شناسایی ترکیبات پروفیل اسیدآمینه ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*) دریای خزر

- **مهرنوش نوروزی***: گروه بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تنکابن، تنکابن، ایران
- **مصطفی باقری‌توانی**: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تنکابن، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، تنکابن، ایران

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۶

چکیده

هدف این مطالعه، بررسی و شناسایی ترکیب پروفیل اسیدهای آمینه در جنس نر و ماده ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*) در دو دوره تولیدمثل و غیرتولیدمثل بود. به‌همین منظور تعداد ۱۰۰ قطعه ماهی کفال طلایی از صید پره، در دو فصل بهار (غیرتولیدمثل) و پاییز (تولیدمثل) در سواحل جنوبی دریای خزر جمع آوری گردید. پس از زیست‌سنجی نمونه‌ها، اندازه‌گیری پروتئین با روش استاندارد کجلدال و آنالیز اسیدآمینه به‌وسیله دستگاه HPLC انجام شد. نتایج نشان داد که ماهیان نر، میزان پروتئین بیش‌تری نسبت به ماهیان ماده داشتند. هم‌چنین ماهیان در دوره غیرتولیدمثل دارای پروتئین بیش‌تری نسبت به ماهیان در دوره تولیدمثل بودند ($p<0/05$). از بین مجموع اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری در ماهیان نر و ماده، اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ($p>0/05$)، بنابراین جنسیت تاثیری در محتوای اسیدهای آمینه ندارد. لیزین بیش‌ترین مقدار را در مجموع اسیدهای آمینه ضروری و اسیدگلوتامیک بیش‌ترین مقدار را در مجموع اسیدهای آمینه غیرضروری در هر دو جنس و در هر دو دوره تولیدمثلی به‌خود اختصاص داد. بین مجموع اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری و کارایی پروتئین در دو دوره تولیدمثلی اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید ($p>0/05$). نسبت TEAA/TNEAA ماهیان در دوره تولیدمثل ۰/۹۹ و در دوره غیرتولیدمثل ۱، محاسبه شد. هم‌چنین نسبت لوسین/ ایزولوسین در ماهی کفال طلایی از نسبت خوبی برخوردار بود. بنابراین ماهی کفال طلایی غنی از مهم‌ترین اسیدهای آمینه موجود در آبزیان دریایی است و گوشت آن از کیفیت بالایی برخوردار می‌باشد.

کلمات کلیدی: اسیدآمینه، کفال طلایی، ارزش غذایی، دوره تولیدمثلی، دریای خزر

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mnoroozi@toniau.ac.ir

مقدمه

اهمیت نقش فیزیولوژیکی پروتئین‌ها در رژیم غذایی، فراهم کردن مواد پایه مورد نیاز برای بدن است. بنابراین محتوای اسیدهای آمینه در تعیین کیفیت پروتئین موثر است(Li و همکاران، ۲۰۰۸). اسیدهای آمینه ضروری در بدن انسان و سایر پستانداران به‌طور طبیعی سنتز نشده و از راه غذا تامین می‌شوند و شامل لیزین، متیونین، ترئونین، تریپتوفان، ایزولوسین، لوسین، والین و فنیل‌آلانین می‌باشند. اسیدهای آمینه نیمه ضروری که تنها در شرایط خاص مانند استرس و بیماری باید از طریق غذا تأمین شوند شامل هیستیدین، سرین و آرژینین می‌باشند. سایر اسیدهای آمینه (آلانین، پرولین، سیستئین، گلیسین، تیروزین، اسیدآسپارژیک و اسیدگلوتامیک) به مقدار کافی در بدن سنتز می‌شوند که اسیدهای آمینه غیرضروری نامیده می‌شوند (Li و همکاران، ۲۰۰۸). با این حال، به‌تازگی مفهوم اسیدهای آمینه عملکردی (FAAs) پیشنهاد شده است. اسیدهای آمینه عملکردی تنظیم کننده مسیرهای متابولیکی کلیدی برای بهبود سلامت، بقا، رشد، توسعه، شیردهی و بازتولید موجودات زنده هستند (Wu، ۲۰۱۳). هم‌چنین نقش بزرگی در پیشگیری و درمان بیماری‌های متابولیکی نظیر چاقی، دیابت، اختلالات قلب و عروق، ناباروری، اختلالات روده‌ای و عصبی و امراض عفونی دارند. آرژینین، سیستین، لوسین، متیونین، تریپتوفان، تیروزین، اسیدآسپارتیک، اسیدگلوتامیک، گلیسین، پرولین و ترئونین در تغذیه انسان به‌عنوان FAA طبقه‌بندی شده‌اند (Wu، ۲۰۱۳). هر یک از اسیدهای آمینه ضروری از نظر فیزیولوژیکی در بدن نقش خاصی به‌عهده دارند و کمبود آن‌ها باعث بروز عوارض می‌شود که اکثراً غیرقابل جبران است. از این‌رو، دانش سنجش و شناسایی ترکیب اسید آمینه غذاها، به‌عنوان پایه‌ای برای تعیین ارزش غذایی عمل می‌کند (Williams، ۲۰۰۵). ماهی یک منبع مهم پروتئین حیوانی با کیفیت است و البته میزان آن درگونه‌های مختلف ماهی و در فصول مختلف متفاوت می‌باشد. تاکنون پژوهش‌هایی دربارهٔ میزان این ترکیبات و شناسایی اسیدهای آمینه در آبزیان مختلف ازجمله ماهی ساردین پهلو طلایی (*Sardinella gibossa*)، کیلکای آنچوی (*Clupeonella engrauliformis*) و موتو ماهی (*Stolephorus indicus*) (سرحدی و همکاران، ۱۳۹۱)؛ ماهی سارم دهان بزرگ (*Scomberoides commersonnianus*) (هادیزاده و همکاران، ۱۳۹۲)؛ شانک زرد باله (*Acanthopagrus latus*) (ذاکری و همکاران، ۱۳۹۱)، تاس‌ماهی ایرانی (جنت‌علیپور و همکاران، ۱۳۸۸) و هم‌چنین ۲۷ گونه از ماهیان مختلف (Mohanty و همکاران، ۲۰۱۴) انجام شده است.

ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*) به‌عنوان یکی از گونه‌های تجاری ارزشمند در دریای خزر می‌باشد. هرچند تاکنون تحقیقاتی در ارتباط با ارزش غذایی این گونه انجام شده است (نوروزی و باقری‌توانی، ۱۳۹۵)، اما با این‌حال مطالعات چندانی در مورد شناسایی ترکیبات پروفیل اسیدآمینه این ماهی اقتصادی با توجه به فصل صید و جنسیت انجام نشده است. با توجه به این‌که ماهیان در فصول مختلف در معرض شرایط متغیر محیطی (دما، اکسیژن، شوری، pH، ...) و تغییرات فیزیولوژیکی (تولیدمثل، تغذیه، مهاجرت) قرار دارند، این امر موجب تفاوت‌هایی در ترکیبات شیمیایی فیله می‌گردد(Kmínková و همکاران، ۲۰۰۱). هدف از انجام این تحقیق، بررسی و شناسایی ترکیبات پروفیل اسیدهای آمینه در جنس نر و ماده ماهی کفال طلایی در دو دوره تولیدمثل و غیرتولیدمثل است که می‌تواند بهترین زمان مصرف آن‌را مشخص کند.

