تعیین ترکیبات عناصر معدنی و اسیدهای آمینه فیله ماهی شوریده دهان سیاه (*Atrobucca nibe*) در دریای عمان

سیدپژمان حسینی‌شکرابی[۱]، *سیدابراهیم حسینی[۲]، مهدی سلطانی[۳]، ابولقاسم کمالی[۱] و تورج ولی‌نسب[۴]

[۱]گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران، [۲]گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران، [۳]گروه بهداشت و بیماری‌های آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران، [۴]مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۲/۵/۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۹/٤

چکیده

ماهی شوریده دهان سیاه (*Atrobucca nibe*) به‌عنوان یک ذخیره جدید و ارزشمند در آب‌های مزوپلاژیک دریای عمان تلقی می‌گردد. در این پژوهش، ترکیبات عناصر معدنی کمیاب (شامل آهن، مس، روی و منگنز) و فراوان (شامل کلسیم، منیزیم، پتاسیم و سدیم) توسط روش هضم ماکروویو و دستگاه جذب اتمی و همچنین سطوح اسیدهای آمینه (با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا) در بخش خوراکی عضله ماهی محاسبه شدند. در میان عناصر فراوان، بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت نسبت به سایر عناصر به‌ترتیب مربوط به پتاسیم (۱٦۸/٦۷±۰/۳۱٤ قسمت در میلیون) و کلسیم (۱۱/۸۲±۰/۰۲۸ قسمت در میلیون) مشاهده شد (P<۰/۰۵). ترتیب غلظت عناصر کمیاب به‌صورت آهن> روی> مس> منگنز بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک در ماهیچه ماهی ثبت شد. مجموع اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری به‌ترتیب ۸/۹٦±۰/۲۳۰ و ۹/۷۱±۰/۲۱۸ گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر محاسبه شد. در بین اسیدهای آمینه شناسایی شده، بیش‌ترین میزان را گلوتامیک اسید (۳/۷۳±۰/۲٦۹ گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) به خود اختصاص داد (P<۰/۰۵). تجزیه و تحلیل‌ها نشان داد که گوشت این ماهی می‌تواند یک منبع ارزشمند از آهن، روی و اسیدهای آمینه ضروری باشد. همچنین میزان غلظت فلزات سنگین نیز در عضلات کم‌تر از سطوح قابل‌قبول استانداردهای جهانی مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: عناصر معدنی، سطوح اسیدهای آمینه، ماهی شوریده دهان سیاه، فلزات سنگین، دریای عمان

مقدمه

تاکنون نزدیک به ٤۵ گونه از شوریده ماهیان (خانواده Sciaenidae) در اقیانوس هند و آب‌های اطراف آن گزارش شده است (Druzhinin، ۱۹۷۱). در این میان، ذخایر ارزشمند و بکری از ماهی شوریده دهان سیاه با نام علمی *Atrobucca nibe* (Jordan و Thompson، ۱۹۱۱) تا عمق بیش از ۲۰۰ متر در شمال‌غرب دریای عمان شناسایی شده که این گروه از ماهیان هم‌زمان با فانوس ماهیان در ترکیب صید ضمنی صید می‌شوند (ولی‌نسب، ۱۳۹۰). در گذشته مقدار صید این ماهی در آمار صید دریای عمان همراه با سایر گونه‌های شوریده گردآوری و تحت عنوان سایر شوریده ماهیان گزارش می‌گردید. اما در چند سال اخیر به‌دلیل اهمیت خاصی که این ماهی پیدا کرده است، آمار صید آن جداگانه ارائه می‌شود. میزان

* مسئول مکاتبه: ebhoseini@srbiau.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

صید این ماهی در سال ۱۳۹۱ به ۵۰۵ تن رسیده است (سالنامه آماری سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۲).

