

مقایسه میزان سلیوم و ارزیابی خطر (HQ) تغذیه از عضله هشت گونه از ماهیان دریایی صیدشده از بنادر صیادی استان خوزستان

چکیده

سلیوم از جمله عناصر کمیاب مورد نیاز بدن است که نقش آن در عملکردهای متفاوت بدن از جمله فعالیت‌های آنزیمی، هورمونی و عضلانی به اثبات رسیده است. از طرفی ورود بیش از حد این عنصر به بدن مانند سایر عناصر سنگین مشکلات متعددی به وجود می‌آورد. امروزه بررسی میزان ورودی عناصر به بدن صرف نظر از اینکه منشأ عنصر و مواردی مانند محل صید ماهی یا سن ماهی چه بوده است مورد توجه قرار گرفته که تحت عنوان ارزیابی خطر ورود عناصر مورد بررسی قرار می‌گیرد. این تحقیق در سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸ به منظور بررسی غلظت سلیوم و ارزیابی خطر (HQ) تغذیه از عضله هشت گونه از ماهیان دریایی در استان خوزستان شامل ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coioides*)، ماهی شانک زرد باله (*Acanthopagrus latus*)، ماهی زمین کن دم نواری (*Platycephalus indicus*)، ماهی کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*)، ماهی حلوا سفید (*Pampus argenteus*)، ماهی صبور (*Tenualosa ilisha*)، ماهی بیا (*Liza macrolepis*) و ماهی مید (*Liza klunzingeri*) انجام شد. ۱۵ عدد ماهی از هر گونه از صیدگاه‌های مختلف در استان خوزستان تهیه شده و پس از بیومتری بافت عضله، میزان آرسنیک به روش جذب اتمی اندازه‌گیری شد. بالاترین غلظت سلیوم در عضله ماهی زمین کن و به میزان 0.11 ± 0.85 میلی‌گرم بر کیلوگرم و ارزیابی خطر $1/4$ اندازه‌گیری شد ($P < 0.05$). کمترین غلظت عنصر سلیوم و شاخص خطر در عضله ماهی حلوا سفید و به میزان 0.03 ± 0.15 میلی‌گرم بر کیلوگرم و 0.5 اندازه‌گیری شد ($P > 0.05$). غلظت سلیوم تحت تأثیر وزن اختلاف معنی‌داری در گونه‌های مختلف ایجاد نکرد ($P < 0.05$). شاخص خطر (HQ) در گونه‌های مورد تحقیق به جزء هامور، صبور و زمین کن کمتر از یک بود ($P > 0.05$). در مقایسه غلظت عناصر سلیوم با استانداردهای جهانی میزان این عناصر از استانداردهای FDA، WHO، UK (MAFF)، NHMRC پایین‌تر بود. با توجه به غلظت سلیوم و میزان شاخص خطر (HQ) تغذیه از ماهیان مورد تحقیق از نظر غلظت سلیوم هیچ خطری برای سلامت انسان ندارند (WHO حداکثر مجاز را ۳۵۰ میکروگرم در روز برای یک فرد بالغ در نظر گرفته است).

واژگان کلیدی: سلیوم، ارزیابی خطر، ماهیان دریایی، خوزستان.

مقدمه

فلزات سنگین عناصری هستند که به‌طور طبیعی به میزان بسیار کم در اکوسیستم‌های زنده یافت می‌شوند. این عناصر جزو آلاینده‌های بسیار پایدار هستند و معمولاً تجزیه آن‌ها مدت زیادی به طول می‌انجامد (Forstner and Prosi, 1978; Milher; Dökmeci *et al.*, 2019). عناصر کمیاب در مقایسه با مواد معدنی اصلی به میزان کمتری مورد نیاز بدن هستند و از طریق مصرف غذاهای مختلف جذب بدن می‌شوند. فعالیت متابولیک بدن انسان بستگی به وجود عناصر کمیاب دارد. درواقع این عناصر باعث فعالیت آنزیم‌ها می‌شوند. اگر مواد معدنی کمیاب به میزان کافی در دسترس نباشند، باعث عدم تشکیل آنزیم‌ها و در نتیجه عدم ایجاد واکنش‌های شیمیایی خواهند شد. سلیوم فواید

سیده زهرا معصومی زاده^{۱*}

ابوالفضل عسکری ساری^۲

۱ و ۲. گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

*مسئول مکاتبات:

zmasoomi@yahoo.com

کد مقاله: ۱۴۰۰۱۰۸۸۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۱۵

این مقاله پژوهشی و برگرفته از طرح

پژوهشی است.