مواد و روش‌ها

مناطق نمونه‌برداری: تعداد ۱۰۰ قطعه ماهی بالغ (۵۵ قطعه نر و ۴۵ قطعه ماده) به‌صورت تصادفی طی آبان ۹۳ تا اردیبهشت ۹۴ توسط ۱۰ شرکت تعاونی پره در حوزه جنوبی دریای خزر صید شدند. ماهیان صید شده در مرحله چهار و پنج جنسی قرار داشتند.

آماده‌سازی نمونه‌ها و روش اندازه‌گیری پروتئین: پس از صید، نمونه‌ها در سبدهای حاوی پودریخ (۱:۱) به آزمایشگاه تحقیقات شیلات و بیولوژی دریا منتقل گردید. پس از شستشو با آب مقطر، شاخص وزن به‌وسیله ترازو با دقت ۲± گرم و طول کل به‌وسیله تخته مدرج بادقت ۱± میلی‌متر اندازه‌گیری گردید (Ali و همکاران، ۲۰۰۴). جهت اندازه‌گیری محتوی پروتئین لاشه، ۲۰۰ گرم فیله بدون پوست تهیه شد و تا شروع آزمایش در دمای یخچال نگه‌داری شد. با توجه به تفاوت میزان ترکیبات شیمیایی در نقاط مختلف بدن ماهیان (زیر پوست، بافت فیله، ساقهٔ دمی، ناحیه پشتی، ناحیه شکمی) از تمامی قسمت‌های بدن نمونه همگن به‌دست آمد (Ackman ، ۱۹۹۵) و آنالیز (با۳تکرار) با روش استاندارد کجلدال Kjeldtherm مدل VELP صورت پذیرفت (James، ۱۹۹۵) و بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم عضله بیان گردید (AOAC، ۲۰۰۵).

روش اندازه‌گیری اسیدآمینه: برای تعیین ترکیب اسیدهای آمینه ابتدا نمونه‌ها با استفاده از HCl، ۶ مولار در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت هیدرولیز و با استفاده از فنیل‌ایزوتیوسیانیت مشتق‌سازی گردید(AOAC، ۱۹۹۰). سپس توسط دستگاه آنالیز اسید آمینه دستگاه (HPLC Knauer, Germany) با ستون C18 و آشکارساز فلورسانس (RF-530, Knauer, Germany) براساس روش British Pharmacopoeia و همکاران (۲۰۱۱) اندازه‌گیری شد.

محاسبه شاخص شیمیایی: یکی از پارامترهای مهم در تعیین ارزش غذایی پروتئین، شاخص شیمیایی می‌باشد که براساس میزان اسیدهای آمینه ضروری در پروتئین مورد آزمایش و میزان نیاز انسان (FAO/WHO، ۱۹۹۰) و آبزیان (NRC، ۱۹۹۳) به اسیدهای آمینه نمونه براساس معادله (۱) محاسبه می‌گردد:

=شاخص شیمیایی

میزان اسیدآمینه در پروتئین استاندارد/ میزان اسیدآمینه در پروتئین موردآزمایش

شاخص کیفیت پروتئین: میزان کارایی پروتئین (protein efficiency ratio) براساس ترکیب اسیدهای آمینه ضروری موجود در پروتئین مورد بررسی و مرجع (پروتئین شیر) و قابلیت هضم آن‌ها و با استفاده از معادله‌های ۲، ۳ و ۴ محاسبه شد (Satterlee و همکاران، ۱۹۷۹؛ Abdollahi و Abolude، ۲۰۰۲؛ Alsmeyer و همکاران، ۲۰۰۲).

(۲)معادله: (تیروزین)۰/۱۰۴–(لوسین)۰/۴۵۴+۰/۴۶۸–کارایی پروتئین

(۳) معادله: کارایی پروتئین

۰/۱۰۹۴(ترئونین+والین+متیونین+ایزولوسین+لوسین+فنیل آلانین+لیزین) ۰/۰۸۰۸۴

(۴)معادله: کارایی پروتئین

(تیروزین)۰/۹۴۴– (هیستیدین) ۰/۲۱۱+ (لوسین)۰/۷۸+ (متیونین)۰/۴۳۵+۱/۱۶–

آنالیز آماری: برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون پارامتری t مستقل (t-test)، به‌کمک نرم‌افزار SPSS ۲۰ در سطح اطمینان ۹۵ ٪ استفاده گردید.

نتایج

نتایج جدول ۱ نشان داد که به‌طور میانگین ماهیان ماده، وزن و طول بیش‌تری اما میزان پروتئین کم‌تری نسبت به ماهیان نر داشتند. براساس نتایج آزمون t-test اختلاف در شاخص‌های وزن، طول و پروتئین بین ماهیان نر و ماده معنی‌دار بود($p<۰/۰۵$). هم‌چنین میانگین محتوای پروتئین ماهیان در دوره غیرتولیدمثل بیش‌تر از دوره تولیدمثل بود که این اختلاف نیز از نظر آماری معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$).

جدول۱: میزان (انحراف معیار ± میانگین)شاخص زیست‌سنجی و پروتئین ماهی کفال طلایی

	وزن (گرم)	طول کل (سانتی‌متر)	درصد پروتئین
نر	۸۱۳/۱۹۸±۳۳/۲۸*	۴۷/۳±۹۴/۵۵*	۲۲/۱±۷۱/۳۴*
ماده	۲۸۱±۹۴۶/۳۱*	۵۰/۴±۲۳/۹۷*	۲۱/۲±۶۵/۳۸*
دوره غیرتولیدمثل	۸۱۲/۱۹۷±۱۰/۰۲*	۴۸/۳±۴۵/۷۸*	۲۲/۱±۸۵/۶۶۰*
دوره تولیدمثل	۹۳۴/۳۳۱±۵۶/۳۳*	۵۰/۵±۱۱/۶۸*	۲۱/۲±۸۱/۲۹۶**

