

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

ابراهیم رحیمی<sup>۱\*</sup>، امیر شاکریان<sup>۱</sup>، مهدی رئیسی<sup>۱</sup>، الهه کاظمی خیرآبادی<sup>۲</sup>، اسماء بهزاد نیا<sup>۲</sup>

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 ۴۲ نمونه ماهی شامل ۲۸ نمونه ماهی شوریده و ۱۴ نمونه کفشک ماهی مورد آزمایش قرار گرفت. میزان غلظت آرسنیک در نمونه‌های ماهی مطالعه شده در محدوده مابین ۱۱ تا ۹۸ میکروگرم در کیلوگرم بوده است و میزان آن در گوشت ماهی شوریده ۱۱ تا ۵۶ 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

حاد خطرناکی را ایجاد نمایند که از جمله آنان می‌توان به فلزاتی نظیر سرب، کادمیوم، جیوه، نیکل، آرسنیک، روی، آلومینوم، مس و آهن در انواع اشاره کرد.

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

چربی‌های غیراشباع امگا ۳ 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 ۴۲ نمونه ماهی شامل ۲۸ نمونه ماهی شوریده و ۱۴ 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

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 می‌شود 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 از کالری و پروتئین بالا (۱۱ تا ۲۴٪) با قابلیت هضم ۹۶٪ و همچنین وجود

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 ۵۶ 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*	میان
ماهی شوریده	۲۸	۱۱ - ۵۶	۲۲
کفشک ماهی	۱۴	۳۲ - ۹۸	۶۹
مجموع	۴۲	۱۱ - ۹۸	۳۱

\* غلظت آرسنیک در هیچ یک از نمونه های بررسی شده در مطالعه حاضر بالاتر از

استانداردهای کشور های اروپایی نبود.

### بحث و نتیجه گیری

فلزات سنگین به عنوان مهمترین آلاینده های محیط- های دریایی شناخته می شوند، زیرا این آلاینده ها علاوه بر خاصیت سمی، در بافت های مختلف آبزیان خاصیت تجمعی دارند (Emami Khansari et al., 2005). مصرف مواد غذایی آلوده به عنصری مثل آرسنیک می تواند حتی در غلظت های 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 می دهد محدوده آلودگی نمونه ها به آرسنیک با سایر مطالعات مشابه و حتی پایین تر است. Gawlik و همکاران (۱۹۹۷) در مطالعه ای در خصوص

ژوژه های ۲۵ میلی لیتری انتقال داده شد. ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک با خلوص بالا (مرک، آلمان) به نمونه ها اضافه گردید و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد گرم خانه گذاری شدند. پس از طی زمان مورد نظر ۱ میلی لیتر آب اکسیژنه به هر نمونه اضافه و نمونه ها در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد حرارت داده شد تا نمونه شفاف شود. در پایان نمونه ها 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 نمونه های شاهد در طی مطالعه مورد پایش قرار گرفت. با این هدف به سه نمونه از نمونه های آماده شده غلظت های ۰/۰۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۲ میکروگرم در گرم آرسنیک اضافه شد و درصد بازیافت این نمونه ها مورد بررسی قرار گرفت (Svobodova et al., 2002). طول موج پرتو کاتدی برای اندازه گیری آرسنیک در ۲۳۵/۷ در نظر گرفته شد. جهت رسم منحنی کالیبراسیون فاز آلی کمپلکس آرسنیک به خانه های 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 نرم افزار Winlab دستگاه ترسیم و مقدار عنصر آرسنیک بر حسب میلی گرم بر گرم اندازه گیری شد.

### یافته ها

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 ۳/۴ تا ۸/۳ میکروگرم در گرم،  $1 \pm 0/1$  و  $1/70 - 0/44$  میکروگرم در گرم گزارش نموده‌اند. همچنین مطالعه‌ای در جمهوری کوزو نشان می‌دهد غلظت آرسنیک در بافت ماهیچه‌ی ماهیان پرورشی در محدوده وسیعی بین  $0/498$  تا  $1/133$  میکروگرم در گرم متغیر 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  $1/23$  تا  $44/54$  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  $0/235$  تا  $98/2$  میکروگرم در گرم گزارش نموده است. در این مطالعه بالاترین میزان آرسنیک در لابستر ( $19/5 - 98/2$  میکروگرم در گرم) و پس از آن در ماهی مرکب ( $60/0 - 0/235$  میکروگرم در گرم) بوده است. همچنین غلظت این عنصر در انواع ماهی  $316/0$  تا  $944/0$  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 غلظت آرسنیک در بافت عضلانی ماهی بین ۳۵ تا ۷۰

ارزیابی غلظت جیوه و آرسنیک در مواد غذایی دریایی میانگین غلظت آرسنیک را در مجموع مواد غذایی دریایی  $3/4$  میلی‌گرم در کیلوگرم با انحراف معیار  $0/2$  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 (۲۰۰۴) نشان می‌دهد میانگین غلظت آرسنیک کل و آرسنیک معدنی در انواع ماهیان پر مصرف در انگلستان به ترتیب  $3214$  میکروگرم در کیلوگرم و  $16$  میکروگرم در کیلوگرم 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  $73$  میکروگرم در کیلوگرم گزارش شده است (Food Standards Agency, 2004).

Attar و همکاران (۱۹۹۲) با بررسی ۱۵ گونه آبی شامل انواع ماهی و سخت پوستان دریایی صید شده از خلیج عرب، سطح غلظت آرسنیک را در نمونه‌های فوق‌الذکر از  $0/16$  تا  $32/3$  میکروگرم در گرم گزارش نموده است. در این مطالعه میزان غلظت آرسنیک به ترتیب در میگو، خرچنگ و لابستر  $16/8$ ،  $6/28$  و  $12/7$  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  $7/032 - 0/401$  میکروگرم در گرم بوده است. در این مطالعه غلظت آرسنیک در بافت عضله ماهی تن  $0/957 - 0/017$  میکروگرم در گرم

محدوده میزان آرسنیک در نمونه ماهی در مطالعه حاضر با استاندارد کشورهای چین مالزی و انگلستان (۱ میکرو گرم در گرم)، نیوزلند (۲ میکرو گرم در گرم) و هنگ کنگ و اتحادیه اروپا (۶ 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 و میزان فلزات سنگینی چون آرسنیک ضروری به نظر می‌رسد. همچنین جهت ارزیابی میزان دریافت روزانه آرسنیک از طریق مواد غذایی از جمله فرآورده‌های آبرزی مطالعات مدون و منظم پیشنهاد می‌گردد.

میکروگرم در کیلوگرم بوده است. نتایج این مطالعات رنج وسیعی از داده‌ها را نشان می‌دهد و این تفاوت غلظت آرسنیک در بافت ماهیچه آبریان را می‌توان به گونه آبرزی، موقعیت جغرافیایی محل صید، سن و حتی جنس آبرزی، 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 متأسفانه 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

## 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*. 3<sup>th</sup> 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., Druzes, 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., Tongyongk, 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.