مطالعه عناصر معدنی موجودات زنده خوراکی به‌رغم این‌که غلظت آن‌ها اندک است، ولی از اهمیت بیولوژیکی بالایی برخوردار است زیرا بسیاری از این عناصر در برخی از فرآیندهای متابولیک انسان نقش کلیدی ایفا می‌نمایند (Shul'man، ۱۹۷٤). کلسیم، سدیم، پتاسیم، فسفر، آهن و روی جزء مهم‌ترین عناصر معدنی بوده که کمبود این عناصر در مواد غذایی باعث بروز بسیاری از عارضه‌های بیولوژیک از جمله ناتوانی از انعقاد خون، پوکی استخوان، کم‌خونی و... می‌شوند (Shul'man، ۱۹۷٤؛ Mills، ۱۹۸۰). این عناصر می‌تواند توسط ماهیان از محیط آب و زنجیره غذایی جذب و در بافت‌های بدن تجمع گردد (Demirak و همکاران، ۲۰۰٦؛ Hadson، ۱۹۸۸). این امر می‌تواند در انتقال عناصر معدنی به سطوح غذایی بالاتر اهمیت پیدا نماید (Yilmaz و همکاران، ۲۰۰۷؛ Surec، ۲۰۰۳). به‌طوری‌که مصرف آبزیانی که بیش از حد غنی از فلزات باشند، می‌تواند سلامت مصرف‌کنندگان را تهدید نماید (Cid و همکاران، ۲۰۰۱). آلودگی مواد غذایی به فلزات سمی (مثل سرب، جیوه و کادمیوم) و یا حتی فلزات ضروری (مثل آهن، مس، روی و منگنز) سبب اختلال در فرآیندهای متابولیک بدن و در موارد شدید، مرگ شده که تنها گزینه ممکن برای به حداقل رساندن مصرف آن‌ها شناخت ترکیبات معدنی موجود در مواد غذایی مصرفی است (Rajkowska و همکاران، ۲۰۱۳). بافت عضله ماهی بخش اصلی پروتئین مورد استفاده برای انسان بوده که واجد مقدار فراوان و متعادلی از اسیدهای آمینه است که برای مصرف بزرگسالان، کودکان و یا حتی بیماران مناسب و سالم بوده و می‌تواند نیازهای اسیدهای آمینه بدن را تا حدودی برآورده سازد (Kim و Lall، ۲۰۰۰). اسیدهای آمینه ضروری نقش مهمی در تغذیه و ارتقاء سلامت انسان ایفا کرده و ماهیان به‌عنوان یک منبع پروتئین غنی از اسیدهای آمینه ضروری شناخته شده‌اند (Usydus و همکاران، ۲۰۰۹). از طرفی شناسایی سطوح اسیدهای آمینه به‌خصوص اسیدهای آمینه ضروری تا حدود زیادی می‌توانند کیفیت و ارزش غذایی مواد غذایی پروتئینی را بیان نمایند. ترکیب اسیدهای آمینه بافت ماهیچه‌ای ماهیان به‌صورت اختصاصی بوده و به اندازه، فصل صید، جنسیت و رژیم غذایی آن‌ها بستگی دارد (Kim و Lall، ۲۰۰۰؛ Limin و همکاران، ۲۰۰٦). مطالعات متعددی بر خواص کمی و کیفی ترکیب اسیدهای آمینه در گونه‌های مختلف ماهیان انجام شده است (قمی و همکاران، ۱۳۹۰؛ Iwasaki و Harada، ۱۹۸۵). برای مثال، ترکیب اسیدهای آمینه ماهی ساردین ***Sardinella longiceps*** در هند بررسی و میزان بالایی از اسید آمینه‌های گلوتامیک و لوسین اسید نسبت به سایر اسیدهای آمینه گزارش شدند (Shaji و Hindumathy، ۲۰۱۳).

اهمیت بررسی ترکیب عناصر معدنی موجود در گوشت ماهیان توسط پژوهشگران متعددی بیان و گزارش شده است (Aleshko و همکاران، ۱۹۸٦؛ Jaffar و Ashraf، ۱۹۸۸). برای مثال Talat و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی مقدار غلظت مواد معدنی مانند کلسیم، سدیم، پتاسیم، آهن و منیزیم در ماهیان دورریز، امکان استفاده از آن‌ها را برای خوراک دام و طیور بیان نمودند. مقدار عناصر سدیم، پتاسیم و منیزیم در ۷ گونه از ماهیان دریایی اقتصادی واقع در سواحل کراچی و اثر آلودگی‌های زیست‌محیطی بر افزایش تجمع این عناصر در این ماهیان بررسی شده است (Azmat و همکاران، ۲۰۰٦). دورقی و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی تجمع برخی فلزات سنگین در بافت‌های مختلف ماهی شوریده ***Johnius belangerii*** در فصول مختلف، میزان غلظت کادمیوم را بیش‌تر از

Archive of SID

www.SID.ir

استاندارد جهانی و میزان غلظت عناصر مس و آهن را نسبت به استانداردهای جهانی کم‌تر بیان نمودند. Nurnadia و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که محتویات عناصر معدنی فراوان و کمیاب در ۲۰ گونه از ماهیان دریایی در سواحل مالزی کم‌تر از استاندرهای جهانی است.

شناسایی کمی و کیفی اسیدهای آمینه و مواد معدنی ماهیان خوراکی با توجه به تأکید طب اخیر در نقش این مواد مغذی در سلامت انسان ضروری به‌نظر می‌رسد. از طرف دیگر با توجه به مصرف روبه رشد ماهی شوریده دهان سیاه (به‌خصوص به‌صورت فیله منجمد) در بازار ایران و نبود اطلاعات کافی در خصوص ترکیبات عناصر معدنی و سطوح اسیدهای آمینه این ماهی، هدف از این پژوهش تعیین مقدار عناصر فراوان یا ماکروالمنت‌ها (شامل سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلسیم) و عناصر کمیاب یا میکروالمنت‌ها (شامل آهن، منگنز، روی، مس) و مقایسه آن‌ها با استانداردهای جهانی و در نهایت تعیین کیفیت پروتئین از طریق شناسایی پروفیل اسیدهای آمینه در بافت عضله این ماهی است.