بسیاری برای بدن می‌باشد. یک ماده معدنی مؤثر در متابولیسم چربی‌ها بوده و سبب بهبود سیستم ایمنی می‌شود. از طرفی با داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی مانع آسیب دیدن سلول‌ها توسط رادیکال‌های آزاد می‌شود (Diets et al., 2003). مطالعات نشان داده کمبود سلیوم در جیره غذایی میزان سرطان، بیماری‌های قلبی عروقی، بیماری‌های عفونی، مشکلات سیستم ایمنی و التهابی را افزایش می‌دهد (Netteleton, 1987). دو سیستم آنتی‌اکسیدانی در بدن وجود دارد، سیستم آنتی‌اکسیدانی پیشگیری‌کننده که شامل پروتئین‌هایی مثل آلبومین، سرولولوپلاسمین و ... است که متصل به فلزات هستند و از تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) جلوگیری می‌کند و به‌این‌ترتیب از شروع واکنش زنجیره‌ای ممانعت می‌شود. درحالی‌که سیستم آنتی‌اکسیدانی جاروب‌کننده مثل ویتامین E و ویتامین C و آنزیم گلوکاتایون پر اکسیداز، ROS به وجود آمده را حذف می‌کند تا از پر اکسیداسیون لیپیدهای غشای پلاسمی ممانعت کند (Agarwal et al., 2005). ازجمله آنتی‌اکسیدان‌ها سلیوم است که به مقدار زیادی در فرآورده‌های دریایی، جگر و غلات یافت می‌شود (Schwartz, 1976). این عنصر برای سیستم آنتی‌اکسیدانی داخل سلولی به‌عنوان کو فاکتور آنزیم گلوکاتایون پر اکسیداز است به‌طوری‌که آنزیم گلوکاتایون پر اکسیداز اثرات ویتامین E را تکمیل می‌کند (Burk et al., 2003). تحقیقات در سه دهه اخیر نشان داده‌اند که سلیوم در مقابل آسیب سلولی ناشی از رادیکال‌های آزاد محافظت ایجاد می‌کند. مکانیزم‌های اصلی مطرح‌شده برای این موضوع بر عملکرد آنزیم‌ها و سایر پروتئین‌های وابسته به سلیوم تأکید دارند (Schweizer; Chen and Berry, 2003). et al., 2004). پس از سال ۱۹۷۳ که Rotuck و همکارانش نقش سلیوم در یک آنزیم سم زاد یعنی گلوکاتایون پر اکسیداز را نشان دادند این سم خطرناک یک نقش مثبت بیولوژیک در ابعاد مختلف زیست‌شناختی انسان پیدا کرد (Rayman, 2000; Rotuck et al., 1973). گلوکاتایون فراوان‌ترین دفاع غیر آنزیمی داخل سلولی را در مقابل مواد اکسیدان در موجودات زنده و خصوصاً در بافت مغزی به عهده دارد (Liang and Patel, 2006) و گلوکاتایون پر اکسیداز یکی از مهم‌ترین آنزیم‌ها در مسیر متابولیسم گلوکاتایون است. نیاز غذایی افراد بشر به سلیوم در حدود ۰/۱ تا ۰/۲ قسمت در میلیون می‌باشد (۱۷). غذاهایی که از نظر پروتئین غنی می‌باشند مانند گوشت، غذاهای دریایی، از نظر سلیوم نیز غنی می‌باشند. غلات ممکن است حاوی مقادیر قابل‌ملاحظه‌ای سلیوم باشند ولی منابع قابل‌اعتمادی نیستند؛ زیرا محتوی سلیوم آن‌ها بستگی به مقدار سلیوم خاکی دارد که در آن کشت داده‌اند (Morris et al., 1970). میزان سلیوم در افرادی که در رژیم غذایی خود مقدار کافی از این ماده را دریافت نمی‌کنند، مانند گیاهخواران، افراد مسن و خانم‌های باردار و شیرده و افرادی که در مناطق با خاک فقیر از سلیوم زندگی می‌کنند کاهش می‌یابد. همچنین استعمال دخانیات مانند سیگار، نوشیدن الکل و ابتلا به بیماری‌های مزمن سبب کاهش سلیوم در بدن می‌شوند، کمبود سلیوم در بدن با علائمی چون ضعف یا درد عضلانی، اختلال در عملکرد عصبی، سفید شدن بستر ناخن و از دست رفتن رنگ‌دانه‌های مو مشخص می‌شود. مطالعات نشان می‌دهد کمبود سلیوم در جیره غذایی میزان سرطان، بیماری‌های قلب عروقی، بیماری‌های عفونی، مشکلات سیستم ایمنی و التهابی را افزایش می‌دهد (Netteleton, 1987).

ماهی از مهم‌ترین منابع تأمین پروتئین برای انسان است. آلودگی آب به فلزات سنگین حیات آبریان را به مخاطره می‌اندازد چگونگی تأثیر فلزات سنگین بر آبریان متفاوت می‌باشد و مطالعاتی که روی اندام‌های مختلف آن‌ها انجام‌گرفته نشان داده است که مقدار تجمع و چگونگی فلزات در اندام‌های مختلف آبریان متفاوت می‌باشد (Forstner and Prosi, 1978). عموماً مطالعه بر روی فلزات سنگین از دو جنبه دارای اهمیت است اول از نقطه‌نظر سلامتی و بهداشت و تعیین محدوده مجاز غلظتی این عناصر برای انسان است و دیگر از نقطه‌نظر محیط‌زیست آبی و زوال آبریان در نتیجه افزایش این عناصر در اکوسیستم می‌باشد (صادقی راد، ۱۳۷۳). سازمان بهداشت جهانی میزان مجاز روزانه جذب سلیوم را ۱ تا ۲ میکروگرم پیشنهاد نموده است (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). اگرچه غذا یکی از روش‌های بسیار مهم در جذب آلودگی در انسان می‌باشد. ولی در اغلب کشورهای جهان تفاوت‌هایی در تعیین میزان استاندارد آلاینده‌ها در مواد غذایی وجود دارد که معمولاً ناشی از عادات غذایی و همچنین ویژگی‌های خاص مرتبط با اقلیم، صنعت و کشاورزی است. در رابطه با فرآورده‌های دریایی و آبریان این تفاوت چشمگیرتر است زیرا مصرف ماهی در مناطق مختلف بسیار متفاوت است بنابراین معیار استاندارد با توجه به پارامترهایی نظیر مصرف سرانه، سمیت مواد، ویژگی‌های مصرف‌کنندگان (زن، مرد، کودک)

