بررسی غلظت آرسنیک در ماهی‌های شوریده (*Otolithes ruber*) و کفشک (*Psettodes erumei*) عرضه شده در بازار اصفهان به روش اسپکترومتری جذب اتمی

ابراهیم رحیمی[1*]، امیر شاکریان[1]، مهدی رئیسی[1]، الهه کاظمی خیرآبادی[2]، اسماء بهزاد نیا[2]

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرکرد، دانشکده دامپزشکی، گروه بهداشت مواد غذایی و آبزیان، شهرکرد، ایران.
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرکرد، دانشکده کشاورزی، شهرکرد، ایران.
*نویسنده مسئول مکاتبات: ebrahimrahimi55 @yahoo.com
(دریافت مقاله: ۹۰/۳/۳۱ پذیرش نهایی: ۹۰/۸/۲۸)

چکیده

آلودگی ماهی و فرآورده‌های دریایی به فلزات سنگین به علت خطرات بالقوه که برای مصرف کنندگان ماهیان آلوده به همراه دارد توجه زیادی را به خود جلب کرده است. این مطالعه با هدف تعیین میزان غلظت آرسنیک در دو نمونه ماهی شامل شوریده و کفشک عرضه شده در شهر اصفهان انجام شد. در این مطالعه غلظت آرسنیک در دو گونه متفاوت ماهی توزیع شده در شهرستان اصفهان به روش اسپکترومتری جذب اتمی کوره مجهز به سیستم هیدرید طی اردیبهشت تا دیماه ۱۳۸۹ اندازه‌گیری شد. در مجموع ٤٢ نمونه ماهی شامل ۲۸ نمونه ماهی شوریده و ١٤ نمونه کفشک ماهی مورد آزمایش قرار گرفت. میزان غلظت آرسنیک در نمونه-های ماهی مطالعه شده در محدوده مابین ۱۱ تا ۹۸ میکروگرم در کیلوگرم بوده است و میزان آن در گوشت ماهی شوریده ۱۱ تا ٥٦ و در کفشک ماهی ۳۲ تا ۹۸ میکروگرم در کیلوگرم بدست آمد. غلظت آرسنیک نمونه‌ها پایین‌تر از حد مجاز قابل قبول سازمان بهداشت جهانی بود. نتایج این مطالعه بیانگر آن است که غلظت آرسنیک نمونه‌های مورد مطالعه بالاتر از حد قابل دریافت نیست.

واژه‌های کلیدی: آرسنیک، ماهی، اسپکترومتری جذب اتمی، فلزات سنگین

مقدمه

فلزات سنگین از جمله آلاینده‌های زیست محیطی هستند که مواجهه انسان با بعضی از آنان از طریق آب و مواد غذایی می‌تواند مسمویت‌های مزمن و بعضاً حاد خطرناکی را ایجاد نمایند که از جمله آنان می‌توان به فلزاتی نظیر سرب، کادمیوم، جیوه، نیکل، آرسنیک، روی، آلومینویم، مس و آهن در انواع اشاره کرد.

در بین فلزات سنگین اثرات سمی آنها خصوصاً آرسنیک، جیوه، کادمیوم و سرب به صورت وسیع‌تری مورد مطالعه قرار گرفته است. این مطالعات نشان می‌دهد توزیع انواع این فلزات بین گونه‌های آبزیان با فصل سال، سن، سرعت رشد و برخی فاکتورهای فیزیولوژیکی آنها ارتباط مستقیمی دارد (Yilmaz and Yilmaz, 2007). سمی بودن ترکیبات آرسنیک به خواص فیزیکی و شیمیایی ترکیبات، راه‌های ورود آن به بدن، مقدار مصرف آن، مدت زمان در معرض قرارگیری، مقادیر آن در رژیم غذایی و شرایط فیزیولوژیک مصرف کننده بستگی دارد (Edmont and Francesconi, 1993). مسمومیت حاد با آرسنیک، عملکرد سیستم اعصاب مرکزی را مختل می‌کند و باعث حالت اغماء در فرد مسموم می شود و مصرف حدود ۷۰ تا ۱۸۰ میلی گرم آرسنیک منجر به مرگ می‌گردد. قرارگرفتن در معرض آرسنیک به مدت طولانی حتی در مقادیر کم (۰/۰۵ میلی گرم در لیتر) باعث افزایش خطر ابتلاء به سرطان پوست، ریه، مجاری ادراری، مثانه و سرطان کلیه می‌شود. همچنین تغییرات پوستی از قبیل تغییر رنگ پوست (پیدایش نقاط تیره و روشن در پوست) و افزایش ضخامت یا برآمدگی زرد رنگ روی پوست (شاخی شدن پوست) نیز از عوارض دیگر آن است (Occupational Safety and Health Administration, 2004).