*) سطح معنی‌داری تا ۰/۰۵، **) سطح معنی‌داری تا ۰/۰۱

در جدول ۲، ترکیب اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری بافت عضله ماهی کفال طلایی بیان شده است. براساس نتایج آن، اختلاف معنی‌داری بین مجموع اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری در ماهیان نر و ماده مشاهده نگردید ($p>۰/۰۵$). لیزین بیش‌ترین مقدار را در مجموع اسیدهای آمینه ضروری در هر دو جنس به‌خود اختصاص داد. پس از آن لوسین، آرژینین و والین بیش‌ترین فراوانی را در هر دو جنس نر و ماده نشان دادند. مجموع اسیدهای آمینه ضروری در بافت فیله ماهیان نر (۱۰/۹۹) بیش‌تر از ماهیان ماده (۱۰/۹۲) بود. براساس نتایج آزمون t-test این اختلاف در بافت فیله ماهیان معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$). اسیدگلوتامیک بیش‌ترین مقدار را در مجموع اسیدهای آمینه غیرضروری در هر دو جنس به‌خود اختصاص داد. پس از آن اسیدآسپارتیک، آلانین و گلایسین بیش‌ترین فراوانی را در هر دو جنس نر و ماده نشان دادند. مجموع اسیدهای آمینه‌های غیرضروری در بافت فیله ماهیان نر (۱۱/۰۹) بیش‌تر از ماهیان ماده (۱۰/۸۴) بود. براساس نتایج آزمون t-test این اختلاف نیز در بین ماهیان معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$). نسبت اسیدآمینه‌های ضروری به اسیدآمینه‌های غیرضروری (TEAA/TNEAA) در ماهیان نر ۰/۹۹ و در ماهیان ماده ۱، نسبت لوسین/ ایزولوسین در ماهیان نر ۱/۷۳ و در ماهیان ماده ۱/۶۸ محاسبه شد. براساس نتایج جدول ۲، مجموع کل اسیدهای آمینه در دوره غیرتولیدمثل (۲۲/۱۱) بیش‌تر از دوره تولیدمثل (۲۱/۶۷) محاسبه شد. لیزین بیش‌ترین مقدار را در مجموع اسیدهای آمینه ضروری و اسیدگلوتامیک، بیش‌ترین مقدار را در مجموع اسیدهای آمینه غیرضروری در هر دو دوره به‌خود اختصاص دادند. مجموع اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری در دوره غیرتولیدمثل بیش‌تر از دوره تولیدمثل بود. براساس نتایج آزمون t-test در بین دو دوره این اختلاف معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). نسبت TEAA/TNEAA در دوره تولیدمثل ماهیان ۰/۹۹ و در دوره غیرتولیدمثل ماهیان ۱، نسبت لوسین/ ایزولوسین در ماهیان در دو دوره مذکور به‌ترتیب ۱/۷۱ و ۱/۷۲ محاسبه شد. شاخص شیمیایی پروتئین در جنس نر و ماده و دوره‌های مختلف تولیدمثل براساس میزان اسیدهای آمینه ضروری نیاز انسان و آبزیان به اسیدآمینه و هم‌چنین کارایی پروتئین بافت عضله ماهیان بالغ کفال طلایی نیز در (جدول ۳) آورده شده است.

جدول ۲: میزان (انحراف معیار ± میانگین) پروفیل اسیدآمینه ماهی کفال طلایی (گرم در ۱۰۰ گرم پروتئین نمونه)

اسیدآمینه	جنسیت		دوره جنسی		استاندارد
	نر	ماده	غیرتولیدمثل	تولیدمثل	FAO/WHO
آرژینین	۱/۳۵±۰/۱	۱/۳۴±۰/۰۱	۱/۳۵±۰/۱۱	۱/۳۴±۰/۰	-
++متیونین	۰/۶۷±۰/۹۶	۰/۶۶±۰/۱۵	۰/۶۷±۰/۰۵	۰/۶۶±۰/۱۷	-
ترئونین	۰/۹۹±۰/۰۵	۰/۹۷±۰/۰۷	۱/۰۰±۰/۰۵	۰/۹۶±۰/۶۶*	۴
والین	۱/۱۶±۰/۰۸	۱/۱۴±۰/۱۲	۱/۱۷±۰/۰۷	۱/۱۳±۰/۱۳	۵
++ایزولوسین	۱/۰۷±۰/۱۱	۱/۰۹±۰/۱۴	۱/۰۹±۰/۱۶	۱/۰۶±۰/۰۸	۴
هیستیدین	۰/۶۵±۰/۰۸	۰/۶۶±۰/۱۴	۰/۶۷±۰/۰۵	۰/۶۵±۰/۱۵	-
++لوسین	۱/۸۶±۰/۰۸	۱/۸۴±۰/۱	۱/۸۷±۰/۰۸	۱/۸۳±۰/۱	۷
+ فنیل‌آلانین	۰/۸۶±۰/۰۹	۰/۸۴±۰/۱۲	۰/۸۸±۰/۰۸	۰/۸۳±۰/۱۲	-
تریپتوفان	۰/۲۳±۰/۰۵	۰/۲۴±۰/۰۴	۰/۲۳±۰/۰۴	۰/۲۴±۰/۰۵	۱
++لیزین	۲/۱±۰/۰۹	۲/۱±۰/۱۶	۲/۱±۰/۱۲	۲/۰۸±۰/۱۴	۵/۵
TEAA	۱۰/۹۹	۱۰/۹۲	۱۱/۰۹	۱۰/۸۲**	۳۶
++سیستئین	۰/۲۵±۰/۰۴	۰/۲۵±۰/۰۴	۰/۲۵±۰/۰۴	۰/۲۵±۰/۰۴	-
پرولین	۰/۷۹±۰/۰۹	۰/۷۷±۰/۱۲	۰/۷۹±۰/۰۶	۰/۷۷±۰/۱۴	-
اسیدگلوتامیک	۳/۳۹±۰/۱	۳/۳۴±۰/۱۸	۳/۴۲±۰/۰۸	۳/۳۱±۰/۱۸	-
سرین	۰/۹۳±۰/۰۵	۰/۹±۰/۰۷	۰/۹۳±۰/۰۵	۰/۹۰±۰/۰۷	-
اسیدآسپارتیک	۲/۴۶±۰/۳۴	۲/۳۹±۰/۲۹	۲/۴۲±۰/۳۱	۲/۴۲±۰/۳۲	-
گلایسین	۱/۰۹±۰/۰۹	۱/۰۶±۰/۱	۱/۰۹±۰/۰۷	۱/۰۶±۰/۱۱	-
آلانین	۱/۳۷±۰/۰۸	۱/۳۴±۰/۱۴	۱/۳۷±۰/۰۸	۱/۳۴±۰/۱۴	-
+ تیروزین	۰/۷۷±۰/۰۵	۰/۷۶±۰/۰۷	۰/۷۷±۰/۰۵	۰/۷۶±۰/۰۶	-
TNEAA	۱۱/۰۹	۱۰/۸۴	۱۱/۰۸	۱۰/۸۵	
مجموع کل اسیدآمینه	۲۲/۰۸	۲۱/۷۶	۲۲/۱۱	۲۱/۶۷*	
TEAA/TNEAA	۰/۹۹	۱	۱	۰/۹۹	
جمع اسیدهای آمینه گوگردی	۵/۹۵	۵/۹۴	۶	۵/۸۸	
جمع اسیدهای آمینه آروماتیک	۱/۶۳	۱/۶	۱/۶۵	۱/۵۹	
نسبت لوسین/ ایزولوسین	۱/۷۳	۱/۶۸	۱/۷۱	۱/۷۲	

++) اسیدآمینه‌های گوگردی +) اسیدآمینه‌های آروماتیک. *) سطح معنی‌داری تا ۰/۰۵، **) سطح معنی‌داری تا ۰/۰۱. مجموع اسیدآمینه‌های ضروری (TEAA) مجموع اسیدآمینه‌های غیرضروری (TNEAA).