و پتانسیل جذب باید تعیین گردد (FAO, 2009). فاکتورهای مختلفی در ارتباط با حد مجاز فلزات سنگین و مصرف انسانی آن موردتوجه می‌باشد. به‌طور مثال سازمان بهداشت جهانی غلظت فلزات سنگین در بافت عضله را به‌عنوان مبنا قرار می‌دهد و سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد و آژانس محیط‌زیست آمریکا میزان عناصر سنگین در ماده مورد مصرف انسان را موردتوجه قرار می‌دهد. درنهایت با توجه به سرانه متفاوت در کشورهای مختلف و حتی در مناطق مختلف یک کشور، ارزیابی خطر که در حقیقت سمی یا غیر سمی بودن یک عنصر با توجه به سرانه مصرف از آن ماهی و وزن میانگین انسانی می‌باشد، به‌عنوان شاخص معتبر موردتوجه قرار گرفته است (Andreji *et al.*, 2006). شاخص خطر یک آلاینده عبارت است از نسبت دوز جذب روزانه آلاینده به دوز مرجع آن می‌باشد که اگر از ۱ کم‌تر باشد، نشان‌دهنده آن است که، مصرف ماهی اثر مضر بر سلامتی ندارد. از آنجایی که بافت عضله ماهی بیشترین قسمتی است که توسط انسان به‌عنوان غذا مصرف می‌شود، بنابراین برای ارزیابی و مشخص کردن غلظت‌های آلوده‌کننده از همین بافت استفاده می‌شود (De Rosemond *et al.*, 2005).

از آنجایی که آلودگی محیط‌زیست ناشی از فلزات سنگین در اثر توسعه شهرنشینی و صنایع و راه‌یابی آن‌ها به محیط به‌طور فزاینده‌ای در حال رشد است (Kot, 2020)، هم‌اکنون پیدایش مسمومیت‌های شدید در جوامع انسانی مصرف‌کننده آبزیان و محصولات کشاورزی، به‌صورت یکی از مباحث مهم دنیا درآمده است و استان خوزستان دارای صنایع بسیاری می‌باشد که آلاینده‌های زیادی از این طریق به منابع آبی این استان وارد می‌شود از جمله صناعی که ورود سلیوم به محیط‌زیست را به همراه دارد صنایع لاستیک‌سازی، رنگ‌سازی و پساب صنایع کشاورزی و ... می‌باشد. هدف از مطالعه حاضر، بررسی میزان سلیوم و ارزیابی خطر در بافت خوراکی در هشت گونه تجاری آبزی دریایی استان خوزستان شامل هامور معمولی، شانک زرد باله، زمین کن دم نواری، ماهی زمین کن دم نواری، کفشک زبان گاوی، ماهی حلوا سفید، ماهی صبور و ماهی بیا و همچنین مقایسه آن با استانداردهای بین‌المللی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های ماهی هامور معمولی، شانک زرد باله، زمین کن دم نواری، کفشک زبان گاوی، صبور، مید، بیا، حلوا سفید از صیدگاه‌های مختلف استان خوزستان و به‌صورت تصادفی بدون در نظر گرفتن وزن و جنسیت از مهرماه ۱۳۹۸ تا تیرماه ۱۳۹۹ تهیه شدند. از هرگونه ماهی ۱۵ عدد نمونه‌برداری انجام شد. پس از نمونه‌برداری، ماهیان در جعبه‌های یونولیت یخ پوشی شده به آزمایشگاه جهت عملیات آزمایشگاهی و آنالیز ارسنیک انتقال یافتند.



شکل ۱: بنادر محل تهیه نمونه‌های ماهیان دریایی در آب‌های خوزستان (۱۳۹۸-۱۳۹۹).

ابتدا زیست‌سنجی ماهیان شامل طول کل، طول استاندارد و وزن انجام و ثبت گردید. توزین نمونه‌ها به وسیله ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم و خصوصیات طولی ماهیان به وسیله خط کش ساده انجام شد. پس از این مرحله جداسازی بافته‌ای عضله توسط تیغه‌ای از جنس استیل صورت گرفت. کالبدشکافی نمونه‌ها از قسمت بالای بدن گونه‌ها صورت گرفت. برای برداشت بافت عضله از قسمتی از عضله در بخش بالایی بدن (زیر باله پستی) استفاده شد. بافته‌ای به دست آمده پس از توزین در پتری دیش (شیشه ساعت) قرار گرفتند تا در مرحله بعد برای خشک کردن در آون قرار گیرند.

نمونه‌های به دست آمده را به مدت ۱۲۰ تا ۱۵۰ دقیقه در آون با دمای ۶۵ درجه سانتی گراد قرار داده شد تا به وزن ثابت رسیدند و سپس از داخل آون خارج شدند. برای هضم نمونه‌ها از روش خشک استفاده شد (AOAC, 1995).

در این روش ۰/۵ گرم از نمونه در یک بالن ۲۵۰ میلی لیتری ریخته شده و به آن ۲۵ میلی لیتر اسیدسولفوریک غلیظ، ۲۰ میلی لیتر اسید نیتریک ۷ مولار و ۱ میلی لیتر محلول مولیبدات سدیم ۲ درصد اضافه می‌شود و چند عدد سنگ جوش برای اینکه جوش به طور منظم و یکنواخت صورت گیرد قرار داده شد، سپس نمونه سرد شده و از بالای میرد به آرامی ۲۰ میلی لیتر مخلوط اسید نیتریک غلیظ و اسید پرکلریک غلیظ به نسبت ۱:۱ به نمونه اضافه شد، سپس مخلوط حرارت داده شده تا بخارات سفیدرنگ اسید به طور کامل محو شود، مخلوط سرد شده و درحالی که بالن چرخانده می‌شد ۱۰ میلی لیتر آب مقطر از بالای میرد به آرامی به آن اضافه شد. با حرارت دادن (حدود ۱۰۰ دقیقه) محلول کاملاً شفاف به دست آمد، این محلول پس از سرد شدن به داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری انتقال داده شد و به حجم رسانده شد (Ebboh et al., 2006; Okoye, 1991; Kalay and Bevis, 2003). سنجش آرسنیک به روش جذب اتمی با کمک دستگاه Perkin Elmer 4100 و سیستم کوره انجام شد (Olowu et al., 2010).