آبزیان که از آنها به عنوان غذای سلامت‌بخش یاد می‌شود به دلیل برخورداری ازکالری و پروتئین بالا (۱۱ تا ۲٤٪) با قابلیت هضم ۹٦٪ و همچنین وجود چربی‌های غیراشباع امگا۳ که مصرف مداوم آن باعث کاهش میزان چربی و کلسترول خون می‌گردد اهمیت بسزایی در رژیم غذایی مردم جهان دارد. ماهی دارای لیزین زیاد و منبع خوبی از نظر املاحی نظیر کلسیم، فسفر، آهن، ویتامین A و D، تیامین، ریبوفلاوین و عناصر کمیاب می‌باشد. از طرفی آبزیان به طور وسیعی در معرض آلاینده‌ها و آلودگی‌های آب قرار می‌گیرد و به این شکل ماهی به عنوان یک شاخص مناسب برای غلظت آلاینده‌های موجود در آب‌ها مثل فلزات سنگین شناخته شده است (Connel, 1990). براساس یافته‌ها و اطلاعات موجود مطالعات محدودی در خصوص ارزیابی فلزات سنگین در مواد غذایی در ایران انجام شده است. لذا با توجه به اهمیت موضوع و خطرات بالقوه فلزات سنگین از جمله آرسنیک بر سلامت بشر مطالعه حاضر با هدف تعیین وضعیت غلظت آرسنیک در دوگونه از ماهیان پر مصرف توزیع شده در بازار شهرستان اصفهان انجام شد.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر با هدف بررسی غلظت آرسنیک در ٤۲ نمونه ماهی شامل ۲۸ نمونه ماهی شوریده و ١٤ نمونه کفشک ماهی توزیع شده در شهرستان اصفهان از تیر ماه تا دی ماه ۱۳۸۹ انجام شد.

نمونه‌ها مطابق دستورالعمل‌های ارائه شده توسط Svobodova و همکاران (۲۰۰۲) به روش مرطوب با استفاده از اسید هضم شدند. به این منظور ۵ گرم از هر نمونه با حساسیت ۰/۰۰۱ گرم وزن شد و به بالن

ژوژه های ۲۵ میلی لیتری انتقال داده شد. ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک با خلوص بالا (مرک، آلمان) به نمونه‌ها اضافه گردید و به مدت ٤٨ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد گرم‌خانه‌گذاری شدند. پس از طی زمان مورد نظر ۱ میلی لیتر آب اکسیژنه به هر نمونه اضافه و نمونه‌ها در دمای۱۰۰ درجه سانتی گراد حرارت داده شد تا نمونه شفاف شود. در پایان نمونه‌ها در بالن ژوژه با آب مقطر دوبار تقطیر به حجم رسانده شد و سپس به روش اسپکترومتری جذب اتمی کوره مجهز به سیستم هیدرید اندازه گیری گردید. جهت بررسی صحت آزمایش جذب نمونه‌های شاهد در طی مطالعه مورد پایش قرار گرفت. با این هدف به سه نمونه از نمونه‌های آماده شده غلظت‌های ۰/۰۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۲ میکروگرم در گرم آرسنیک اضافه شد و درصد بازیافت این نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفت (Svobodova et al., 2002). طول موج پرتو کاتدی برای اندازه گیری آرسنیک ۲۳۵/۷ در نظر گرفته شد. جهت رسم منحنی کالیبراسیون فاز آلی کمپلکس آرسنیک به خانه‌های مخصوص دستگاه جذب اتمی اضافه شد. دستگاه به طور خودکار حجم معینی از نمونه بلانک و استانداردها را برداشته و پس از قرائت منحنی کالیبراسیون مربوط به کمک نرم‌افزار Winlab دستگاه ترسیم و مقدار عنصر آرسنیک برحسب میلی‌گرم بر گرم اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها

نتایج مطالعه حاضر نشان داد میزان غلظت آرسنیک در نمونه های ماهی مطالعه شده در محدوده مابین ۱۱ تا ۹۸ میکروگرم در کیلوگرم بوده است و به تفکیک این میزان در گوشت ماهی شوریده ۱۱ تا ٥٦ و در کفشک ماهی ۳۲ تا ۹۸ میکروگرم در کیلوگرم بدست آمد. نتایج بطور خلاصه در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱: میزان غلظت آرسنیک در گوشت ماهی شوریده و کفشک ماهی (میکروگرم در کیلوگرم) عرضه شده در شهرستان اصفهان

نمونه ماهی	تعداد	محدوده غلظت آرسنیک*	میانه
ماهی شوریده	۲۸	۱۱ – ٥٦	۲۲
کفشک ماهی	١٤	۳۲ – ۹۸	٦۹
مجموع	٤۲	۱۱ – ۹۸	۳۱

*غلظت آرسنیک در هیچ یک از نمونه‌های بررسی شده در مطالعه حاضر بالاتر از استانداردهای کشور های اروپایی نبود.

بحث و نتیجه‌گیری

فلزات سنگین به عنوان مهمترین آلاینده‌های محیط-های دریایی شناخته می‌شوند، زیرا این آلاینده‌ها علاوه بر خاصیت سمی، در بافت‌های مختلف آبزیان خاصیت تجمعی دارند (Emami Khansari et al., 2005). مصرف موادغذایی آلوده به عنصری مثل آرسنیک می‌تواند حتی در غلظت‌های پایین بسیار آسیب رسان باشد، خصوصا وقتی که به تدریج و مداوم به بدن وارد شود (Institute of Medicine, 2003). مقایسه نتایج این بخش از مطالعه با مطالعات مشابه نشان می‌دهد محدوده آلودگی نمونه‌ها به آرسنیک با سایر مطالعات مشابه و حتی پایین‌تر است. Gawlik و همکاران (۱۹۹۷) در مطالعه‌ای در خصوص

ارزیابی غلظت جیوه و آرسنیک در مواد غذایی دریایی میانگین غلظت آرسنیک را در مجموع مواد غذایی دریایی ۳/٤ میلی‌گرم در کیلوگرم با انحراف معیار ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نموده‌اند که غلظت بالایی را در مقایسه با مطالعات قبلی نشان می‌دهد (Gawlik et al., 1997). گزارشی از آژانس استانداردهای مواد غذایی (۲۰۰٤) نشان می‌دهد میانگین غلظت آرسنیک کل و آرسنیک معدنی در انواع ماهیان پر مصرف در انگلستان به ترتیب ۳۲۱٤ میکروگرم در کیلوگرم و ۱٦ میکروگرم در کیلو گرم می‌باشد. در همین گزارش سطح غلظت آرسنیک در سایر گروه‌های مواد غذایی به مراتب پایین‌تر بوده است. به عنوان مثال غلظت آرسنیک کل در گوشت طیور ۷۳ میکروگرم در کیلوگرم گزارش شده است (Food Standards Agency, 2004).