مواد و روش‌ها

ماهی شوریده دهان سیاه همراه با گله‌های فانوس ماهیان (خانواده Myctophidae) در انتهای منطقه فلات قاره منتهی به شیب قاره در طول‌های جغرافیایی ۵۷ درجه و ۰۰ دقیقه تا ۵۷ درجه و ۲۰ دقیقه (دریای عمان) توسط ترالر تحقیقاتی فردوس صید شدند. تعداد کل ۳۰ عدد ماهی در اندازه بازاری (متوسط وزن ۵۰۰ گرم) در فصول مختلف (زمستان ۱۳۹۱، بهار و تابستان ۱۳۹۲) به‌صورت تصادفی از اعماق مختلف صید شدند. نمونه‌ها بلافاصله پس از صید با آب تمیز شسته، محتویات شکم تخلیه، دوباره شسته و به‌صورت منجمد (۲±۲۰- درجه سانتی‌گراد) تا انجام آزمایش‌ها نگه‌داری شدند. فیله ماهیان از تمام طبقات جنسی و فصلی چرخ شدند تا اثرات احتمالی این عوامل بر ترکیبات عناصر معدنی خنثی شود. رطوبت نمونه‌ها توسط آون (Binder، ساخت آلمان) در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد محاسبه شد (AOAC، ۱۹۹۹). سپس محتویات عناصر معدنی گوشت ماهی توسط روش Protasowicki (۱۹۸۵) و AOAC (۱۹۹۹) انجام شد. به این نحو که، مقدار ۰/۵ گرم از نمونه ماهی همگن شده (وزن خشک) با ۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک ٦۵ درصد و ۱ میلی‌لیتر پراکسید هیدروژن ۳۰ درصد مخلوط شد. محتویات توسط دستگاه ماکروویو (Milestone ETHOS1، ساخت ایتالیا) کاملاً هضم شدند. نمونه‌های هضم شده به بالن‌های ژوژه منتقل و توسط آب دیونیزه به دقت به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسیدند. سپس غلظت عناصر روی، منیزیم، آهن، کلسیم و مس توسط دستگاه جذب اتمی (Varian Spectra AA-200، ساخت استرالیا) و عناصر سدیم و پتاسیم توسط دستگاه شعله (Sherwood Flame Photometer 410، ساخت انگلیس) با توجه به منحنی‌های استاندارد تهیه شده برای هر عنصر اندازه‌گیری شد. برای مقایسه مناسب‌تر و آسان‌تر، نتایج بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم و قسمت در میلیون (ppm) بافت ماهیچه بدن (وزن خشک) بیان شدند.

شناسایی و محاسبه میزان سطوح اسیدهای آمینه از روش ارائه شده توسط Kaushik و همکاران (۱۹۹٤) انجام شد. به این نحو که ابتدا فیله چرخ شده و همگن شده ماهیان توسط دستگاه خشک‌کن انجمادی (Colora, Germany) خشک شده و مقدار ۱۰-۲۰ میلی‌گرم از نمونه خشک شده در ۲۰ میلی‌لیتر HCl ٦ نرمال همراه با ۰/۱ درصد بتا- مرکاپتواتانول در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲٤ ساعت هیدرولیز شدند. سپس اسید داخل لوله‌ها که زرد رنگ بود

Archive of SID
www.SID.ir

توسط دستگاه روتاری تحت شرایط خلاء از نمونه تبخیر و خارج شد. برای تعیین مشتقات اسیدهای آمینه ۲۰۰ میکرولیتر محلول فتال‌الدئید یا OPA (o-phthaldialdehyde) به ترکیبات اضافه شد و در نهایت ۲۰ میکرولیتر از محلول نهایی توسط سرنگ مخصوص به دستگاه کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا یا HPLC (YL9100, Young Lin Instrument Co. Ltd., Anyang, Korea) با سرعت جریان ۰/۲ میلی‌لیتر در دقیقه، طول موج ٤٤٠ نانومتر و دمای راکتور ۱۲۵ درجه سانتی‌گراد تزریق شد. دستگاه HPLC مجهز به ستون شیشه‌ای (قطر ٤/٦ میلی‌متر × ارتفاع ۲۵۰ میلی‌متر × قطر ذره ۵ میکرومتر) متعلق به شرکت GL.Science (Tokyo, Japan) بود. مقدار اسیدهای آمینه بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر فیله ماهی بیان شد.

تجزیه و تحلیل آماری: تمام آزمایش‌ها با ۳ تکرار انجام شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۵) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. میانگین، انحراف معیار و آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (α =۵ درصد) برای مقایسه تفاوت در میانگین محتویات عناصر معدنی انجام شد. برای تعیین معنی‌دار بودن یا نبودن اختلافات بین میانگین صفات از آزمون چنددامنه‌ای دانکن (Duncan's test) استفاده شد.

نتایج

میانگین غلظت برخی عناصر معدنی در عضله ماهی شوریده دهان سیاه در جدول ۱ نشان داده شده است. بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت از عناصر فراوان را به‌ترتیب پتاسیم (۱٦۸/٦۷±۰/۳۱٤ قسمت در میلیون) و کلسیم (۱۱/۸۲±۰/۰۲۸ قسمت در میلیون) به خود اختصاص دادند (P<۰/۰۵). بیش‌ترین غلظت از عناصر کمیاب را آهن به خود اختصاص داد (۱۹/۳۳±۰/۱۰٦ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک) (P<۰/۰۵). ترتیب غلظت محتویات عناصر معدنی در عناصر فراوان به‌صورت پتاسیم> سدیم> منیزیم> کلسیم و در عناصر کمیاب به‌صورت آهن> روی> مس> منگنز مشاهده شد.

جدول ۱- غلظت عناصر موجود در گوشت ماهی شوریده دهان سیاه.

عناصر معدنی	مقدار	
	mg/kg dry weight	ppm
	عناصر فراوان	
سدیم (Na)	۳۷۳۹/۵۲±۲۱/۱۷۱	۷٤/۷۹±۰/٤۲۳
پتاسیم (K)	۸٤۳۳/۳۳±۱۵/۷۱۳	۱٦۸/٦۷±۰/۳۱٤
کلسیم (Ca)	۵۹۱/۰۰±۱/٤۱٤	۱۱/۸۲±۰/۰۲۸
منیزیم (Mg)	۱۲۵۳/٦۰±۱/٦۹۷	۲۵/۰۷±۰/۰۳٤
	عناصر کمیاب	
روی (Zn)	۱۰/۰۳±۰/۲۰۲	۰/۲۰±۰/۰۰٤
منگنز (Mn)	۰/۵۸±۰/۰۳۵	۰/۰۱±۰/۰۰۱
آهن (Fe)	۱۹/۳۳±۰/۱۰٦	۰/۳۹±۰/۰۰۲
مس (Cu)	۰/٦۸±۰/۰۳۵	۰/۰۲±۰/۰۰۱