جهت اندازه‌گیری سلیوم موردنظر ابتدا به ۱۰ میلی‌لیتر محلول هضم شده نمونه‌ها، ۵ میلی‌لیتر محلول آمونیم پیرولیدین کاربامات ۵ درصد اضافه‌شده و به مدت ۲۰ دقیقه نمونه‌ها به هم زده شد تا عناصر به‌صورت فرم آلی فلزی در محلول کمپلکس شود و سپس به نمونه‌ها ۲ میلی‌لیتر متیل ایزوبوتیل کتون اضافه شد و به مدت ۳۰ دقیقه نمونه‌ها به هم زده می‌شوند و پس از ۱۰ دقیقه نمونه‌ها در دور ۲۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند و عنصر موردنظر به فاز آلی منتقل شد. پس از تنظیم کوره و سیستم منبع تولید اشعه کاندی دستگاه و اپتیمم کردن دستگاه جذب اتمی منحنی کالیبراسیون این عناصر به کمک استانداردهای این عناصر و ماتریکس مدیفایر پالادیم توسط نرم‌افزار WinLab32 رسم گردیده و مقدار این عناصر در محلول‌های آماده‌شده اندازه‌گیری شد.

شاخص خطر (HQ یا Hazard quotient) (محاسبه خطر از طریق خوردن) به‌صورت زیر محاسبه شد.

جذب روزانه‌ی سلیوم از طریق رابطه‌ی زیر محاسبه شد (Zhanga et al., 2012):

$$DI = (C_m \times IR) / BW \quad \text{رابطه ۱:}$$

DI (Daily intake): میزان جذب سلیوم در بدن در روز از طریق مصرف آبی‌ی موردنظر (میکروگرم به کیلوگرم وزن بدن در روز)

C_m (Measured consumption): میانگین غلظت سلیوم اندازه‌گیری شده در بافت خوراکی آبی‌ی (میکروگرم به گرم)

IR (Ingestion rate): نرخ مصرف روزانه‌ی غذای دریایی در منطقه‌ی مورد مطالعه (ماهی ۳۰ و سخت‌پوستان ۳/۷۵ گرم در روز) (سالنامه‌ی

آماري شيلات ايران، ۱۳۹۷؛ FAO, 2005)

BW (Body weight): وزن بدن (۷۰ کیلوگرم برای یک فرد بالغ)

و اما شاخص خطر عبارت است از نسبت بین مواجهه‌ی آلاینده (سلیوم) و دوز مرجع آن (Phuc Cam Tu et al., 2008) و از طریق رابطه‌ی

۲ محاسبه شد (Zhanga et al., 2012):

$$HQ = DI / Rfd \quad \text{رابطه ۲:}$$

HQ: نسبت خطر (بدون واحد)

Rfd (Reference dose): دوز مرجع یا مجموع جذب مجاز روزانه‌ی آلاینده (میلی‌گرم به کیلوگرم در روز)

دوز مرجع خوراکی (میکروگرم به کیلوگرم وزن بدن در روز برای سلیوم ۱/۸۵ میلی‌گرم در روز می‌باشد (EPA, 1997).

با به دست آوردن شاخص خطر می‌توان میزان خطر بالقوه‌ی ناشی از مصرف هر یک از گونه‌های تحت مطالعه را برای انسان بررسی کرد. قابل ذکر است که اگر نتیجه حاصل از این فرمول کمتر از ۱ باشد (به بیان دیگر میزان جذب روزانه کمتر از دوز مرجع باشد) نشان‌دهنده آن است که مصرف آبی‌ی اثر حاد مضر بر روی سلامتی ندارد (حسینی و همکاران، ۱۳۸۹؛ Kojadinovic et al., 2006).

در این تحقیق آزمایش‌ها به‌صورت کاملاً تصادفی انجام شد. نتایج حاصل از این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS18 و آزمون آماری T، آنالیز واریانس یک‌طرفه و رگرسیون مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. ضریب اطمینان مطالعه ۹۵ درصد ($P=0/05$) در نظر گرفته شد. همچنین جهت رسم جداول و نمودارها از نرم‌افزار Excel 2007 استفاده گردید.

نتایج

نتایج حاصل از بیومتری نمونه‌های عرضه‌شده در بازار در جدول ۱ آمده است:

جدول ۱: بیومتری گونه‌های مختلف ماهی (۱۳۹۸-۱۳۹۹).

