با Wu و همکاران (۲۰۲۲) که غالبیت این دو اسیدچرب را در میان PUFAهای لیپید بخش‌های مختلف ماهی هرینگ را گزارش کرده‌اند. به‌طور کلی، همهٔ گونه‌های ماهی حاوی مقادیری از EPA و DHA هستند، اما مقدار این اسیدهای چرب در بین و درون گونه با توجه به متغیرهای محیطی مانند دما، شوری، فصل، مرحلهٔ زندگی، جیرهٔ غذایی و زیستگاه و همچنین عادت تغذیه‌ای (گیاهخوار، همه چیزخوار یا گوشتخوار) متفاوت است (Cengiz *et al*., 2010; Querques *et al*., 2011). بنابراین، دریافت EPA و DHA از ماهی و صدف از طریق رژیم غذایی به‌شدت وابسته به نوع گونه‌های مصرف شده توسط انسان است (Mahaffey *et al*., 2011). نتایج مطالعهٔ حاضر همچنین نشان داد که اگرچه بخش‌های مختلف ماهی شمسک میزان متفاوتی از PUFA را دارد ولی به‌طور کلی میزان این اسیدهای چرب ارزشمند به‌ویژه PUFAهای بلند زنجیره (LC PUFA) نسبتاً بالا بوده و بخش‌های مختلف این ماهی به‌ویژه ضایعات آن می‌تواند منبعی مفید از LCPUFA برای استخراج و استفادهٔ غذایی انسانی باشد. فارغ از تأثیرات

