اثر روش‌های پخت بر باقی‌مانده غلظت آرسنیک و جیوه در میگوی سفید هندی (*Fenneropenaeus indicus*)

الهام قیصری[۱]
ابراهیم رحیمی[۲]
امیر شاکریان[۳]
مهدی رئیسی[۴*]
سهیل امیدوار[۵]
فاطمه قربانی[۶]
زینب ترکی[۷]

۱، ۵. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذائی، دانشکده کشاورزی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران
۲، ۳و ۴. دانشیار گروه بهداشت مواد غذائی و آبزیان، دانشکده دامپزشکی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران
۶. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گیاهان داروئی، دانشکده کشاورزی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران
۷. دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذائی، دانشکده کشاورزی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

***مسئول مکاتبات:**
Mehdi.raissy@iaushk.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۸/۰۱
کد مقاله: ۱۳۹۳۰۴۰۱۸۹
این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دانشجویی است.

چکیده

پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر روش‌های مختلف پخت (آب‌پز کردن، بخارپز کردن و سرخ کردن) بر میزان غلظت آرسنیک و جیوه در بافت میگوی سفید هندی انجام گرفت. جهت استخراج و تعیین میزان باقیمانده‌ی آرسنیک و جیوه نمونه‌ها، از روش هضم مرطوب با استفاده از اسپکتروفتومتری جذب اتمی کوره و هیدرید به ترتیب برای اندازه‌گیری آرسنیک و جیوه استفاده شد. میانگین میزان درصد بازیافت جیوه و آرسنیک در نمونه‌های میگو به ترتیب برحسب میکروگرم بر کیلوگرم ۹۰/۶ درصد و ۱۰۲ درصد به دست آمد. میانگین غلظت آرسنیک و جیوه در نمونه‌های خام میگو برحسب میکروگرم بر کیلوگرم به ترتیب ۲۷/۰۱±۲۳۷/۶۷ و ۱۶/۸۶±۱۱۵/۶۷ به دست آمد. نتایج مطالعه نشان داد میزان غلظت آرسنیک در نمونه‌های میگوی سرخ‌شده به میزان ۶۳/۶۶±۴۵۹/۴۲ میکروگرم بر کیلوگرم افزایش‌یافته که ازنظر آزمون‌های آماری معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). همچنین غلظت جیوه در نمونه‌های بخارپز شده، آب‌پز شده و سرخ‌شده به ترتیب نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت. نتایج نشان داد روش سرخ کردن که یکی از متداول‌ترین روش‌های طبخ آبزیان در ایران می‌باشد، روش مطلوبی ازنظر سلامت مصرف‌کنندگان نیست. همچنین نتایج مطالعه حاضر اهمیت پایش دوره‌ای سطوح جیوه و آرسنیک را در مواد غذایی نشان داد.

واژگان کلیدی: میگو، روش‌های پخت، فلزات سنگین، آرسنیک، جیوه.

مقدمه

آلودگی محیطزیست یکی از مشکلات عمده خصوصاً در کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه می‌باشد (Mendil *et al.*, 2010; Soylak *et al.*, 2003). لذا در سال‌های اخیر سازمان‌های بین‌المللی توجه زیادی به آلودگی محیطزیست خصوصاً آلاینده‌های شیمیایی از قبیل فلزات

سنگین نشان داده‌اند و در این خصوص مطالعات فراوانی صورت گرفته است (Mendil *et al.*, 2010). حضور این آلاینده‌ها در منابع آبی، حاصل از رخدادهای طبیعی مثلاً فعالیت‌های آتش‌فشانی و یا ناشی از فعالیت‌های بشر در طبیعت چون دفع فاضلاب‌های شهری و انواع کارخانه‌ها به منابع عظیم آبی است (Dugo *et al.*, 2006). احداث مجتمع‌های متعدد نفت، گاز و پتروشیمی در کنار این مناطق و پیامدهای آن مانند ایجاد پساب‌های نفتی و شیمیایی، آلودگی صوتی، سوزاندن گازها، جمع شدن مواد زائد شیمیایی، دفع زباله‌ها و مواردی از این قبیل، چالش بزرگ زیست‌محیطی است که باید موردبررسی قرار گیرد. وجود برخی از فلزات مانند مس، روی و نیکل در مواد غذایی ضروری است و نقش مهمی در سیستم‌های زیستی دارند، درحالی‌که برخی دیگر از قبیل کادمیوم، سرب، آرسنیک، جیوه نقش شناخته‌شده‌ای در سیستم‌های زیستی ندارند (Norouzi *et al.*, 2012).