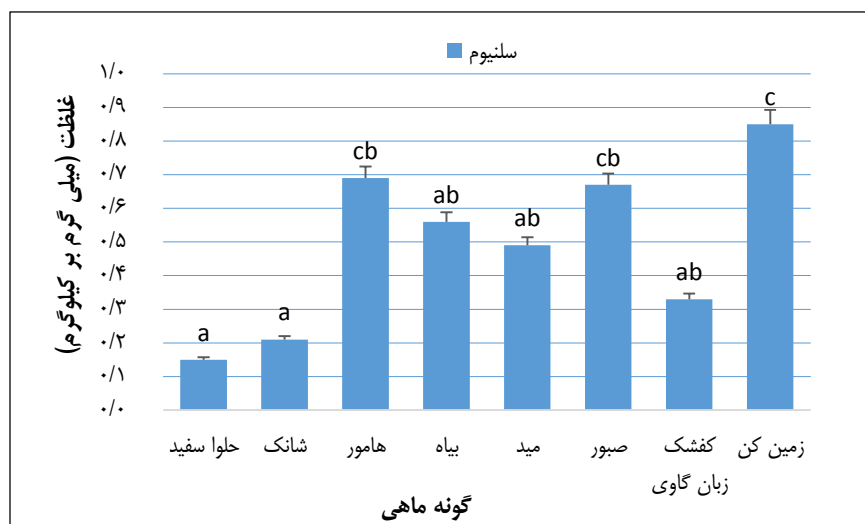
گونه ماهی	تعداد نمونه	طول کل (cm)	وزن (g)
حلو سفید	۱۵	۲۶/۳۳ ± ۰/۰۵	۶۵۳/۳۳ ± ۷۰/۹۵
شانک	۱۵	۲۲/۰۰ ± ۴/۵۸	۷۵۰/۳۱ ± ۱۷/۵۷
هامور	۱۵	۳۲/۰۳ ± ۵/۵۶	۲۵۶۶/۶۷ ± ۴۱۶/۳۵
بیا	۱۵	۲۶/۶۶ ± ۴/۰۴	۳۰۶/۶۰ ± ۷۲/۴۱
مید	۱۵	۱۱/۶۷ ± ۱/۱۵	۱۷۲/۷۳ ± ۴۸/۸۶
صبور	۱۵	۳۰/۰۰ ± ۱/۰۰	۳۱۹/۶۲ ± ۵۴/۰۵
کفشک زبان گاوی	۱۵	۲۲/۳۳ ± ۵/۱۳	۶۱۶/۱۱ ± ۱۱/۶۷
زمین کن	۱۵	۲۹/۰۳ ± ۷/۱۵	۱۱۰۳/۳۳ ± ۱۲۶/۶۲

نتایج حاصل از اندازه‌گیری غلظت سلیوم نشان داد بالاترین غلظت سلیوم در عضله ماهی زمین کن $۰/۱۱ \pm ۰/۸۵$ اندازه‌گیری شد. کمترین غلظت سلیوم در عضله ماهی حلو سفید $۰/۰۳ \pm ۰/۱۵$ میلی‌گرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد ($P < ۰/۰۵$). نتایج حاصل از ارزیابی ریسک (HQ) نشان داد بالاترین شاخص خطر مربوط به گونه زمین کن ($۱/۴$) و پایین‌ترین میزان مربوط به گونه حلو سفید می‌باشد ($P < ۰/۰۵$). نتایج حاصل از غلظت سلیوم شاخص خطر در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲: میانگین غلظت سلیوم در گونه‌های مختلف ماهی (۱۳۹۸-۱۳۹۹).

گونه ماهی	شاخص خطر (HQ)	سلیوم (ppm)
حلو سفید	۰/۲۵ ^a	۰/۱۵ ± ۰/۰۳ ^a
شانک	۰/۳۵ ^a	۰/۲۱ ± ۰/۰۴ ^a
هامور	۱/۱۵ ^c	۰/۶۹ ± ۰/۱۵ ^c
بیا	۰/۹ ^b	۰/۵۶ ± ۰/۱۰ ^b
مید	۰/۸ ^b	۰/۴۹ ± ۰/۰۳ ^b
صبور	۱/۱ ^{bc}	۰/۶۷ ± ۰/۰۷ ^{bc}
کفشک زبان گاوی	۰/۵ ^{ab}	۰/۳۳ ± ۰/۰۵ ^{ab}
زمین کن	۱/۴ ^c	۰/۸۵ ± ۰/۱۱ ^c

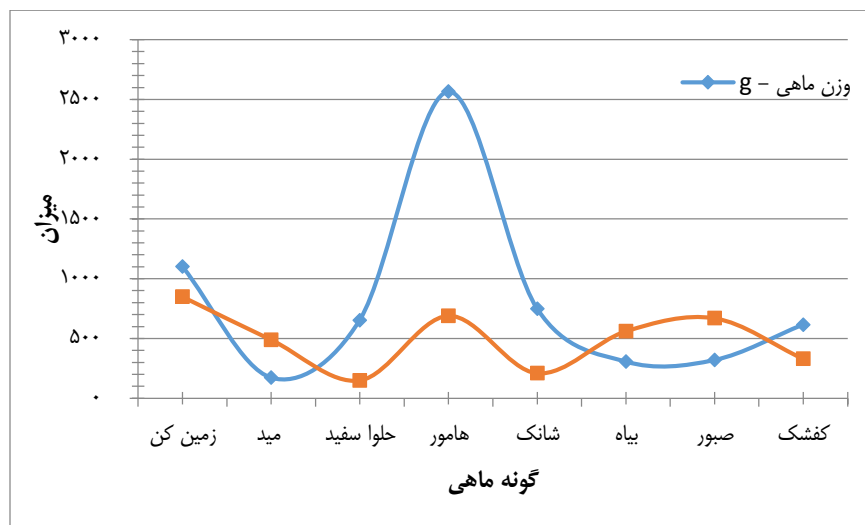
نتایج حاصل از میزان سلیوم در بین گونه‌های مختلف نشان داد بالاترین غلظت آرسنیک در ماهی زمین کن ($۰/۱۱ \pm ۰/۸۵$ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و سپس به ترتیب در ماهیان هامور، صبور، بیا، مید، کفشک زبان گاوی، شانک و کمترین میزان در ماهی حلو سفید ($۰/۰۳ \pm ۰/۱۵$ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد. نتایج حاصل از مقایسه سلیوم بین گونه‌های مختلف و وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار ($P < ۰/۰۵$) در نمودار ۱ آمده است.