Attar و همکاران (۱۹۹۲) با بررسی ۱۵ گونه آبزی شامل انواع ماهی و سخت پوستان دریایی صید شده از خلیج عرب، سطح غلظت آرسنیک را در نمونه‌های فوق‌الذکر از ۰/۱٦تا ۳۲/۳ میکروگرم در گرم گزارش نموده است. در این مطالعه میزان غلظت آرسنیک به ترتیب در میگو، خرچنگ و لابستر ۱٦/۸، ٦/۲۸ و ۱۲/۷ میکروگرم در گرم بالاترین میزان در مقایسه با سایر آبزیان بوده است. Kerdthep و همکاران (۲۰۰۹) در تایلند نشان داد غلظت آرسنیک در طیف وسیعی از آبزیان شامل ماهی، میگو و نرمتنان در محدوده ی مابین ۷/۰۳۲-۰/٤۰۱ میکروگرم در گرم بوده است. در این مطالعه غلظت آرسنیک در بافت عضله ماهی تن ۰/۹۵۷-۰/۰۱۷ میکروگرم در گرم بوده است. Soegianto و Hamami (۲۰۰۷) در اندونزی، Sloth و همکاران (۲۰۰۵) در نروژ و Burger و Gochfeld (۲۰۰۵) در آمریکا غلظت آرسنیک تام را در انواع ماهیان با اهمیت تجاری و فرآورده‌های آن به ترتیب در محدوده‌ی بین ۳/٤ تا ۸/۳ میکروگرم در گرم، ۰/۱±۱ و ۱/۷۰-۰/٤٤ میکروگرم در گرم گزارش نموده‌اند. همچنین مطالعه‌ای در جمهوری کوزو نشان می‌دهد غلظت آرسنیک در بافت ماهیچه‌ی ماهیان پرورشی درمحدوده وسیعی بین ۰/٤۹۸ تا ۱/۱۳۳ میکروگرم در گرم متغییر بوده است (Svobodova et al., 2002). مطالعه مشابهی از Islam و همکاران (۲۰۱۰) در کره میزان غلظت آرسنیک در ماهیان کنسرو شده و منجمد شده بین ۱/۲۳ تا ٤٤/٥٤ میکروگرم در گرم گزارش شده است. Peshut و همکاران (۲۰۰۸) از آمریکا غلظت آرسنیک را در بین انواع آبزیان دریایی شامل انواع ماهی و سخت پوستان در محدوده ۰/۲۳۵ تا ۹۸/۲ میکروگرم در گرم گزارش نموده است. در این مطالعه بالاترین میزان آرسنیک در لابستر (۱۹/۵-۹۸/۲ میکروگرم در گرم) و پس از آن در ماهی مرکب (۰/۲۳۵-٦۰/۰ میکروگرم در گرم) بوده است. همچنین غلظت این عنصر در انواع ماهی ۳۱٦/۰ تا ۹٤٤/۰ میکروگرم در گرم ذکر شده است. مطالعه مشابهی از رئیسی و همکاران (۲۰۱۰) در خصوص اندازه گیری آرسنیک در ماهیان صید شده از رودخانه بهشت آباد استان چهار محال و بختیاری حاکی از آن است که غلظلت آرسنیک در بافت عضلانی ماهی بین ۳۵ تا ۷۰

میکروگرم در کیلوگرم بوده است. نتایج این مطالعات رنج وسیعی از داده‌ها را نشان می‌دهد و این تفاوت غلظت آرسنیک در بافت ماهیچه آبزیان را می‌توان به گونه آبزی، موقعیت جغرافیایی محل صید، سن و حتی جنس آبزی، روش هضم نمونه‌ها و روش آنالیز نمونه مرتبط دانست.

با توجه به اینکه در سال‌های اخیر مطالعات فراوانی در خصوص تدوین استانداردها برای مواد غذایی مختلف از نظر ویژگی‌های میکروبی، بیوشیمیایی و سم شناسی در ایران صورت پذیرفته است اما متاسفانه تاکنون استاندارد مدون و ثبت شده‌ای در خصوص میزان مجاز آرسنیک در مواد غذایی مختلف وجود ندارد، اگرچه چنین استانداردهایی در بسیاری از کشورها موجود می‌باشد. مقایسه میانگین و محدوده میزان آرسنیک در نمونه ماهی در مطالعه حاضر با استاندارد کشورهایی چون مالزی و انگلستان (۱میکرو گرم در گرم)، نیوزلند (۲میکرو گرم در گرم) و هنگ کنگ و اتحادیه اروپا (٦ میکرو گرم در گرم) حاکی از آن است که هیچ یک از نمونه‌های بررسی شده در مطالعه حاضر بالاتر از استانداردهای فوق الذکر نبوده است. با این وجود لزوم پایش مرتب مواد غذایی خصوصاً مواد غذایی با منشا دریایی از نظر حضور ومیزان فلزات سنگینی چون آرسنیک ضروری به نظر می‌رسد. همچنین جهت ارزیابی میزان دریافت روزانه آرسنیک از طریق مواد غذایی از جمله فرآورده‌های آبزیی مطالعات مدون و منظم پیشنهاد می‌گردد.