مفید اسیدهای چرب بلند زنجیره چند غیراشباعی، بر سلامت انسان، یکی شاخص بسیار مفید برای مقایسهٔ ارزش غذایی لیپید ماهی و برآورد کیفیت اسیدهای چرب آن، نسبت بین اسیدهای چرب امگا (n-3) و امگا-۶ (n-6) است (Khoddami *et al*., 2009). در مطالعهٔ حاضر نسبت اسیدهای چرب امگا-۳ به امگا-۶ (n-3/n-6) در بخش‌های مختلف بدن ماهی شمسک بزرگ، متفاوت و در محدودهٔ ۴ (در سر) تا ۱۷ (در بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء) وجود داشت. نسبت n-3/n-6 (امگا-۳ به امگا-۶) در کل لیپیدهای ماهیان گونه‌های دریایی عمدتاً بین ۵ تا ۱۹/۵ تغییر می‌کند (Abedi and Sahari, 2014; Olgunoglu and Artar, 2016)، در حالی‌که این نسبت در ماهیان آب شیرین بیشتر در محدودهٔ ۰/۵ تا ۴ متغیر است (Saglık *et al*., 2003; Guler *et al*., 2008; Abedi and Sahari 2014). متخصصان پزشکی توصیه می‌کنند که نسبت بهینهٔ n-3:n-6 در رژیم غذایی باید در حدود ۱ به ۳ تا ۱ به ۵ باشد. در حال حاضر، در کشورهای توسعه‌یافته این نسبت نزدیک به ۱:۱۰ تا ۱:۲۰ است. نسبت PUFAs/SFAs (اسیدهای چرب چند غیراشباعی به اسیدهای چرب اشباع شده) نیز از اهمیت تغذیه‌ای برخوردار است، چرا که شاخص کلیدی برای سنتز متعادل ایکوزانوئیدها در بدن می‌باشد. به‌منظور پیشگیری از بیماری‌های قلبی عروقی، نسبت PUFAs/SFAs مصرفی نباید کمتر از ۰/۴۵ باشد (Abedi and Sahari, 2014; Olgunoglu and Artar, 2016). در مطالعهٔ حاضر در ماهی شمسک بزرگ، نسبت PUFAs/SFAs در تمامی بخش‌ها بالاتر از ۰/۴۵ و بیانگر ارزشمند بودن فیله و ضایعات فرآوری این ماهی از نظر تغذیه‌ای بود. علاوه بر اسیدهای چرب، ماهی و غذاهای دریایی منبعی عالی از پروتئین و آمینواسیدهای ضروری برای انسان می‌باشند. نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد که میزان اسیدهای آمینه در بخش‌های مختلف بدن ماهی شمسک بزرگ به‌طور معنی‌داری متفاوت بوده است. بالاترین درصد مجموع اسیدهای آمینه ضروری از کل اسیدهای آمینه در بالهٔ شکمی و امعاء و احشاء و برابر با ۴۳/۱۴ درصد وجود داشت. مطالعات نشان داده است که تفاوت‌های قابل توجهی در ترکیب اسیدهای آمینه بین گونه‌های ماهی و حتی در بین بخش‌های مختلف یک گونه وجود دارد (Refstie *et al*., 2004; Wu *et al*., 2022). این تغییرات به عواملی مانند نرخ گردش پروتئین، متابولیسم، سن ماهی و ترکیب بیوشیمیایی نسبت داده می‌شود (McLean *et al*., 2022). به‌طور کلی ماهی‌های پرچرب مانند ساردین ماهیان و ماهی ماکرل دارای سطوح بالاتری از اسیدهای آمینهٔ ضروری مانند لیزین، متیونین، ترئونین و آرژنین در مقایسه با ماهی‌های سفید گوشت مانند ماهی کاد و هادوک هستند (Refstie *et al*., 2004). در مطالعهٔ حاضر از لحاظ درصدی در میان اسیدهای آمینهٔ ضروری مختلف، لوسین و در ادامه لیزین بالاترین درصد از کل اسیدهای آمینه ضروری را به‌خود اختصاص داده بودند. این نتایج در تطابق با مطالعهٔ Wu و همکاران (۲۰۲۲) است که گزارش نمودند در فیله و ضایعات بخش‌های مختلف ماهی ساردین لایزین و لوسین فراوان‌ترین اسیدهای آمینه ضروری یافت شده بوده است. لیزین یکی از مهم‌ترین اسیدهای آمینه ضروری برای تغذیهٔ انسان است، چرا که لیزین، اسید آمینهٔ محدودکننده در بسیاری از غذاها از جمله غلات، به‌ویژه غذاهای مبتنی بر گندم است (Wu *et al*., 2022). از این‌رو به نظر می‌رسد که فیله و دیگر بخش‌های ماهی شمسک بزرگ می‌تواند منبع غذایی ایده‌آل از نظر تأمین لیزین برای انسان باشد. از طرف دیگر مقایسهٔ میزان اسیدهای آمینهٔ ضروری در بخش‌های مختلف ماهی شمسک بزرگ با مقادیر ضروری توصیه شده این اسیدهای آمینه توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO, 2007) برای انسان نشان داد که میزان تمامی اسیدهای آمینه در تمامی بخش‌ها بسیار بالاتر از مقادیر توصیه شده توسط WHO بوده و هر وعدهٔ غذایی ۱۰۰ گرمی از محصولات این ماهی می‌تواند نیازهای افراد بالغ و کودک به این اسیدهای آمینه را به‌خوبی برطرف سازد. همچنین بالا بودن میزان اسیدهای آمینهٔ ضروری در بخش‌های مختلف ماهی شمسک بزرگ می‌تواند استفاده از این ماهی و ضایعات فرآوری آن به‌عنوان منبعی برای استخراج اسیدهای آمینه ضروری را توجیه نماید (Öksüz *et al*., 2016).