شکل ۱: مقایسه میزان سلیوم در گونه‌های مختلف ماهی (۱۳۹۸-۱۳۹۹).

(a, b, c, d) غیر همنام معنی‌دار، همنام غیر معنی‌دار

غلظت سلیوم در عضلات گونه‌های مختلف با افزایش وزن ارتباط معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$) در نمودار ۲ تأثیر وزن ماهی بر غلظت سلیوم در گونه‌های مختلف آمده است.



شکل ۲: تغییرات وزن ماهی (گونه‌های مختلف) با غلظت سلیوم (میلی گرم بر کیلوگرم) (۱۳۹۸-۱۳۹۹).

بحث و نتیجه گیری

فلزات سنگین جزء آلاینده‌های پایداری محسوب می‌شوند. این فلزات در بدن موجودات زنده تمایل به تجمع زیستی و یا تغلیظ زیستی دارند (WHO, 2004; US EPA, 2000). پساب‌های صناعی نظیر متالوژی، ذوب فلزات غیر آهنی، معادن فلزی، آلیاژسازی، شیشه‌سازی، چینی و سرامیک، تولید حشره‌کش‌های شیمیایی، تولید علف‌کش‌ها، تولید کودهای شیمیایی و تولید شوینده‌ها، پالایشگاه‌های نفت، رنگ‌سازی، تولید محافظت‌کننده چوب و صنایع تولید محافظت‌کننده پوست حاوی سلیوم هستند (WHO, 2001; US EPA, 2000).

نتایج حاصل از میزان سلیوم در بین گونه‌های مختلف نشان داد بالاترین غلظت سلیوم در ماهی زمین کن و سپس به ترتیب در ماهیان هامور، صبور، بیه، مید، کفشک زبان گاوی، شانک و کمترین میزان در ماهی حلوا سفید مشاهده شد. سلیوم از راه‌های مختلف وارد آب‌ها می‌شوند و به علت خاصیت تجمع‌پذیری در بافته‌های مختلف آبزیان تجمع می‌یابند و با تغذیه انسان از این آبزیان، بخشی از این عناصر به بدن انسان منتقل می‌گردند. فلزات سنگین با توجه به نقشی که در پروسه‌های بیولوژیک دارند، به عنوان میکرونوترینت‌ها (آهن، روی، مس، سلیوم، کبالت و مولیبدن) و یا یک عامل سمی (جیوه، سرب، روی، کروم، نیکل، نقره، کادمیوم) مورد توجه می‌باشند. سلیوم در مقادیر کم برای بدن ضروری هستند اما زمانی که غلظت آن‌ها افزایش می‌یابد بسیار خطرناک می‌شود؛ که می‌توان به آهن و روی اشاره کرد، اما برخی از فلزات سنگین حتی در مقادیر کم هم سمی هستند و در ردیف زیان‌آورترین عناصر آلوده‌کننده قرار دارند که از جمله می‌توان به سرب، جیوه و کادمیوم اشاره کرد (Burger and Gochfeld, 2005).

سلیوم از جمله عناصری است که می‌تواند نقش مؤثری در فرآیند حذف رادیکال‌های آزاد ایفا کند. سلیوم را جزو آنتی‌اکسیدان‌های غیرمستقیم نامیده‌اند. چراکه نقش یک کوفاکتور را برای آنتی‌اکسیدان گلووتاتیون پر اکسیداز (GPX) ایفا می‌کند. به عبارتی این عنصر به عنوان یک میکرو نوترینت در تجزیه‌نوساز هیدروژن با آنزیم GPX همکاری می‌کند. بدین صورت که محتویات آنزیم GPX را افزایش داده و سلول‌ها را از آسیب‌های جدی ناشی از عدم تجزیه هیدروژن پراکسیدها محافظت می‌کند (Agah et al., 2009)؛ که با افزایش ایمنی و مقاومت بدن، سبب تغییر مسیر انرژی به سمت رشد و افزایش وزن می‌شود. این موارد تأیید کننده دلیل بهبود شاخص‌های رشد و تغذیه در ماهیان تحت تأثیر تغذیه با سلیوم می‌باشد (Tuzen, 2009).

میزان تجمع سلیوم مانند سایر عناصر سنگین به اکولوژی ماهی، نوع تغذیه، سن ماهی، ترکیب شیمیایی بافت، جنس ماهی و ... دارد (Diets et al., 2003; Alrobaian and Arida, 2019). بالاترین غلظت سلیوم در ماهی زمین کن دیده شد. محل زیست ماهی زمین کن دائماً با بستر در ارتباط است و در درون بستر فرو می‌رود (Jolliffe, 1996; Barzegary Firozabady et al., 2009). با توجه به اینکه غلظت سلیوم در رسوبات بیشتر از ستون آبی می‌باشد احتمالاً بالا بودن غلظت سلیوم در بدن ماهی زمین کن نسبت به سایر گونه‌ها به دلیل اکولوژی این ماهی می‌باشد که دائماً با کف در ارتباط می‌باشد و امکان انتقال سلیوم از رسوبات کف با توجه به نوع تغذیه این ماهی بیشتر می‌باشد از طرفی کمترین غلظت سلیوم در ماهی حلوا سفید دیده شد. تغذیه ماهی حلوا سفید از ژئوپلانکتون‌ها می‌باشد و چون تغذیه از حلقه‌های پایین تر زنجیره غذایی امکان انتقال کمتر عناصر سنگین را به همراه دارد و از طرفی این ماهی ارتباطی با کف ندارد احتمالاً پایین بودن میزان سلیوم در این گونه به دلیل نوع تغذیه و اکولوژی این ماهی می‌باشد (Barzegary Firozabady et al., 2009). در این تحقیق میزان سلیوم در ماهیانی که از نظر اکولوژی شباهت داشتند مشابه نبود که باید سایر عوامل تأثیرگذار مانند ترکیب شیمیایی بافت، سن، فصل صید، خصوصیات اکولوژیکی و ... بر غلظت فلزات را بررسی نمود.