Archive of SID
www.SID.ir

تعداد ۱۵ اسید آمینه در فیله ماهی شوریده دهان سیاه شناسایی شد (جدول ۲). اسید آمینه گلوتامیک اسید بیش‌ترین میزان (۰/۲۶۹±۳/۷۳ گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر گوشت) را در بین سایر اسید آمینه به خود اختصاص داده است (P<۰/۰۵). در میان اسیدهای آمینه ضروری فراوان‌ترین آن‌ها آرژنین و والین بوده و در میان اسیدهای آمینه غیرضروری به‌ترتیب گلوتامیک اسید و آسپارتیک اسید بیش‌ترین میزان را داشتند. مجموع میزان اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری به‌ترتیب ۸/۹۶±۰/۲۳۰ و ۹/۷۱±۰/۲۱۸ گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر گوشت محاسبه شد.

جدول ۲- ترکیب اسیدهای آمینه گوشت ماهی شوریده دهان سیاه.

اسیدهای آمینه	مقدار (گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر)
آرژنین	۱/۲۳±۰/۰۶٤
هیستدین	۰/٤۸±۰/۰۰٦
ایزولوسین	۰/٦۹±۰/۰۰۲
لوسین	۱/۵۸±۰/۲۵۵
لیزین	۱/۸۷±۰/۰٤۲
متیونین	۰/۸۰±۰/۰۰۸
فنیل‌آلانین	۰/۵۹±۰/۰٦۲
ترئونین	۰/٤۷±۰/۰۵٦
والین	۱/۲٦±۰/۱۲۰
مجموع اسیدهای آمینه ضروری	۸/۹٦±۰/۲۳۰
پرولین	۰/۲۷±۰/۰۳۳
گلوتامیک اسید	۳/۷۳±۰/۲٦۹
آسپارتیک اسید	۲/۲۳±۰/۰۲۸
سرین	۰/۵۸±۰/۰۲۵
تیروزین	۰/۸٤±۰/۰۰۲
آلانین	۱/۲۱±۰/۱۱۵
گلیسین	۰/۸۵±۰/۰۳۷
مجموع اسیدهای آمینه غیرضروری	۹/۷۱±۰/۲۱۸
اسیدهای آمینه ضروری/ غیرضروری	۰/۹۲±۰/۰۳۰

بحث و نتیجه‌گیری

عناصر معدنی کمیاب در سطوح پایین برای برخی فعالیت‌های بیولوژیک بدن مفید بوده ولی وجود غلظت‌های بالا از آن‌ها سمی است (Pourahmad و O'Brien، ۲۰۰۰). ترتیب عناصر کمیاب براساس غلظت در این پژوهش به‌صورت Fe>Zn>Cu>Mn مشاهده شد که با نتایج به‌دست آمده از اردک‌ماهی (Rajkowska و Protasowicki، ۲۰۱۳)، سوف زرد (Gonza´lez و همکاران، ۲۰۰٦) و ماهی سرماری راه‌راه (*Channa striatus*) (Marimuthu و همکاران، ۲۰۱۲) مشابه است. همچنین در گزارش دیگری از Nurnadia و همکاران (۲۰۱۳) غلظت منگنز را در عضله ۲۰ گونه از ماهیان دریایی ناچیز بیان نمودند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. بهشتی و همکاران

Archive of SID
www.SID.ir

(۱۳۹۰) میزان غلظت آهن (۱۲/۰٦ ppm) و منگنز (۰/٦۲۳ ppm) را در بافت ماهیچه ماهی بیاح (*Liza abu*) نسبت به نتایج این تحقیق بیشتر گزارش کردند. همچنین غلظت این عناصر در مطالعه Javad (۲۰۰٤) نیز بیشتر از نتایج این پژوهش است. میزان منگنز به‌دست آمده از این پژوهش از مقدار گزارش شده آن توسط Burger و Gochfeld (۲۰۰۵) در فیله ماهیان روغن (۰/۲۹±۰/۰۷ ppm)، سرخو قرمز (۰/۱۵±۰/۰۱ ppm) و کفشک (۰/۲٦±۰/۰۳ ppm) بیش‌تر است. در مطالعه دیگری، میزان غلظت آهن (۰/۰۰٤٤±۰/۰۰٤ ppm) در بافت ماهیچه شبه‌شوریده دهان سفید (*Micropogonias furnieri*) (Babalola و همکاران، ۲۰۱۱) به‌طور محسوسی کم‌تر از نتایج این پژوهش مشاهده شد. در حالی‌که میزان آهن (٤/٦۵±۲/۰۷ ppm) و منگنز (۰/۱٦±۰/۰۱ ppm) فیله ماهی سوف زرد (Gonza´lez و همکاران، ۲۰۰٦) به مراتب بیش‌تر از ماهی شوریده دهان سیاه به‌دست آمده است. شورای تحقیقات ملی کانادا، سطح مصرف مواد غذایی روزانه سالم و کافی برای منگنز را برای کودکان زیر ۱ سال محدوده ۱-۰/۳ میلی‌گرم در روز، برای کودکان تا ۱۰ سال ۲-۱ میلی‌گرم در روز و برای کودکان ۱۰ سال و بالاتر ۵-۲ میلی‌گرم در روز توصیه کرده است (Institute of Medicine، ۲۰۰۳). در این ارتباط، میزان غلظت منگنز در این پژوهش ۰/۵۸±۰/۰۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک، معادل ۰/۱٦±۰/۰۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر محاسبه شد که کم‌تر از میزان توصیه شده مصرف روزانه آن در مواد غذایی توسط شورای تحقیقات ملی کانادا است.