۵. نتیجه‌گیری نهایی

به‌طور کلی نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد که میزان ترکیبات تقریبی در بخش‌های مختلف ماهی شمسک بزرگ شامل فیله و ضایعات فرآوری آن، با هم تفاوت معنی‌داری دارد. نتایج بررسی میزان اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه نشان داد که بخش‌های مختلف این ماهی حاوی سطوح بالایی از چربی‌های غنی از اسیدهای چرب چند غیر اشباعی بلند

زنجیره امگا-۳ (LC n-3 PUFAs) و بلند زنجیره تک غیراشباعی (LC MUFAs) و اسیدهای آمینه ضروری می‌باشد. در بسیاری از موارد، میزان اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه در بخش‌های ضایعات بالاتر از فیله بود، که معمولاً تنها بخشی است که مصرف انسانی دارد. از این نظر، نتایج مطالعهٔ حاضر می‌تواند به‌عنوان مبنایی ارزشمند برای تولید فرآورده‌های با ارزش افزوده از ماهی شمسک بزرگ باشد. استفاده متنوع‌تر و متناسب‌تر از تمام بخش‌های این ماهی می‌تواند سود بیش‌تری را برای شرکت‌های فرآوری ماهی فراهم آورده و حفظ مواد مغذی با ارزش را در زنجیرهٔ غذایی به حداکثر برساند.

۶. تشکر و قدردانی

از تمامی کارشناسان آزمایشگاه مرکزی دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار که در بخش‌های مختلف این پژوهش ما را یاری نمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

۷. منابع

References

Abedi, E., Sahari, M.A., 2014. Long-chain polyunsaturated fatty acid sources and evaluation of their nutritional and functional properties. *Food Science & Nutrition* 2(5), 443-463. DOI: 10.1002/fsn3.121

Abiona, O.O., Awojide, S.H., Anifowose, A.J., Adegunwa, A.O., Agbaje, W.B., Tayo, A. S., 2021. Quality characteristics of extracted oil from the head and gills of Catfish and Titus fish. *Bulletin of the National Research Centre* 45(1), 1-6. DOI: 10.1186/s42269-021-00557-3

Ahmmed, M.K., Ahmmed, F., Stewart, I., Carne, A., Tian, H.S., Bekhit, A.E.D.A., 2021. Omega-3 phospholipids in Pacific blue mackerel (*Scomber australasicus*) processing by-products. *Food Chemistry* 353, 129451. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.129451

AOAC., 2000. AACC method 86-47 Total folate in cereal products – microbiological assay using trienzyme extraction. In). The Association, St. Paul, Minnesota.: Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th ed.

Asadi, H., Dehghani Pashtroudi, R., 2012. Fish Atlas of Persian Gulf and Oman Sea. Iranian Fisheries Research Organization. (In Persian)

Bazarnova, J., Korableva, N., Ozerova, O., Moskvicheva, E., 2020. Biochemical composition and quality of herring preserves with addition of bio-protective cultures. *Agronomy Research* 18(S3), 1629-1639. DOI: 10.15159/ar.20.098

Cengiz, E.I., Unlu, E., Bashan, M., 2010. Fatty acid composition of total lipids in muscle tissues of nine freshwater fish from the River Tigris (Turkey). *Turkish Journal of Biology* 34, 433-438. DOI: 10.3906/biy-0903-19

FAO., 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO. DOI: 10.4060/cc0461en

Güler, G.O., Kiztanir, B., Aktümsek, A., Citil, O.B., Özparlak, H., 2008. Determination of the seasonal changes on total fatty acid composition and ω3/ω6 ratios of carp (*Cyprinus carpio* L.) muscle lipids in Beysehir Lake (Turkey). *Food Chemistry* 108, 689-694. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.10.080

Hong, H., Zhou, Y., Wu, H., Luo, Y., Shen, H., 2014. Lipid content and fatty acid profile of muscle, brain and eyes of seven freshwater fish: A comparative study. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 91(5), 795-804. DOI: 10.1007/s11746-014-2414-5

IFO (Iranian Fisheries Organization)., 2023. Statistical Yearbook of Iran Fisheries Organization 1397-1401, Iran Fisheries Organization, Deputy Planning and Resource Management Department, first edition.