با ورود آلاینده‌های آلی به محیط‌های آبی معمولاً این ترکیبات در سه فاز آب، رسوبات و موجودات زنده پراکنده می‌شوند. میزان زیادی از این آلاینده‌ها در ماهیان به عنوان یک گونه متعلق به سطوح بالا در زنجیره غذایی تجمع می‌یابد. ماهیان یک شاخص مناسب برای ارزیابی آلودگی آلی

محیط‌های آبی هستند زیرا فعالیت آنزیم مونواکسیژناز در ماهیان پایین بوده و توانایی آن‌ها برای متابولیسم این آلاینده‌ها کاهش می‌یابد (Zhou et al., 2008; Çamur et al., 2020).

به‌طور کلی ماهیان آلاینده‌ها را هم به‌صورت مستقیم از آب و هم از طریق رژیم غذایی دریافت نموده و در بافت‌های خود تغلیظ می‌کنند. بنابراین برای ارزیابی انتقال آلاینده‌ها از طریق زنجیره غذایی و بررسی فرآیند بزرگنمایی زیستی مناسب هستند (Zhou et al., 2008). طی فرآیند بزرگنمایی زیستی غلظت این ترکیبات در ماهی تا یک‌میلیون بار از آب‌های احاطه‌کننده آن‌ها بیشتر می‌شود. این آلاینده‌ها به علت مقاومت در برابر تجزیه برای سال‌های طولانی در محیط‌زیست باقی می‌مانند. این ویژگی‌ها به همراه چربی‌دوستی بالا، منجر به تجمع در بافت‌های چربی موجودات زنده و افزایش غلظت آن‌ها در طول زنجیره غذایی می‌شود که می‌تواند خطرات زیادی برای سلامتی اکوسیستم، حیات‌وحش و انسان ایجاد کنند (Altındağ and Yiğit, 2005).

ارزیابی ریسک یا خطر مصرف آبزیان با توجه به سرانه متفاوت مصرف آبزیان در کشورهای مختلف در ارتباط با میزان عناصر سنگین موجود در عضله آبزیان موردتوجه قرار گرفت. غلظت عناصر به‌تنهایی نمی‌تواند شاخص مناسبی برای مشخص نمودن حد مجاز مصرف یک آبرزی باشد به همین دلیل شاخص‌های متفاوت دیگری از جمله ارزیابی ریسک یا خطر که هم سرانه مصرف و هم میزان عنصر موجود در بافت خوراکی و هم‌وزن مصرف‌کننده را در نظر می‌گیرد به‌عنوان یک شاخص مناسب معرفی گردید که در این تحقیق شاخص خطر در تمام گونه‌ها کمتر از یک بود بنابراین مصرف آبزیان فوق با توجه به سرانه مصرف ماهی در ایران (حدود ۱۲ کیلوگرم) هیچ‌گونه خطری برای مصرف‌کننده ایجاد نمی‌کند؛ و وزن ماهی نیز روی غلظت سلینیوم اختلاف معنی‌داری ($P > 0.05$) ایجاد نمی‌کند.

سپاسگزاری

این طرح پژوهشی بدون حمایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز انجام نمی‌شد و لازم می‌دانیم از حمایت‌های این مجموعه مخصوصاً حوزه معاونت پژوهش واحد اهواز کمال سپاسگزاری را داشته باشیم.

منابع

- اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۱. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد محیط‌زیست. تهران: نقش مهر، ۷۶۷ ص.
- روحانی، م. ۱۳۷۴. تشخیص، پیشگیری و درمان بیماری‌ها و مسمومیت‌های ماهی. انتشارات اداره کل آموزش و ترویج معاونت تکثیر و پرورش آبزیان شیلات ایران، ۲۵۶ ص.
- صادقی راد، م. ۱۳۷۵. بررسی و تعیین میزان فلزات سنگین در چندگونه از ماهیان خوراکی تالاب انزلی. مجله علمی شیلات ایران، سال پنجم، شماره ۴، صفحات ۱۶-۱.

Alrobaian, M. and Arida, H., 2019. Assessment of heavy and toxic metals in the blood and hair of Saudi Arabia smokers using modern analytical techniques. *Int J Anal Chem.* <https://doi.org/10.1155/2019/7125210>

Altındağ, A. and Yiğit, S., 2005. Assessment of heavy metal concentrations in the food web of lake Beyşehir, Turkey. *Chemosphere*, 60(4): 552-556.

Andreji, J., Stránai, I., Massányi, P. and Valent, M., 2005. Concentration of Selected Metals in Muscle of Various Fish Species. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 40: 899- 912.

AOAC., 1995. Official methods of analysis, Association of official analytical chemists, INC., Arlington, Virginia, USA.