عناصر روی و مس جزء مواد مغذی ضروری تلقی شده و کمبود آن‌ها می‌تواند منجر به اختلالات سلامتی شدید شده و همچنین به‌عنوان آنتی‌اکسیدان‌های قوی در سیستم سلولی نیز شناخته می‌شوند (Sfart و همکاران، ۲۰۰۹). در این مطالعه مشخص شد که غلظت این عناصر در ماهی شوریده دهان سیاه از ماهی سوف زرد (Gonza´lez و همکاران، ۲۰۰٦) و اردک‌ماهی (Rajkowska و Protasowicki، ۲۰۱۳) بیش‌تر ولی از برخی گونه‌ها مانند فانوس ماهی *Benthosema pterotum* (Chai و همکاران، ۲۰۱۲) کم‌تر است. در بررسی دورقی و همکاران (۱۳۸۸)، میزان غلظت مس (۸/۱۹-٦/۹۳ میکروگرم در گرم) در فصول مختلف در گوشت فیله ماهی شبه‌شوریده *Johnius belangerii* بیش‌تر از این پژوهش مشاهده شد. غلظت عناصر مس و روی و در بافت‌های ماهیچه، آبشش و کبد ماهی بیاح (بهشتی و همکاران، ۱۳۹۰) از نتایج این پژوهش بیش‌تر گزارش شده است. روی از عناصر ضروری در رژیم غذایی بوده اما غلظت بیش از حد آن برای سلامت انسان مضر است (Agency for Toxic Substances and Disease Registry، ۲۰۰٤). با توجه به نتایج، غلظت مس، منگنز، روی در بافت ماهیچه پایین‌تر از حد مجاز تعیین شده توسط FAO/WHO (۱۹۸٤) (به‌ترتیب حداکثر میزان مجاز برابر ۱۰، ۵/٤ و ۱۵۰ قسمت در میلیون) می‌باشد.

سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم جزء عناصر معدنی بسیار مهم هستند و به‌صورت نمک‌های نامحلول در سارکوپلاسم سلول‌های عضلانی، مایع درون سلولی، خون و پلاسما یافت می‌شوند و در فرآیندهای فیزیولوژیکی (شامل شرکت در ساختار ترکیبات آلی بدن) نقش مهمی ایفا می‌کنند (Oilvereau و همکاران، ۱۹۸۱). غلظت عناصر سدیم و پتاسیم در فیله ماهی شوریده معمولی و شبه شوریده *Johnius belangerii* به‌ترتیب ۲۵۰±۰/۵ و ۳۰۰±۰/۳ قسمت در میلیون گزارش شد (Azmat و همکاران، ۲۰۰٦) که بیش‌تر از نتایج این پژوهش است. در مطالعه Gonza´lez و همکاران (۲۰۰٦) میزان سدیم (۰/۵۰±۰/۰۳ میلی‌گرم

Archive of SID

www.SID.ir

در گرم در وزن خشک) و پتاسیم (۲/۶۳±۰/۰۶ میلی‌گرم در گرم در وزن خشک) در ماهی سوف زرد نسبت به نتایج این پژوهش کم‌تر گزارش شدند. همچنین غلظت‌های کم‌تری از عناصر سدیم و پتاسیم نسبت به نتایج این پژوهش در ماهی سرماری راه‌راه (*Channa striatus*) گزارش شده است (Marimuthu و همکاران، ۲۰۱۲). محتوای منیزیم در این پژوهش به‌طور مشخصی از ماهی سرماری راه‌راه (۲۱۵±۲۰/۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در وزن خشک) (Marimuthu و همکاران، ۲۰۱۲) و گربه‌ماهی آفریقایی (۲۶۵-۱۸٤ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک) (Ersoy و Ozeren، ۲۰۰۹) بیش‌تر مشاهده شد. در مطالعه دیگری، Hossain و همکاران (۱۹۹۹) میزان منیزیم در ماهیچه ماهی شوریده *Nibea japonica* را ٤ ppm ثبت نموده که از غلظت منیزیم به‌دست آمده در این پژوهش کم‌تر است. میزان غلظت کلسیم در ماهی شوریده دهان سیاه از فیله ماهی سرماری راه‌راه (۲۹۰±۲۵/۳۷ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک) (Marimuthu و همکاران، ۲۰۱۲)، فیله ماهی شبه‌شوریده دهان سفید (۰/۵۸ ppm) (Babalola و همکاران، ۲۰۱۱) و فیله ماهی سوف زرد (۰/۱٦ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک) (Gonza´lez و همکاران، ۲۰۰٦) بیش‌تر بوده؛ در حالی‌که مقدار آن از شبه‌شوریده *Johnius belangerii* (۱۷۰±۰/۵ ppm) (Azmat و همکاران، ۲۰۰٦) کم‌تر است. در این پژوهش، در میان عناصر فراوان، بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت به‌ترتیب مربوط به عناصر پتاسیم و کلسیم بود که مشابه نتایج Babalola و همکاران (۲۰۱۱)، Marimuthu و همکاران (۲۰۱۲) و Ersoy و Ozeren (۲۰۰۹) می‌باشد.