ویژگی این آلاینده‌های سمی، به‌خصوص فلزات سنگین به دلیل تجمع آن‌ها در اعضای بدن آبزیان است که در جریان چرخه‌های زیستی به سطوح غذایی بالاتر و درنهایت به بدن انسان منتقل می‌شوند (Al-Yousuf *et al.*, 2000; Mansouri *et al.*, 2011; Norouzi *et al.*, 2012; Palaniappan and Karthikeyan, 2009). مشخص‌شده است که این عوامل نوروتوکسیک و تراتوژنیک بوده و نتایج مزمن آن در بدن با صدماتی از قبیل عوارض و اختلالات پوستی، کلیوی، غددی و سیستم عصبی بر عملکرد بدن انسان همراه است (Goyer *et al.*, 1995). قدرت انباشتگی بالای این فلزات سنگین آن‌ها را به یک نشانگر و شاخص زیستی مفید آلودگی سیستم‌های آبی به فلزات سنگین تبدیل نموده که دارای حساسیت بالا نسبت به تغییرات آلودگی در محیط‌زیست می‌باشد (Keskin *et al.*, 2007; Norouzi *et al.*, 2012).

ازآنجایی‌که غذاهای دریایی معمولاً قبل از مصرف پخته و یا فرآوری می‌شوند، روش‌های پخت‌وپز می‌تواند بر میزان باقی‌مانده این آلاینده‌ها در مواد غذایی فرایند شده مؤثر باشد (Maulvault *et al.*, 2011). بنابراین مصرف‌کنندگان مواد غذایی دریایی که می‌توانند تا حدی میزان آلودگی را تحمل کنند، ممکن است به دلیل روش‌های پخت در معرض خطرهای بیشتری قرار گیرند (و یا برعکس). مطالعات مشابهی در خصوص اثر روش‌های پخت در غلظت عناصر سنگین توسط Maulvault و همکاران (۲۰۱۱)، Atta و همکاران(۲۰۱۱)، Devasa و همکاران (۲۰۰۱) و Ganjavi و همکاران (۲۰۱۰) انجام‌شده است. با توجه به افزایش آلودگی آب‌ها و به دنبال آن آبزیان، مطالعه حاضر باهدف بررسی غلظت آرسنیک و جیوه در میگوی سفید هندی و تأثیر روش‌های مختلف پخت بر میزان باقی‌مانده این فلزات در این فرآورده صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

در این بررسی ۱۶ قطعه میگوی سفید هندی صیدشده از سواحل خلیج‌فارس تهیه و در شرایط یخچال به مجتمع آزمایشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی شهرکرد منتقل گردید. پس از اندازه‌گیری طول و وزن نمونه‌ها، مراحل آماده‌سازی شامل جدا کردن سر، تخلیه شکم و پوست‌کنی انجام شد. سپس هر نمونه به چهار قسمت مساوی که شامل یک قسمت نمونه (شاهد) و سه قسمت نمونه (تیمار) تقسیم شد به‌طوری‌که ۶۴ نمونه نهائی فراهم گردد. روش‌های مختلف پخت شامل آب‌پز کردن در دمای ۲ ±۱۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه، بخارپز کردن در دمای ۳±۱۰۲ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه و سرخ کردن در دمای ۵±۱۶۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ دقیقه بر روی نمونه‌ها انجام گرفت (Maulvault *et al.*, 2011). آزمایش در چهار تکرار انجام شد.

به‌منظور آماده‌سازی و هضم نمونه‌ها، ۵ گرم از نمونه‌ی همگن‌شده و به ارلن مایر ۲۵۰ میلی‌لیتری انتقال داده و ۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک (HNO_3) ۷۰ درصد (ساخت شرکت مرک آلمان) به آن اضافه شد. در ارلن با درپوش شیشه‌ای پوشانده و در حرارت ملایم (حدود ۶۰ درجه سلسیوس) زیر هود حرارت داده شد تا نمونه‌ها پس از طی مدت‌زمانی حدود ۲۴ ساعت، در اسید حل‌شده و محلول کاملاً شفاف به دست آید. سپس به ازای هر گرم نمونه، ۲ میلی‌لیتر مخلوط اسیدکلریدریک ۳۷ درصد (ساخت شرکت مرک آلمان) و اسیدسولفوریک ۹۶ درصد (ساخت شرکت مرک آلمان) به