جدول ۳: شاخص شیمیایی و کارایی پروتئین در جنس نر و ماده و دوره جنسی ماهی کفال طلایی

اسیدآمینه	پروتئین مرجع۱	پروتئین مرجع۲	جنسیت		دوره تولیدمثل	
			نر	ماده	بهار	پاییز
ترئونین	۰/۹	۳/۹	۱/۱	۱/۲	۱/۱۱	۱/۰۶
والین	۱/۳	۳/۶	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۸۶
ایزولوسین	۱/۳	۲/۵	۰/۸	۰/۸	۰/۸۳	۰/۸۱
هیستیدین	۱/۶	۲/۱	۰/۴	۰/۶	۰/۴	۰/۴
لوسین	۱/۹	۳/۳	۱	۱	۱	۱
لیزین	۱/۶	۵/۷	۱/۳	۱/۳	۱/۳۰	۱/۲۵
*فنیل‌آلانین+ تیروزین	۱/۹	۶/۵	۰/۹	۰/۹	۰/۸۶	۰/۸۳
**متیونین+ سیستئین	۱/۷	۳/۱	۰/۵	۰/۵	۱	۰/۹۴
کارایی پروتئین (فرمول ۱)	-	-	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۶۰	۰/۵۷
کارایی پروتئین (فرمول ۲)	-	-	۰/۶۸	۰/۶۷	۰/۶۵	۰/۶۸
کارایی پروتئین (فرمول ۳)	-	-	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۳	۰/۲۸

*) عدد در پروتئین مرجع ۲ مربوط به فنیل‌آلانین است. **) عدد در پروتئین مرجع ۲ مربوط به متیونین است. ۱) میزان اسیدهای آمینه مورد نیاز انسان بالغ براساس استاندارد (WHO/FAO، ۱۹۸۵). ۲) میزان اسیدهای آمینه مورد نیاز برای ماهی کپور (NRC، ۱۹۹۳)

بحث

بررسی محتوای پروتئین بافت ماهی بین دو فصل نمونه‌برداری نشان داد که تغییرات درصد پروتئین بافت فیله ماهیان در دوره‌های پیش و پس از دوره تخم‌ریزی، تحت تأثیر دوره تولیدمثل است به‌طوری‌که میزان درصد پروتئین ماهیان از ۲۱/۸۱ درصد در دوره تولیدمثل در فصل پاییز، به ۲۲/۸۵ درصد در دوره غیرتولیدمثل در فصل بهار رسید. غذا مهم‌ترین عامل در بین فاکتورهای تأثیرگذار روی ترکیبات شیمیایی بدن می‌باشد. ماهی در دوره‌هایی که با کمبود غذا روبروست (مهاجرت، تخم‌ریزی) با کاهش ذخایر غذایی، به‌تدریج تغییراتی در ترکیب شیمیایی عضلات رخ می‌دهد (Tzikas و همکاران، ۲۰۰۷). که این امر کاملاً در ماهی کفال طلایی دیده شد. کم‌تر بودن محتوای پروتئین در ماهیان ماده با اختلاف معنی‌دار، احتمالاً به‌دلیل تامین مواد مغذی طی مرحله ویتلوژنز از مولد ماده به اووسیت‌هاست (Brooks و همکاران، ۱۹۷۷). به‌نظر Brooks و همکاران (۱۹۷۷)، طی مرحله زرده‌سازی در ماهیان ماده، مواد مغذی از اووسیت‌های موجود در تخمدان به تخمک‌ها منتقل می‌شود و سپس ذخیره می‌گردد. به‌عبارت دیگر، مواد غذایی مورد نیاز تخم و لاروهای تازه تخم‌گشایی شده از مولدین ماده تامین می‌گردد.

مطابق نتایج بررسی حاضر، ۱۸ اسیدآمینه در بافت فیله هر دو جنس ماهی کفال طلایی با مقادیر متفاوت شناسایی شد. که از آن میان ۱۰ اسیدآمینه ضروری و ۸ اسیدآمینه غیرضروری بود. با وجود بالاتر بودن میزان مجموع اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری در ماهیان نر، اما تفاوت معنی‌داری بین ماهیان نر و ماده ماهی کفال طلایی وجود نداشت. اسیدآمینه لیزین و پس از آن لوسین بیش‌ترین مقدار را در مجموع اسیدهای آمینه ضروری، گلوتامیک اسید و پس از آن آسپارتیک اسید بیش‌ترین مقدار را در مجموع اسیدهای آمینه غیرضروری در هر دو جنس به‌خود اختصاص دادند. مشابه نتیجه فوق در ماهی شانک زردباله نیز گزارش شده است (ذاکری و همکاران، ۱۳۹۱). ترکیبات اسیدهای آمینه ماهی به‌طور مستقیم تحت تاثیر گونه، اندازه بدن، جنسیت، عوامل خارجی مانند منابع غذایی، فصل، شوری و درجه حرارت آب قرار دارد (Borresen، ۱۹۹۲). به‌طوری‌که نتایج مقایسه دو فصل نمونه‌برداری نشان داد که مجموع اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری در دوره غیرتولیدمثل ماهیان بالاتر است. این امر می‌تواند نشان‌دهنده بالا بودن کیفیت پروتئین غذا در فصل بهار یعنی زمان تغذیه فعال ماهیان و مصرف بخشی از پروتئین جهت تولیدمثل باشد. مقایسه دو دوره نمونه‌برداری در این مطالعه نشان داد که میزان اسیدهای آمینه لاشه با افزایش سطح تغذیه، افزایش پیدا می‌کند. براساس مطالعات Carpene و همکاران (۱۹۹۸) میزان اسیدهای آمینه در بافت فیله ماهی تحت تاثیر منابع پروتئینی غذای خورده شده قرار دارد.

طبق مطالعه Belavady و Udayasekhara Rao (۱۹۷۹) بخشی از لوسین خوراکی به‌وسیله جذب شدن از سوی ایزولوسین خنثی می‌شود و تعادل نسبت لوسین به ایزولوسین بسیار مهم است. نتایج بررسی حاضر نشان می‌دهد این نسبت در ماهی کفال طلایی از تعادل خوبی برخوردار است و میزان ایزولوسین در ترکیب اسیدهای آمینه این ماهی کم‌تر از لوسین است و لوسین موجود در این ماهی قابل استفاده است و مشکل خنثی شدن به‌وسیله ایزولوسین را ندارد.