اسیدهای آمینه به‌عنوان اجزای مهم در مواد پروتئینی، نقش کلیدی در بسیاری از فرآیندهای بیولوژیک انسان ایفا کرده به‌طوری‌که کمبود اسیدهای آمینه ضروری (بدن انسان قادر به ساخت آن‌ها نیست) در رژیم غذایی انسان سبب بروز بسیاری از بیماری‌ها می‌گردد. به‌عنوان مثال؛ گلیسین، یک جزء عمده از کلاژن پوست انسان بوده که همراه با سایر اسیدهای آمینه (به‌عنوان مثال؛ آلانین، پرولین، آرژنین، سرین، ایزولوسین، و فنیل‌آلانین) پلی‌پپتیدهایی را تشکیل می‌دهند که منجر به رشد دوباره و ترمیم بافت پوست می‌گردد (Witte و همکاران، ۲۰۰۲). گلوتامیک اسید برای تکثیر سلولی بدن (Zhao و همکاران، ۲۰۱۰) و همچنین در بیماری‌های وخیم، گلوتامین عضله به‌عنوان یک حامل مهم نیتروژنی در سیستم ایمنی بدن نقش ایفا می‌نماید. در این مطالعه، گلوتامیک اسید بالاترین میزان را در بین سایر اسیدهای آمینه به خود اختصاص داد (جدول ۲). نتایج مشابه‌ای در خصوص غالب بودن میزان این اسید آمینه در ۵ گونه از ماهیان سیچلاید (Elagba و همکاران، ۲۰۱۰)، دو گونه از تن ماهیان (Peng و همکاران، ۲۰۱۳)، ماهی حلوا (Zhao و همکاران، ۲۰۱۰)، ماهی شوریده اقیانوس اطلس (Rasekh و همکاران، ۱۹۸۰) و گربه‌ماهی کانالی (Wilson و Cowey، ۱۹۸۵) گزارش شده است.

در صورتی‌که در رژیم غذایی انسان نسبت اسیدهای آمینه ضروری به غیرضروری تقریباً برابر و یا بالاتر باشد، حداکثر رشد رخ می‌دهد. در این مطالعه، مقدار این نسبت به‌طور مشخص در فیل‌ماهی (۰/۷۸)، ماهی سیم (۰/۷۷)، ماهی کفال خاکستری (۰/۷۱)، ساردین (۰/٦۹) و کفشک اقیانوس آرام (۰/۷۷) (Kenari و همکاران، ۲۰۰۹؛ Iwasaki و Harada، ۱۹۸۵) بیش‌تر بود. در حالی‌که از قزل‌آلا رنگین‌کمان پرورشی (۱/۰۹)، ماهی سفید (۱/۱۹) و ماهی کپور نقره پرورشی (۱/۰۳) اندکی کم‌تر و تقریباً مشابه شوریده اقیانوس اطلس (۰/۹٤) (Rasekh و همکاران، ۱۹۸۰) بود. اگرچه محتویات اسیدهای آمینه ماهیان بسته به فصل، رژیم غذایی، مکان، گونه و نژاد قابل تغییر است (Wesselinova، ۲۰۰۰).

Archive of SID

www.SID.ir

در این پژوهش مشخص شد که غلظت تمام عناصر معدنی در فیله ماهی شوریده دهان سیاه کم‌تر از استانداردهای جهانی است (WHO، ۱۹۹۵؛ FAO/WHO، ۱۹۸٤). همچنین، داده‌های به‌دست آمده از غلظت فلزات سنگین شامل منگنز، مس و روی در این مطالعه نشان می‌دهد که غلظت این عناصر در محدوده استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (به‌ترتیب حداکثر میزان مجاز ۱/٤، ۲۰ و ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) است (US EPA، ۱۹۸۳). بنابراین با توجه به پایین بودن غلظت فلزات سنگین در ماهی شوریده دهان سیاه نسبت به سایر ماهیان دریایی، این منبع غذایی را از نظر سلامت غذایی ارتقاء داده که می‌تواند بازتاب تغذیه و محیط زیست مناسب پیرامون خود نیز باشد. اگرچه موضوع فلزات سنگین محیط زیست (لایه‌های مزوپلاژیک تا اعماق دریای عمان) و رژیم غذایی این ماهی نیازمند مطالعات بعدی است. همچنین نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که این گونه ماهی از نظر سطوح اسیدهای آمینه به‌خصوص اسیدهای آمینه ضروری نسبت به استانداردهای جهانی از وضعیت مطلوبی برای مصرف انسانی برخوردار است. به‌طوری‌که مقدار اسیدهای آمینه ضروری از مقدار استاندارد (۳۲ گرم در ۱۰۰ گرم پروتئین) گزارش شده توسط FAO/WHO (۱۹۹۱) برای مصرف انسانی بیشتر مشاهده شد.

سپاسگزاری

نویسندگان به این وسیله از همکاری‌های آقایان مهندس زجاجی، مهندس فتحعلیان و مهندس عصاره کارشناسان پژوهشی مجتمع آزمایشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران سپاسگزاری می‌نمایند.

منابع

۱- بهشتی، م.، عسکری‌ساری، ا.، و ولایت‌زاده، م.، ۱۳۹۰. مقایسه غلظت فلسات سنگین (Mn، Zn، Fe و Cu) در اندام‌های مختلف ماهی بیاح (*Liza abu*) در رودخانه کرخه استان خوزستان. مجله شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، سال ۵، شماره ۳، صفحات ۱۰۸-۹۹.