Khoddami, A., Ariffin, A.A. Bakar, J., Ghazali, H.H., 2009. Fatty acid profile of the oil extracted from fish waste (head, intestine and liver) *(Sardinella lemuru*). *World Applied Sciences Journal* 7(1), 127-131.

Kim, S.K., Jung, W.K., 2007. Fish and bone as a calcium source. In: Shahidi, F. (Ed.). Maximising the value of marine by-products. Woodhead Publishing. pp. 328-339. DOI: 10.1533/9781845692087.2.328

Larsson, K., Almgren, A., Undeland, I., 2007. Hemoglobin-mediated lipid oxidation and compositional characteristics of washed fish mince model systems made from cod (*Gadus morhua*), herring (*Clupea harengus*), and salmon (*Salmo salar*) muscle. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55(22), 9027-9035. DOI: 10.1021/jf070522z

Mahaffey, K.R., Sunderlan, E.M., Chan, H.M., Choi, A.L., Grandjean, P., Mariën, K., Oken, E., Sakamoto, M., Schoeny, R., Weihe, P., Yan, C.H., Yasutake, A., 2011. *Nutrition Reviews* 69(9), 493-508. DOI: 10.1111/j.1753-4887.2011.00415.x

McLean, E., Alfrey, K., Gatlin III, D.M., Gaylord, T.G., Barrows, F.T., 2022. Muscle amino acid profiles of eleven species of aquacultured animals and their potential value in feed formulation. *Aquaculture and Fisheries*. DOI: 10.1016/j.aaf.2022.04.010

Olgunoglu, I.A., Artar, E., 2016. The fatty acid profiles in the muscle tissues of four benthic fish species from northeastern Mediterranean Sea of Turkey. *Research Journal of Biotechnology* 11(9), 71-74.

Öksüz, A., Mazlum, Y., 2016. Determination of proximate composition and fatty acid profiles *of Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 in Turkish freshwater resources. *Crustaceana* 89(10), 1135-1147. DOI: 10.1163/15685403-00003574

Querques, G., Forte, R., Souied, E.H., 2011. Retina and Omega-3. *Journal of Nutrition and Metabolism* 748361. DOI: 10.1155/2011/748361

Refstie, S., Olli, J.J., Standal, H., 2004. Feed intake, growth, and protein utilisation by post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*) in response to graded levels of fish protein hydrolysate in the diet. *Aquaculture* 239, 331-349. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2004.06.015

Saglık, S., Alpaslan, M., Gezgin, T., Çetintürk, K., Tekinay, A., Güven, K.C., 2003. Fatty acid composition of wild and cultivated gilthead Seabream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *European Journal of Lipid Science and Technology* 105, 104-107. DOI: 10.1002/ejlt.200390013

Sahari, M.A, Farahani, F., Soleimanian Y., Mokhlesi, A., 2013. n-3 fatty acid distribution of commercial fish species components. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 90, 1167-1178. DOI: 10.1007/s11746-013-2258-4

Szlinder-Richert, J., Usydus, Z., Wyszynski, M., Adamczyk, M., 2010. Variation in fat content and fatty-acid composition of the Baltic herring *Clupea harengus* membras. *Journal of Fish Biology* 77(3), 585-599. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2010.02696.x

Tocher, D.R., Betancor, M.B., Sprague, M., Olsen, R.E., Napier, J.A., 2019. Omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids, EPA and DHA: Bridging the gap between supply and demand. *Nutrients* 11(1), 89. DOI: 10.3390/nu11010089

Winwood, R.J., 2013. Recent developments in the commercial production of DHA and EPA rich oils from micro-algae. OCL 20(6), D604. www.nutri-facts.org.27.11.2016.

Wu, H., Forghani, B., Abdollahi, M., Undeland, I., 2022. Five cuts from herring (*Clupea harengus*): Comparison of nutritional and chemical composition between co-product fractions and fillets. *Food Chemistry: X* 16, 100488. DOI: 10.1016/j.fochx.2022.100488