لیزین به‌عنوان اصلی‌ترین اسیدآمینه ضروری در ماهی کفال طلایی بود، در مطالعات مشابه برای سایر ماهیان مانند سارم دهان بزرگ (سرحدی و همکاران، ۱۳۹۱)؛ تاس‌ماهی ایرانی (جنت‌علیپور و همکاران، ۱۳۸۸)،ماهی بنی(شریفیان، ۱۳۹۳)، شانک زردباله (ذاکری و همکاران، ۱۳۹۱)، *Thunnus albacares*، *Stolephorus commersonii*، *Katsuwonus pelamis*، *Leiognathus splendens*، *Trichiurus lepturus* و *Epinephels* spp. (Mohanty و همکاران، ۲۰۱۴) گزارش شده است. اسیدآمینه لیزین به‌طور گسترده برای رشد مورد نیاز است و کمبود آن منجر به کمبود ایمنی می‌شود (Chen، ۲۰۰۳). سایر اسیدهای آمینه ضروری لوسین و آرژنین، والین و ایزولوسین به‌ترتیب مهم‌ترین اسیدهای آمینه ضروری بافت فیله ماهی کفال طلایی را تشکیل دادند. آرژنین نقش مهمی در تقسیم سلولی و بهبود زخم دارد(Sarma و همکاران،۲۰۱۳). لوسین تنها اسیدآمینه‌ای است که می‌تواند سنتز پروتئین عضله تحریک کند و نقش درمانی مهمی در سوختگی دارد (Mohanty و همکاران، ۲۰۱۴).

اسیدگلوتامیک اصلی‌ترین اسیدآمینه غیرضروری در ماهی کفال طلایی، برای سایر ماهیان مانند تاس‌ماهی ایرانی (جنت‌علیپور و همکاران، ۱۳۸۸)، ماهی بنی (شریفیان، ۱۳۹۳)، شانک زردباله (ذاکری و همکاران، ۱۳۹۱)، *Nemipterus japonicus*، *T. albacares*، *S. commersonii*، *K. pelamis*، *L. splendens*، *T. lepturus* و *Epinephels* spp. (Mohanty و همکاران، ۲۰۱۴) نیز گزارش شده است. اسیدگلوتامیک بیش‌ترین اسیدآمینه آزاد در حوضچه خارج سلولی ماهیچه‌های اسکلتی بدن را تشکیل می‌دهد. ترشح اسید گلوتامیک از ماهیچه در بسیاری از بیماری‌های مهم، به‌عنوان یک حامل مهم در انتقال نیتروژن و کمک به سیستم ایمنی است. هم‌چنین به‌عنوان یک دهنده نیتروژن در سنتز پورین و پیریمیدین برای تکثیر سلول‌ها مهم می‌باشد. اسیدگلوتامیک نقش مهمی در متابولیسم ایفا می‌کند و برای سنتز مولکول‌های کلیدی مانند گلوتنین ضروری است (Mohanty و همکاران، ۲۰۱۴). البته اسیدآسپارتیک، گلیسین و اسیدگلوتامیک نقش اساسی‌در التیایم زخم دارند (سرحدی

و همکاران، ۱۳۹۱؛ Chyung و Griminger، ۱۹۸۴) و به‌همراهی آلانین ویژگی‌های طعم، بو و مزه را در ماهی‌ها تعیین می‌نمایند (Ruiz Capillas و Moral، ۲۰۰۴). آسپارتیک اسید پیش ماده مکمل‌های متیونین، ترئونین، ایزولوسین و لیزین است و ترشح هورمون‌های مهمی را تنظیم می‌کند. اسیدآسپارتیک، اسیدگلوتامیک و لیزین به‌عنوان مهم‌ترین اسیدهای آمینه موجود در محصولات دریایی شناخته شدند (Oladapa و همکاران، ۱۹۸۴). اسیدهای آمینه لیزین، گلوتامیک و آسپارتیک در پروتئین ماهی کفال طلایی غالب بودند، بنابراین این ماهی، از کیفیت بالایی برخوردار می‌باشد. اسیدآمینه سیستئین کم‌ترین میزان اسیدآمینه غیرضروری را به‌خود اختصاص داد. در بیش‌تر پروتئین‌های جانوری میزان سیستئین اندک است. سیستئین اثر مثبتی بر جذب مواد معدنی به‌ویژه روی دارد (Sandstrom و همکاران، ۱۹۸۹؛ Mendoza، ۲۰۰۲). متیونین برای درمان اختلالات کبدی، بهبود زخم و درمان افسردگی، آلرژی، آسم و بیماری پارکینسون نقش دارد (Mischoulon و Fava، ۲۰۰۲). گلیسین نقش مهمی در تنظیم متابولیسم، جلوگیری از آسیب بافت، افزایش فعالیت ضدآنتی‌اکسیدانی، سنتز پروتئین و بهبود زخم، دیابت، بیماری‌های قلبی عروقی، سرطان و انواع بیماری‌های التهابی بازی می‌کند (Wang، ۲۰۱۳). اسیدآمینه تریپتوفان یک پیش‌نیاز برای سنتز سروتونین است و برای توسعه و عملکرد بسیاری از اندام‌های مهم بدن ضروری است (Segura و Ventura، ۱۹۸۸). هیستیدین نقش متفاوتی در متابولیسم پروتئین دارد (Liao و همکاران، ۲۰۰۷). ترئونین برای درمان سیستم عصبی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Hyland، ۲۰۰۷). ایزولیسین برای تشکیل و رشد مناسب عضلات مورد نیاز است (Charlton، ۲۰۰۶). سریین پیش‌ماده گلیسین، سیستئین و تیپتوفان است و نقش بسیار مهمی در پیام‌های سلولی ایفا می‌کند.

شاخص شیمیایی برای تعیین ارزش منبع پروتئینی و اسیدهای آمینه محدودکننده به‌کار می‌رود. پروتئینی با امتیاز شیمیایی بالا، ارزش بیولوژیکی بالایی دارد و بیش‌تر در بدن قابل استفاده است. در مطالعه حاضر (جدول ۳) با توجه به نیازهای یک انسان بالغ به‌جز اسیدآمینه ترئونین و لیزین بقیه پایین‌تر از حد استاندارد FAO/WHO بودند. کیفیت پروتئین‌ها براساس شاخص اسیدآمینه ضروری، ارزش تغذیه‌ای، ارزش بیولوژیکی بررسی می‌شود. افزایش میزان اسیدهای آمینه ضروری موجود در پروتئین موجب بالا رفتن ارزش بیولوژیکی یا کیفیت آن خواهد شد.