نسبت حجمی ۱ به ۱ اضافه شد. پس از سرد شدن، محلول حاصل از هضم به بالن ژوژه ۲۵ میلی‌لیتر انتقال یافت و با آب مقطر دو بار تقطیر به حجم رسانده شد. تمامی ظروف شیشه‌ای مورداستفاده در این آزمایش توسط اسید نیتریک ۱۷ درصد اسید شویی شده و در آون خشک گردید (Emami Khansari *et al.*, 2005; Norouzi *et al.*, 2012). تمامی محلول‌های استاندارد آرسنیک و جیوه از رقیق کردن محلول استاندارد اولیه همین عناصر به غلظت ۱۰۰۰ قسمت در میلیون توسط آب مقطر دو بار یون‌زدایی شده تهیه شد.

سنجش فلزات آرسنیک و جیوه توسط دستگاه جذب اتمی (Perkin Elmer, 4100، ساخت کشور آمریکا) موردانداز‌ه‌گیری قرار گرفت (Emami Khansari *et al.*, 2005). آرسنیک با سیستم کوره و جیوه به روش جذب اتمی با سیستم هیدرید اندازه‌گیری شدند. حد تشخیص (Detection of Limit) دستگاه برای سنجش این فلزات ۰/۰۵ قسمت در بیلیون بود. پس از تنظیم سیستم کوره و منبع تولید اشعه کاتدی دستگاه (لامپ‌های کاتدی) و اپتیمم کردن دستگاه جذب اتمی، منحنی کالیبراسیون این عناصر به کمک استانداردهای ۵۰، ۱۰۰ و ۵۰۰ قسمت در بیلیون آرسنیک ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ جیوه قسمت در بیلیون و ماتریکس مدیفایر پلادیوم، توسط نرم‌افزار Win Lab۳۲ رسم گردید و نهایتاً مقدار این عناصر در نمونه‌ها با توجه به منحنی استاندارد رسم شده توسط دستگاه اندازه‌گیری شد.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان فلزات جیوه و آرسنیک توسط نرم‌افزار SPSS نسخه بیستم با استفاده از روش آنالیز تحلیل واریانس یک‌طرفه آنوا (ANOVA) و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن مورد تجزیه‌وتحلیل آماری قرار گرفت. وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد و سطح آماری p=۰/۰۵ تعیین شد.

نتایج

جهت ارزیابی دقت و صحت آزمون، درصد بازیافت (Recovery Rate) محاسبه گردید که بر اساس آن میزان درصد بازیافت جیوه و آرسنیک در نمونه‌های میگو به ترتیب برحسب میکروگرم بر کیلوگرم ۹۰/۶ درصد و ۱۰۲ درصد به دست آمد. در این مطالعه میانگین طول و وزن در نمونه‌های میگوی سفید هندی به ترتیب ۴/۵۷ سانتی‌متر و ۱۸/۸۸ گرم بود. میزان غلظت فلزات سنگین آرسنیک و جیوه در نمونه‌های خام میگوی سفید هندی به ترتیب ۲۷/۰۱±۲۳۷/۶۷و ۱۶/۸۶±۱۱۵/۶۷ میکروگرم بر کیلوگرم محاسبه گردید. تغییرات غلظت فلزات سنگین آرسنیک و جیوه در طی فرآیندهای پخت در جداول ۱ و ۲ نشان داده‌شده است. مطابق نتایج جدول ۱ میزان میانگین غلظت آرسنیک در نمونه میگو سرخ‌شده بیشترین مقدار و در نمونه بخارپز شده کمترین مقدار را نسبت به نمونه شاهد نشان می‌دهد. غلظت آرسنیک در نمونه‌های سرخ‌شده در قیاس با نمونه میگویی‌های خام، بخارپز شده و آب‌پز شده بیشتر و این اختلاف ازنظر آزمون مقایسه میانگین‌های دانکن معنی‌دار بود (P<۰/۰۵).

جدول ۱: میانگین غلظت آرسنیک در نمونه‌های میگوی هندی (*F. indicus*) خام، سرخ‌شده، بخارپز و آب‌پز شده در سال ۱۳۹۳.

نوع فرآیند	تعداد نمونه	تکرار	**میانگین** (میکروگرم در کیلوگرم)
خام	۴	۴	[a]۲۷/۵۱± ۲۳۷/۶۷
سرخ‌شده	۴	۴	[b]۶۳/۶۶± ۴۵۹/۴۲
بخارپز	۴	۴	[a]۱۴/۴۲±۲۱۴/۰۰
آب‌پز	۴	۴	[a]۱۱/۷۲± ۲۳۰/۳۳

*میانگین‌ها در گروه‌های مختلف با حروف لاتین متفاوت، دارای تفاوت معنی‌داری است (P<۰/۰۵).