۲- دورقی، ع.، کوچنین، پ.، نیک‌پور، ی.، یاوری، و.، ذوالقرنین، ح.، صفاهیه، ع.، و سالارعلی‌آبادی، م.ع.، ۱۳۸۸. تجمع کادمیوم، مس و آهن در بافت‌های ماهی شبه‌شوریده *Johnius belangerii* در سواحل شمالی خلیج‌فارس (بندر دیلم). مجله شیلات ایران، سال ۳، شماره، صفحات ۹-۳.

۳- سالنامه آماری سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۲-۱۳۸۲. سازمان شیلات ایران، شورای برنامه‌ریزی و بودجه سازمان شیلات ایران، تهران، ایران.

٤- قمی، م.، جدیددخانی، د.، و حسن‌دوست، م.، ۱۳۹۰. مقایسه سطوح اسید چرب و اسید آمینه و ترکیب شیمیایی لاشه در ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii*). مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزاد شهر، سال ۵، شماره ٤، صفحات ۱٦-۱.

۵- ولی‌نسب، ت.، ۱۳۹۰. تعیین میزان توده زنده کفزیان خلیج‌فارس و دریای عمان. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، سازمان شیلات ایران. ۳٤۳ صفحه.

6.Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2004. Agency for toxic substances and disease registry, Division of Toxicology, Clifton Road, NE, Atlanta, GA, available at: http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/.

7.Aleshko, O.I., Makhova, N.N., Sheviajkova, L.L., and Shurikhin, I.M., 1986. Biological variability and accuracy in determining macro and microelements in fish. Vopr. Pitan. 6, 64-68.

Archive of SID
www.SID.ir

8.AOAC, 1999. Official methods of analysis of AOAC international (16th Ed.). Washington, D.C: AOAC, USA.
9.Azmat, R., Rizvi, S.S., Talat, R., and Uddin, F., 2006. Macronutrients found in some edible herbivorous and carnivorous fishes of Arabian Sea. J. Biol. Sci. 6 (2), 301-304.
10.Babalola, A., Adeyemi, R.S., Olusola, A.O., Salaudeen, M.M., Olajuyigbe, O.O., and Akande, G.R., 2011. Proximate and mineral composition in the flesh of five commercial fish species in Nigeria. Int. J. Food Safe. 13, 208-213.
11.Burger, J., and Gochfeld, M., 2005. Heavy metals in commercial fish in New Jersey. J. Environ. Res. 99 (3), 403-412.
12.Chai, H.J., Y.L., Chan, T.L., Li, Y.C., Chen, C.H., Wu, C.Y., and Wu, C.J., 2012. Composition characterization of Myctophids (*Benthosema pterotum*) Antioxidation and safety evaluations for Myctophids protein hydrolysates. Food Res. Int. 46 (1), 118-126.
13.Cid, B.P., Boia, C., Pombo, L., and Rebelo, E., 2001. Determination of trace metals in fish species of the Ria de Aveiro (Portugal) by electro thermal atomic absorption spectrometry. Food Chem. 75, 93-100.
14.Demirak, A., Yilmaz, F., Tuna, A.L., and Ozdemir, N., 2006. Heavy metals in water, sediment and tissue of *Leuciscus cephalus* from a stream in southwestern Turkey. Chemosphere. 63, 1451-1458.
15.Druzhinin, A.D., 1971. Distribution of Lutjanidae and Sciaenidae (Pisces) of the Indian Ocean. Indian J. Fish. 18 (2), 52-66.
16.Elagba, M.H.A., Al-Maqbaly, R., and Mansour, H.M., 2010. Proximate composition, amino acid and mineral contents of five commercial Nile fishes in Sudan. Afr. J. Food Sci. 4 (10), 650-654.
17.Ersoy, B., and Ozeren, A., 2009. The effect of cooking methods on mineral and vitamin contents of African catfish. Food Chem. 115, 419-422.
18.FAO/WHO, 1984. List of maximum levels recommended for contaminants by the Joint FAO/ WHO Codex Alimentarius Commission. Second Series. CAC/FAL, Rome. 3, 1-8.
19.FAO/WHO, 1991. Protein quality evaluation. Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation. FAO Food and Nutrition Paper 51, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 66p.
20.Gonza´lez, S., Flick, G.J., O'Keefe, S.F., Duncan, S.E., Mc Lean, E., and Craig, S.R., 2006. Composition of farmed and wild yellow perch (*Perca flavescens*). J. Food Com. Anal. 19, 720-726.
21.Hadson, P.V., 1988. The effect of metabolism on uptake, disposition and toxicity in fish. Aquatic Toxicology, 11 (1-2), 3-18.
22.Hossain, M., and Furuichi, M., 1999. Dietary calcium requirement of giant Croaker *Nibea japonica*. J. Fac. Agr. Kyushu Univ. 44 (12), 99-104.
23.Institute of Medicine, 2003. Dietary Reference Intakes: Applications in dietary planning. subcommittee on interpretation and uses of dietary reference intakes and the standing committee on the scientific evaluation of dietary reference intakes. Institute of Medicine of the National Academies, The National Academies Press, Washington, DC, 248p.
24.Iwasaki, M., and Harada, R., 1985. Proximate and amino acid composition of the roe and muscle of selected marine species. J. Food Sci. 50, 1585-1587.
25.Jaffar, M., and Ashraf, M., 1988. Contents of selected macronutrients in various marine fishes from the Arabian Sea. Pak. J. Sci. Ind. Res. 31, 23-25.
26.Javad, M., 2004. Comparison of selected heavy metals toxicity in the planktonic biota of the river Ravi. Ind. J. Biol. Sci. 1, 59-62.
27.Jordan, D.S., and Thompson, W.F., 1911. A Review of the Sciaenoid Fishes of Japan. Proc. U.S. Nat. Mus. 39, 241-261.
28.Kaushik, S.J., Brèque J., and Blanc, D., 1994. Apparent amino acid availability and plasma free amino acid levels in Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*). Comp. Biochem. Physiol. 10 (7), 433-138.
29.Kenari, A.A., Regenstein, J.M., Hosseini, S.V., Rezaei, M., Tahergorabi, R., Nazari, R.M., Mogaddasi, M., and Kaboli, S.A., 2009. Amino acid and fatty acid composition of cultured beluga (*Huso huso*) of different ages. J. Aqua. Food Prod. Technol. 18 (3), 245-265.