مقایسه ترکیب اسیدهای آمینه ماهی کفال طلایی با سایر گونه‌های دریایی در بررسی‌ها نشان داد که ترکیب اسیدهای آمینه ماهی کفال طلایی تفاوت‌هایی نسبت به سایر گونه‌های ماهیان دارد (جدول ۴).

جدول۴: مقایسه درصد پروفیل اسیدهای امینه ۱۶ گونه پرورشی و دریایی با ماهی کفال طلایی دریای خزر

اسیدآمینه/گونه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
آرژنین	۷/۸۳	۸/۶۱	۷/۴۱	۶/۰۸	۳/۴	۴/۳	۰/۶	۱/۱	۰/۳	۰/۸	-	۰/۷	۱/۰	۰/۹	-	۱/۰	۱/۳۵
متیونین	۳/۶۴	۳/۴۷	۳/۵۱	۲/۲۹	۱/۲۵	۳/۱	۰/۳	۲/۴	۲/۷	۴/۰	۱/۰	۳/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۶۷
ترئونین	۳/۴۰	۵/۵۳	۳/۹۸	۳/۹۳	۱/۲۲	۳/۹	۴/۱	۶/۴	۶/۶	۷/۹	۵/۴	۷/۱	۰/۶	۰/۶	۰/۵	--	۱
والین	۳/۳۵	۳/۷۴	۳/۵۴	۵/۴۱	۲/۳	۳/۲	۴/۴	۸/۶	۸/۲	۵/۶	۵/۶	۷/۱	۰/۶	۰/۵	۰/۵	۰/۶	۱/۱۷
ایزولوسین	۲/۳۰	۲/۵۵	۲/۷۴	۵/۵۶	-	۶/۹	۰/۴	۵/۱	۴/۹	۴/۲	۵/۲	۴/۷	۰/۵	۰/۴	۰/۳	۰/۵	۱/۰۹
هیستیدین	۲/۳۵	۲/۴۰	۱/۸۳	۵/۱۹	۱/۴۲	۲/۲	۰/۴	۲/۸	۷/۷	۴/۴	۴/۲	۷/۹	۰/۵	۰/۵	-	۰/۶	۰/۶۷
لوسین	۵/۵۴	۴/۷۸	۵/۵۳	۸/۴۵	۳/۵۴	۴/۷	۰/۶	۱۰/۱	۹/۱	۱۰/۴	۷/۹	۱۰/۳	۰/۹	۰/۷	۰/۷	۰/۹	۱/۸۷
فنیل‌آلانین	۳/۲۴	۳/۸۰	۴/۳۸	۴/۳۰	۲/۰۲	۲/۵	۴/۱	۳/۷	۳/۹	۴/۳	۳/۶	۴/۲	۰/۵	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۸۸
تریپتوفان	۰/۶۸	۰/۶۳	۰/۴۲	۱/۱۱	-	-	-	۲/۳	۱/۶	۷/۹	۵/۴	۷/۱	۰/۶	۰/۶	۰/۵	--	۰/۲۳
لیزین	۵/۴۴	۵/۵۳	۴/۵۴	۹/۴۲	۳/۵۸	۷/۴	۰/۷	۲/۸	۱۲/۴	۵/۷	۱۶/۱	۴/۶	۱/۲	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۲/۱
سیستئین	۱/۷۷	۱/۰۴	۱/۰۳	۰/۸۱	۰/۶۴	۱/۲	۰/۲	۰/۴	-	--	--	--	۰/۶	۰/۶	۰/۵	-	۰/۲۵
پرولین	۷/۳۳	۶/۴۲	۱۷/۲۰	۴/۷۴	۲/۸۵	۵/۱۱	۰/۴	۱/۱	۰/۹	۱/۸	۱/۵	۱/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	--	۰/۷۹
گلوتامیک	۱۰/۹۷	۱۰/۴۷	۱۰/۳۳	۱۸/۴۷	۸/۰۶	۱۲/۶	۱/۱	۱۴/۵۵	۱۱/۱	۱۳/۰	۱۳/۶	۱۳/۹	۲/۱	۱/۶	--	--	۳/۴۲
سرین	۵/۲۳	۵/۹۲	۵/۶۴	۲/۷۴	۲/۰۳	۵/۲	۵/۵	۶/۸	۶/۶	۷/۲	۶/۰	۶/۹	۰/۴	۰/۶	--	--	۰/۹۳
آسپارژیک	۷/۸۷	۷/۱۰	۶/۸۰	۹/۹۴	۳/۴۳	۱۰/۳	-	۱۱/۱	۸/۵	۹/۹	۱۲/۳	۱۰/۱	--	--	--	--	۲/۴۲
گلیسین	۱۵/۹۲	۱۶/۵۰	۱۷/۲۰	۴/۴۵	۴/۴۴	۹/۴	۰/۴	۷/۶	۸/۵	۹/۸	۸/۸	۸/۳	۰/۴	۰/۴	--	--	۱/۰۹
آلانین	۶/۴۱	۶/۸۳	۷/۰۴	۵/۳۴	۳/۷۶	۱۰/۲	۰/۴	۸/۱	۶/۱	۴/۱	۶/۴	۴/۸	۰/۶	۰/۵	۰/۶	--	۱/۳۷
تیروزین	۱/۸۱	۱/۳۲	۱/۴۳	۲/۸۹	۱/۲۲	۳/۲	۰/۴	۱/۳	۱/۵	۱/۱	۰/۲	۱/۲	۰/۳	۱/۴	-	۰/۵	۰/۷۷

۱: کیلکای آنچوی، ۲: ساردین پهلو طلایی، ۳: موتو ماهی (سرخدی و همکاران، ۱۳۹۱)؛ ۴: تاس‌ماهی ایرانی (جت‌علیپور و همکاران، ۱۳۸۸)؛ ۵: ماهی پتی (شریفیان، ۱۳۹۳)؛ ۶ شانک زرد باله (ذاکری و همکاران، ۱۳۹۱)؛ ۷: *Sardinella longicepsa*؛ ۸ *N. japonicus*؛ ۹: *T. albacares*؛ ۱۰: *Stolephorus waitei*؛ ۱۱: *S. commersonii*؛ ۱۲: *Rastrelliger kanagurtar*؛ ۱۳: *Katsuwonus pelamis*؛ ۱۴: *Epinephels spp.*؛ ۱۵ *Leiognathus splendens*؛ ۱۶: *Trichiurus lepturus* (Mohanty et al., 2014)؛ ۱۷: ماهی کفال طلایی (مطالعه حاضر).