منابع

- Attar, K.M., Elfaer, M.Z., Rawdah, T.N. and Tawabini, B.S. (1992). Levels of arsenic in fish from the Arabian Gulf. Marine Pollution Bulletin, 24: 94-97.
- Burger, J. and Gochfeld, M. (2005). Heavy metals in commercial fish in New Jersey. Environmental Research, 99: 403-412.
- Connel, J.J. (1990). Control of fish quality. 3th Edition, Fishing News Books, Ltd., London, England, pp. 227.
- Emami Khansari, F., Ghazi-Khansari, M. and Abdollahi, M. (2005). Heavy metals content of canned tuna fish. Food Chemistry, 93: 293-296.
- Edmont, J.S. and Francesconi, K.A. (1993). Arsenic in seafoods: human health aspects and regulations. Marine Pollution, 26: 665-674.
- Food Standards Agency (2004). 2000 Total Diet Study of twelve elements-Aluminium, Arsenic, Cadmium, Copper, Lead, Manganese, Mercury, Nickel, Selenium, Tin and Zinc. Food Surveillance Information Sheet (FSIS), 48/04.
- Gawlik, B., Druges, M., Bianchi, M., Bortoli, A., Kettrup, A. and Muntau, H. (1997). Tuna fish (T-30)-A new proficiency testing material for the determination of As and Hg in seafood. Fresenius' Journal of Analytical Chemistry, 358: 441-445.
- Islam, M.M., Bang, S., Kim, K.W., Ahmed, M.K. and Jannat, M. (2010). Heavy Metals in Frozen and Canned Marine Fish of Korea. Journal of Scientific Research, 2: 549-557.

- 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, pp. 248.
- Kerdthep, P., Tongyonk, L. and Rojanapantip, L. (2009). Concentrations of cadmium and arsenic in seafood from Muang district, Rayong province. Journal of Health Research, 23: 179-184.
- Occupational Safety and Health Administration (2004). Toxic metals, occupational safety and health administration. US Department of Labor, 200 Constitution Avenue, NW, Washington, DC, available at: http://www.osha.gov.
- Peshut, P.J., Morrison, R.J. and Brooks, B.A. (2008). Arsenic speciation in marine fish and shellfish from American Samoa. Chemosphere, 71(3): 484-92.
- Raissy, M., Rahimi, E., Ansari, M. and Ebadi, A.G. (2010). Determination of mercury and arsenic levels in fish caught in the Beheshtabad River, Chaharmahal and Bakhtiari Province, Iran. Toxicological and Environmental Chemistry, 92: 1627-1631.
- Sloth, J.J., Julshamn, K. and Lundebye, A.K. (2005). Total arsenic and inorganic arsenic content in Norwegian fish feed products. Aquaculture Nutrition, 11: 61- 66.
- Soegianto, A. and Hamami, D. (2007). Trace metal concentrations in shrimp and fish collected from Gresik costal waters. Science Asia, 33: 235-238.
- Svobodova, Z., aelechovska, O., Machova, J. and Randak, T. (2002). Content of arsenic in market–ready Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). Acta Veterinaria Brno, 71: 361-367.
- Yilmaz, A.B. and Yilmaz, L. (2007). Influnce of sex and seasons on levels of heavy metals in tissues of green tiger shrimp (Penaeus semisulcatus de Hann, 1844). Food Chemistry, 101: 1664-1669.

Determination of arsenic concentration in tiger tooth croaker (*Otolithes ruber*) and indian halibut (*Psettodes erumei*) using hydride generation atomic absorption spectrophotometer

Rahimi, E.[1*] , Shakerian, A.[1] , Raissy, M.[1] , Kazemi Kheirabadi, E.[2] , Behzadnia, A.[2]

1-Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran.
2- Department of food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran.
Corresponding author email:ebrahimrahimi55@yahoo.com
(Received: 2011/6/21 Accepted: 2011/11/19)

Abstract

Heavy metal contaminants in fish are of particular interest because of their potential risk to human. This study was undertaken to determine the levels of arsenic in two fish type including tiger tooth croaker and Indian halibut in Esfahan. A total of 42 fish samples including 28 tiger tooth croaker (*Otolithes ruber*) and 14 Indian halibut (*Psettodes erumei*) were collected from retails of Esfahan from May 2010 to January 2011. For detection of arsenic contamination, the edible muscles of fish samples were analyzed by hydride generation atomic absorption spectrophotometer. The arsenic contamination in fish samples were found to be in the range of 11 to 98 µg/kg. Concentration of arsenic in tiger tooth croaker and Indian halibut was 11-56 and 32-98 µg/kg, respectively. Arsenic concentrations were below the limit was acceptable to the World Health Organization. According to the results, the concentration of arsenic did not exceed the maximum acceptable intake limit.

Keywords: Arsenic, Fish, Atomic Absorption Spectrophotometer, Heavy metal