Archive of SID
www.SID.ir

30.Kim, J.D., and Lall, S.P. 2000. Amino acid composition of whole body tissue of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*), yellowtail flounder (*Pleuronectes ferruginea*) and Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). J. Aquacul. 187, 367-373.
31.Marimuthu, K., Thilaga, M., Kathiresan, S., Xavier, R., and Mas, R.H.M.H., 2012. Effect of different cooking methods on proximate and mineral composition of striped snakehead fish (*Channa striatus*, Bloch). J. Food Sci. Technol. 49 (3), 373-377.
32.Mills, C.F., 1980. The mineral nutrition of livestock. Common Wealth Agricultural Bureaux, 9p.
33.Nurnadia, A.A., Azrina, A., Amin, I., Mohd-Yunus, A.S., and Mohd, H., 2013. Mineral contents of selected marine fish and shellfish from the west coast of Peninsular Malaysia. Int. food Res. 20 (1), 431-437.
34.Oilvereau, M.J., Oilverwau, M.C., and Aimar, C., 1981. Specific effect of calcium ions on the calcium sensitive cells of the pars intermedia in the goldfish. Cell Tissue Res. 214, 23-31.
35.Peng, S., Chen, C., Shi, Z., and Wang, L., 2013. Amino acid and fatty acid composition of the muscle tissue of Yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and Bigeye tuna (*Thunnus obesus*). J. Food Nutr. Res. 4, 42-45.
36.Pourahmad, J., and O'Brien, P.J., 2000. A comparison of hepatocyte cytotoxic mechanism for Cu^{2+} and Cd^{2+}. Toxicology, 143 (3), 263-273.
37.Protasowicki, M., 1985. Comparison of techniques of fish sample preparation for heavy metals analysis by flam. AAS. Proceedings 24th CSI. pp. 548-549.
38.Rajkowska, M., and Protasowicki, M., 2013. Distribution of metals (Fe, Mn, Zn, Cu) in fish tissues in two lakes of different trophy in Northwestern Poland. Environ. Monit. Assess. 185, 3493-3502.
39.Rasekh, J.G., Waters, M.E., and Sidwell, V.D., 1980. The effect of washing on the quality characteristics of minced fresh croaker, *Micropogon undulatus*, held in frozen storage. Mar. Fisher. Rev. 4 (11), 26-30.
40.Sfar, S., Jawed, A., Braham, H., Amor, S., Laporte, F., and Kerkeni, A., 2009. Zinc, copper and antioxidant enzyme activities in healthy elderly Tunisian subjects. J. Exp. Gerontol. 44, 812-817.
41.Shaji, S.A., and Hindumathy, C.K., 2013. Chemical composition and amino acid profile of *Sardinella longiceps* collected from Western coastal areas of Kerala, India. J. Biol. Earth. Sci. 3 (1), 29-34.
42.Shul'man, G.E., 1974. Life cycle of fish: Physiology and Biochemistry, Halsted Press a division of John Wiley and Son Inc. N.Y. (1st Ed.). pp. 101-104.
43.Surec, B., 2003. Accumulation of heavy metals by intestinal helminth in fish: an overview and perspective. Parasit. 126, 53-60.
44.Talat, R., Azmat, R., and Akhter, Y., 2005. Nutritive evaluation of edible trash fish analysis of mineral composition of trash fish and their utilization. Int. J. Zoo. Res. 1, 66-69.
45.US EPA (United States Environmental Protection Agency), 1983. Methods for chemical analysis of water and waste. EPA Report 600/4-79-020, Office of water, Cincinnati, OH.
46.Usydus, Z., Szlinder-Richert, J., and Adamczyk, M., 2009. Protein quality and amino acid profiles of fish products available in Poland. Food Chem. 112, 139-145.
47.Wesselinova, D., 2000. Amino acid composition of fish meat after different frozen storage periods. J. Aqua. Food Prod. Technol. 9, 41-48.
48.WHO (World Health Organization), 1995. Health risks from marine pollution in the Mediterranean. Part 1 Implications for Policy Makers, 255p.
49.Wilson, R.P., and Cowey, C.B., 1985. Amino acid composition of whole body tissue of rainbow trout and Atlantic salmon. Aquacul. 48, 373-376.
50.Witte, M.B., Thornton, F.J., Tantry, U., and Barbul, A., 2002. L-Arginine supplementation enhances diabetic wound healing: involvement of the nitric oxide synthase and arginase pathways. J. Metab. 51 (10), 1269-1273.
51.Yilmaz, F., Ozdemir N., and Tuna, A.L., 2007. Heavy metal levels in two fish species *Leuciscus cephalus* and *Lepomis gibbosus*. Food Chem. 100, 830-835.
52.Zhao, F., Zhuang, P., Song, C., Shi, Z.H., and Zhang, L.Z., 2010. Amino acid and fatty acid compositions and nutritional quality of muscle in the pomfret, *Pampus punctatissimus*. Food Chem. 118 (2), 224-227.

Archive of SID
www.SID.ir