توجه شود که مجموع اسیدهای امینه ضروری در محصولات دریایی براساس شرایط زیست محیطی، مراحل بلوغ جنسی، نوع و قابلیت دسترسی به غذا در گونه‌های مختلف ماهیان آب شور متفاوت است (Kim و Lall، ۲۰۰۰). نتیجه حاصل از درصد اسیدهای آمینه غیرضروری نشان‌دهنده آن است که شرایط زیست‌محیطی دریا، منابع غذایی مناسبی از این اسیدهای آمینه را در اختیار گونه‌ها قرار می‌دهد

(Grigorakis و همکاران، ۲۰۰۲). به‌طورکلی نیاز به اسیدهای آمینه ضروری برای ماهیان تفاوت زیادی ندارد و اختلافات جزئی در برخی از گونه‌ها به‌واسطه تفاوت در سهم پروتئین‌های ساختمانی موجود و هم‌چنین متابولیسم متفاوت و یا نیازهای فیزیولوژیک متفاوت نسبت به اسیدآمینه‌های خاص می‌باشد (شریفیان، ۱۳۹۳). دلیل دیگری که می‌توان براین هماهنگی ارائه نمود، سنتز پروتئین‌های بدن در موجودات براساس اطلاعات وراثتی آن‌هاست. لذا اسیدهای آمینه تشکیل‌دهنده بافت بدن صرف نظر از ترکیب اسیدهای آمینه جیره غذایی در افراد مختلف از الگوی یکسان پیروی می‌کند (Wilson، ۱۹۸۵).

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان کرد که محتوی پروتئین و اسیدهای آمینه ماهی کفال طلایی در دوره غیرتولیدمثل (فصل بهار) بیش‌تر از دوره غیرتولید مثل (فصل پاییز) است و با وجود بالاتر بودن آن در ماده‌ها تفاوت معنی‌داری بین جنس نر و ماده این ماهی وجود ندارد. این ماهی از لحاظ اسیدآمینه لیزین که پیشگام مهمی برای سنتز گلوتامات است و اسیدهای آمینه گلوتامیک و آسپارتیک که مهم‌ترین اسیدهای آمینه موجود در محصولات دریایی هستند، غنی می‌باشد. بنابراین با توجه به کیفیت بالای ماهی کفال طلایی، مصرف آن در سبد غذایی خانواده‌ها توصیه می‌شود.

منابع

۱. **جنت‌علیپور، ح.؛ شعبانپور، ب.؛ صادقی‌ماهونک، ع. و شعبانی، ع.، ۱۳۸۸.** بررسی ارزش تغذیه‌ای فیله‌های خام و کباب شده تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. سال۶، شماره ۳، صفحات ۸۵ تا ۹۴.

۲. **سرحدی، ن.؛ معتمدزادگان، ع.؛ طاهری، ع. و آزاد، م.، ۱۳۹۱.** بررسی مقایسه‌ای ترکیبات مغذی و پروفیل اسیدهای آمینه در استخوان‌های ماهی ساردین پهلو طلایی (*Sardinella gibossa*)، کیلکای آنچوی (*Clupeonella engrauliformis*) و موتو ماهی (*Stolephorus indicus*). مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۱، شماره ۱، صفحات ۱۰۱ تا ۱۱۲.

۳. **شریفیان، م.، ۱۳۹۳.** بررسی ترکیبات بدن ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*) در محدوده گروه‌های طولی مختلف درمنابع آبی استان خوزستان. نشریه توسعه آبزی‌پروری. سال ۸، شماره ۳، صفحات ۶۵ تا ۷۶.

۴. **ذاکری، م.؛ کوچنین، پ. و جاسم‌غفله، م.، ۱۳۹۱.** مقایسه ترکیب اسیدهای آمینه در بافت ماهیچه ماهیان وحشی و پرورشی نر و ماده شانک زرد باله (*Acanthopagrus latus*). مجله علوم و فنون دریایی. دوره ۱۱، شماره ۲، صفحات ۵۸ تا ۶۶.

۵. **نوروزی، م. و باقری‌توانی، م.، ۱۳۹۵.** تعیین ترکیبات بیوشیمیایی و ارتباط آن با برخی شاخص‌های زیستی و فیزیولوژی ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*) در دریای خزر. زیست‌شناسی دریا. سال ۸، شماره ۳۱، صفحات ۴۵ تا ۶۰.

۶. **هادیزاده، ز.؛ مورکی، ن. و معینی، س.، ۱۳۹۲.** شناسایی ترکیب اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب در گوشت ماهی سارم دهان بزرگ (*Scomberoides commersonnianus*) در خلیج فارس. مجله زیست شناسی دریا، سال ۵، شماره ۱۷، صفحات ۳۵ تا ۵۰.

۷. **Abdollahi, S.A. and Abolude, D.S., 2002.** Investigation of protein quality of some fresh water fish species of Northern Nigeria. Academy Journal of Science and Technology. Vol. 2, No. 1, pp: 18-25.

۸. **Ackman, R.G., 1995.** Composition and Nutritive Value of Fish and Shellfish Lipids, In: Fish and Fishery Products. In: Ruiter, A. (Eds.), CAB International Publish. pp: 117-159.

۹. **Ali, M.; Salam, A.; Goher, S.; Tassaduque, K. and Latif, M., 2004.** Studies on fillet composition of fresh water farmed (*Labeo rohita*) in relation to body size. J. Biol. Scie. Vol. 4, pp: 40-46.

۱۰. **AOAC (Association of Official Analytic Chemists). 2005.** Official Methods of Analysis AOAC, Washington DC, 1963 p.

۱۱. **AOAC (Association of Official Analytic Chemists). 1990.** Official methods of analyses of association of analytical chemist (15th ed). Washington, DC: AOAC.

۱۲. **Belavady, B. and Udayasekhara Rao, P., 1979.** Leucine and isoleucine content of jowar and its pellagragenicity. Indian Journal of Experimental Biology. Vol. 17, pp: 659-661.

۱۳. **Borresen, T., 1992.** Quality of wild and reared fish. In: Huss, H.H., Jacobsen M., Liston, J. (Eds.). Quality assurance in the food industry. Elsevier, Amsterdam. pp: 1-17.

۱۴. **British Pharmacopoeia (BP). 2011.** Official methods of analysis, (100th).

۱۵. **Brooks, S.; Tyler, C.R. and Sumpter, J.P., 1997.** Egg quality in fish: what makes a good egg? Reviews in Fish Biology and Fisheries. Vol. 7, pp: 387-416.

۱۶. **Carpene, E.; Martin, B. and Libera, L.D., 1998.** Biochemical differences in lateral muscle of wild and farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). Fish Physiol. Biochem. Vol. 19, pp: 229-238.

۱۷. **Charlton, M., 2006.** Branched-chain amino acid enriched supplements as therapy for liver disease. Journal of Nutrition. Vol. 136, No. 1, pp: 295S-298S.

۱۸. **Chen, C.; Sander, J.E. and Dale, N.M., 2003.** The effect of dietary lysine deficiency on the immune response to Newcastle disease vaccination in chickens. Avian Diseases. Vol. 47, No. 4, pp: 1346-1351.