- Barzegary Firozabady, F., Vahdati, A. and Afroze, T., 2009.** The effects of arsenic on blood cells in *rat*. Iranian Journal of Biology, 21: 611-617.
- Çamur, D., Topbaş, M. and İlter, H., 2020.** Heavy Metals and Trace Elements in Whole-Blood Samples of the Fishermen in Turkey: The Fish/Ermen Heavy Metal Study (FHMS). *Environmental Management*. <https://doi.org/10.1007/s00267-020-01398-y>
- De Rosemond, S., Xie, Q. and Liber, K., 2008.** Arsenic concentration and speciation in five freshwater fish species from Back Bay near Yellowknife, NT, Canada. *Environmental Monitoring and Assessment*, 147, 199-210.
- Dökmeci, A. H., Sabudak, T. and Dalmış, V., 2019.** Accumulation of essential and toxic metals in sediment from the Marmara Sea along Tekirdağ coast: risk assessment for ecological health. *Desalination Water Treat* 169: 166-172. <https://doi.org/10.5004/dwt.2019.24671>
- Eboh, L., Mepba, H. D. and Ekpo, M. B., 2006.** Heavy metal contaminants and processing effects on the composition, storage stability and fatty acid profiles of five common commercially available fish species in Oron Local Government, Nigeria. *Journal of Food Chemistry*, 97(3): 490-497.
- EPA., 1997.** Manual For The Certification Of Laboratories Analyzing Drinking Water: Criteria And Procedures Quality Assurance, Fifth Edition. 1997.
- Forstner, U. and Prosi, F., 1978.** Heavy metal pollution in Fresh water ecosystem, PP. 129-161.
- Foster, E. P., Drake, D. I. and Didomnice, G., 2000.** Seasonal changes and tissue distribution of mercury in largemouth bass (*micropterus salmoides*) from dorena reservoir, oregon. *Environmental contamination and toxicity*, 38: 78-82..
- Kalay, G. and Bevis, M. J., 2003.** Structure and physical property relationships in processed polybutene. *Journal of Applied Polymer Science*, 88: 814-824.
- Kojadinovic, J., Potier, M., Corre, M. L., Cosson, R. P. and Bustamante, P., 2006.** Mercury content in commercial pelagic fish and its risk assessment in the Western Indian Ocean. *Science of the Total Environment*, 366: 688-700.
- Kot, F. S., 2020.** The Effect of Natural Geochemical Background on Neurological and Mental Health. *Expo Health* 12: 569-591 <https://doi.org/10.1007/s12403-019-00322-y>
- Lamanso, R., Cheung, Y. and Chan, K. M., 1991.** Metal concentration in the tissues of rabbitfish collected from Tolo Harbour in Hong kong. *Marine Pollution Bulletin*, 39, 123-134.
- Milher, B. A. and side, G. Y., 1984.** An introduction to atomic absorption spectrophotometer, pyeunicam LTO, PP 75 - 76.
- Newman, M. C. and Unger, M. A., 2003.** Fundamentals of ecotoxicology. CRC Press, 458 p.
- Okoye, B. C. O., 1991.** Heavy metals and organisms in the Lagos Lagoon. *International Journal of Environmental Studies*, 37: 285-292.
- Olowu, R. A., Ayejuyo, O. O., Adewuyi, G. U., Adejoro, I. A., Denloye, A. A. B., Babatunde, A. O. and Ogundajo, A. L., 2010.** Determination of Heavy Metals in Fish Tissues, Water and Sediment from Epe and Badagry Lagoons, Lagos, Nigeria. *Journal of Chemistry*, 7: 215-221.
- Phuc Cam Tu, N., Ha, N. N., Ikemoto, T., Tanabe, BCST. and Takeuchi, I., 2008.** Regional variations in trace element concentrations in tissues of black tiger shrimp *Penaeus monodon* (Decapoda: Penaeidae) from South Vietnam. *Marine Pollution Bulletin*, 57: 858-866.
- Saei-Dehkordi, S. S., Fallah, A. and Nematollahi, A.,**
- Rauf, A., Javed, M. and Ubaidullah M., 2009.** Heavy metal levels in three major carps (*Catla catla*, *Labeo rohita* and *Cirrhina mrigala*) from the river Ravi, Pakistan. *Journal of Pakistan Vet*, 29(1): 24-26.
- Signes-Pastor, A. J., Punshon, T. and Cottingham, K. L., 2020.** Arsenic Exposure in Relation to Apple Consumption Among Infants in the New Hampshire Birth Cohort Study. *Expo Health* 12: 561-567. <https://doi.org/10.1007/s12403-020-00356-7>

Storelli, M. M., Cuttone, G. and Marcotrigiano, G. O., 2010. Distribution of trace elements in the tissues of smooth hound *Mustelus mustelus* (Linnaeus, 1758) from the southern–eastern waters of Mediterranean Sea (Italy). *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*.

Turkmen, M. and Ciminli, C., 2007. Determination of metals in fish and mussel species Byinductively coupled plasma-atomic emission spectrometry. *Journal of Food Chemistry*, 103: 670–675.

WHO., 2001. Regional Office for Europe, (Who Regional Publications, European Series, No.23.

WHO., 2004. Guidelines for drinking water quality. Geneva, 541 p.

Zhou, X., Wang, Y., Gu, Q. and Li, W., 2009. Effects of different dietary selenium sources (selenium nanoparticle and selenomethionine) on growth performance, muscle composition and glutathione peroxidase enzyme activity of crucian carp (*Carassius auratus gibelio*). *Aquaculture* 291 (1): 78–81

مقایسه میزان سلیوم و ارزیابی خطر (HQ) تغذیه از عضله هشت گونه از ماهیان دریایی صیدشده از بنادر صیادی ... / معصومی زاده و عسکری ساری