۱۹. **Chyung, J.H. and Griminger, P., 1984.** Improvement of nitrogen retention by arginine and glycine supplementation and its relation to collagen synthesis in traumatized mature and ageing rats. Journal of Nutrition. Vol. 114, pp: 1705-1715.

۲۰. **FAO/WHO. 1985.** Energy and protein requirements. Technical Report. WHO, Geneva, Switzerland. No. 72.

۲۱. **FAO/WHO. 1990.** Energy and protein requirements. Report of joint FAO/ WHO/UNU Expert Consultation Technical Report. FAO/WHO and United Nations University, Geneva, Series No. 724, pp: 116-29.

۲۲. **Grigorakis, K; Alexis, M.N.; Taylor, K.D.A. and Hole, M., 2002.** Comparison of wild and cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*); composition, appearance and seasonal variations. International Journal of Food Science & Technology. Vol. 37, pp: 477-484.

۲۳. **Hyland, K., 2007.** Inherited disorders affecting dopamine and serotonin: critical neurotransmitters derived from aromatic amino acids, Journal of Nutrition. Vol. 137, No. 6, pp: 1568S-1572S.

۲۴. **Jacobsen, J.G. and Smith, L.H., 1968.** Biochemistery and physiology of taurine and taurine derivatives. Physiological Reviews. Vol. 48, No. 2, pp: 424-511.

۲۵. **James, C.S., 1995.** Analytical Chemistry of Foods. Blackie academic and professional press, London. pp: 90-92.

۲۶. **Kim, J.D. and Lall, S.P., 2000.** Amino acid of composition whole body tissue of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*), yellowtail flounder (*Pleuronectes ferruginea*) and Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). Aquaculture. Vol. 187, pp: 367-373.

۲۷. **Kmínková, M.; Winterom, R. and Kučera, J., 2001.** Fatty acids in lipids of carp (*Cyprinus carpio*) tissues. Czech Journal of Food Sciences.Vol. 19, pp: 177-181.

۲۸. **Lee, H.Y.M. and Cho, K.C., 2008.** Effects of dietary carbohydrate: lipid ratio on growth and body composition of juvenile Giant Croaker (*Nibea japonica* Temminck & Schlegel). World Aquaculture, Meeting Abstracts. 327 p.

۲۹. **Li, P.; Mai, K.; Trushenski, J. and Wu, G., 2008.** New developments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aqua feeds. Amino Acids. DOI 10.1007/s00726-008-0171-1.

۳۰. **Liao, S.M.; Du, Q.S.; Meng, J.Z.; Pang, Z.W. and Huang, R.B., 2013.** Themultiple roles of histidine in protein interactions, Chemistry Central Journal. Vol. 7, pp: 44.

۳۱. **Mendoza, C., 2002.** Effect of genetically modified low phytic acid plants on mineral Absorption. International Journal of Nutrition and Food Sciences. Vol. 37, pp: 759-767.

۳۲. **Mischoulon, D. and Fava, M., 2002.** Role of S-adenosyl-L methionine in the treatment of depression: a review of the evidence. American Journal of Clinical Nutrition. Vol. 76, No. 5, pp:1158S-61S.

۳۳. **Mohanty, B.; Mohanty, A.; Ganguly, S.; Sankar, T.V.; Chakraborty, K.; Rangasamy, A.; Paul, B.; Sarma, D.; Mathew, S.; Kunnath Asha, K.; Behera, B.; Aftabuddin, M.D.; Debnath, D.; Vijayagopal, P.; Sridhar, N.; Akhtar, M.S.; Sahi, N.; Mitra, T.; Banerjee, S.; Paria, P.; Das, D.; Das, P., Vijayan, K.K.; Laxmanan, P.T. and Sharma, A.P., 2014.** Amino Acid Compositions of 27 Food Fishes and Their Importance in Clinical Nutrition. J. Amino Acids. Vol. 2014, pp: 1-7.

۳۴. **NRC. 1993.** National Research Council. National Academy of Sciences, Nutrient Requirements of Fish.Washington, USA. 124 p.

۳۵. **Oladapa, A.; Akın, M.A.S. and Olusegun, L.O., 1984.** Quality changes of Nigerian traditionally processed freshwater fish species. II. Chemical composition. Journal of Food Technology. Vol. 19, pp: 341-348.

۳۶. **Pellett, P.L., 1996.** World essential amino acid supply with special attention to South-East Asia. The United Nations University. Food and Nutrition Bulletin. Vol. 17, No. 3, pp: 204-234.

۳۷. **Ruiz-Capillas, C. and Moral, A., 2001.** Changes in free amino acids during chilled storage of hake (*Merluccius merluccius*) in controlled atmospheres and their use as a quality control index. journal European Food Research and Technology. Vol. 212, No. 3, pp: 302-307.

۳۸. **Sandstrom, B.; Almgren, A.; Kivisto, B. and Cederblad, A., 1989.** Effect of protein and protein source on zinc absorption in humans. Journal of Nutrition. pp: 48-53.

۳۹. **Sarma, D.; Akhtar, M.S. and Das, P., 2013.** Nutritional quality in terms of amino acid and fatty acid of five coldwater fish species: implications to human health. National Academy Science Letters. Vol. 36, No. 4. pp: 385-391.

۴۰. **Satterlee, L.D.; Marshal, H.F. and Tennyson, J.M., 1979.** Measuring proteins quality. Journal of the American Oil Chemists' Society. Vol. 56, pp: 103-109.

۴۱. **Segura, R. and Ventura, J.L., 1988.** Effect of L-tryptophan supplementation on exercise performance. International Journal of Sports Medicine journal. Vol. 9, No. 5, pp: 301-305.

۴۲. **Tzikas, Z.; Amvrosiadis, I.; Soultos. N. and Georga kis, S., 2007.** Seasonal Variation in the Chemical Compositi on and Microbiological Condition of Mediterranean Horse Mackarel (*Trachurus mediterraneus*) Muscle from the North Aegean Sea (Greece). Food Control. Vol. 18, pp: 251-257.

۴۳. **Wang, W.; Wu, Z.; Dai, Z.; Yang, Y.; Wang, J. and Wu, G., 2013.** Glycine metabolism in animals and humans: implications for nutrition and health. Amino Acids. Vol. 45, No. 3, pp: 463-477.

۴۴. **Williams, M., 2005.** Dietary supplements and sports performance. Journal of the International Society of Sports Nutrition. Vol. 2, No. 2, pp: 63-67.

۴۵. **Wilson, R.P. and Cowey, C.B., 1985.** Amino acide composition of whole body tissue of rainbow trout and Atlantic salmon. Aquaculture. Vol. 48, pp: 373-376.

۴۶. **Wu, G., 2013.** Functional amino acids in nutrition and health. Amino Acids. Vol. 45, No. 3, pp: 407-411.