داده‌های جدول ۲ نشان داد میزان میانگین غلظت فلز جیوه در میگوی سفید هندی در نمونه‌های بخارپز شده، آب‌پز شده و سرخ‌شده به ترتیب نسبت به نمونه شاهد کاهش‌یافته است. اگرچه این اختلاف بر اساس آزمون آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه و دانکن معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار غلظت جیوه در نمونه‌های میگوی سفید هندی خام، سرخ‌شده، بخارپز و آب‌پز.

نوع فرآیند	تعداد نمونه	تکرار	**میانگین** (میکروگرم در کیلوگرم)
خام	۴	۴	[a]۱۶/۸۶±۱۱۵/۶۷
سرخ‌شده	۴	۴	[a]۱۴/۹۱±۹۴/۳۳
بخارپز	۴	۴	[a]۱۷/۷۹±۱۱۳/۳۳
آب‌پز	۴	۴	[a]۷/۹۴±۹۴/۰۰

بحث و نتیجه‌گیری

فلزات سنگین موجود در محیط‌زیست یک خطر بالقوه برای موجودات زنده به شمارمی‌آیند. انسان و حیوانات همواره در معرض آلودگی به فلزات سنگین غیرضروری می‌باشند. فلزاتی مانند جیوه و آرسنیک ممکن است از منابع مختلفی، آبزیان را آلوده ساخته و وارد بافت‌های ماهی و سایر آبزیان شوند.

در این مطالعه مقادیر جیوه و آرسنیک در میگوی خام به ترتیب ۱۶/۸۶±۱۱۵/۶۷و ۲۳۷/۲۷۶۷/۰۱ میکروگرم بر کیلوگرم به دست آمد. مطالعات مشابهی روی میگو توسط Firat و همکاران (۲۰۰۸) و رحیمی و همکاران (۲۰۱۳) صورت گرفته است. همچنین رئیسی و همکاران (۲۰۱۲) میزان جیوه و آرسنیک را ۱۱۵–۴۹ میکروگرم بر کیلوگرم و ۱۳۱–۱۱۵ میکروگرم بر کیلوگرم در میگوی سبز ببری خلیج‌فارس گزارش کردند. Ozden (۲۰۱۰) میزان جیوه را در محدوده‌ی ۰/۷۱۶–۰/۳۷۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم بیان نمودند (Firat *et al.*, 2008; Ozden, 2010; Rahimi *et al.*, 2013; Raissy *et al.*, 2012). نتایج نشان می‌دهد که میانگین غلظت جیوه بالاتر از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی (WHO) (۱۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم) و در محدوده‌ی مجاز تدوین‌شده توسط سازمان دارو و غذای کشور امریکا (FDA) (۵۰۰–۱۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم) قرار دارد. میزان آرسنیک نمونه‌های میگوی سفید هندی نیز در این پژوهش کم‌تر از حداکثر حد مجاز استاندارد سازمان غذا و داروی آمریکا (۶۰۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم) می‌باشد.

بررسی غلظت آرسنیک و جیوه طی فرآیندهای مختلف پخت چون آب‌پز کردن، بخارپز کردن و سرخ کردن در میگوی سفید هندی نشان داد غلظت آرسنیک در گروه شاهد ۲۳۷/۶۷ میکروگرم بر کیلوگرم و در نمونه میگوهای سرخ‌شده به ۴۵۹/۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم افزایش یافت.

تحقیقات صورت گرفته توسط سایر محققین ازجمله Maulvault و همکاران (۲۰۱۱) در اسپانیا حاکی از آن است که غلظت آرسنیک در گوشت خرچنگ خام به‌طور معنی‌داری کمتر از گوشت پخته‌شده آن می باشد که میزان آن در نمونه گوشت خرچنگ خام ۱۸ میکروگرم بر کیلوگرم و در نمونه بخارپز شده ۲۴ میکروگرم بر کیلوگرم گزارش‌شده است که تفاوتی را نسبت به مطالعه‌ی حاضر نشان می‌دهد. همچنین غلظت جیوه در نمونه‌های گوشت خام خرچنگ (۱۱۵±۸۶۱ میکروگرم بر کیلوگرم) به‌طور معنی‌داری کمتر از گوشت خرچنگ کباب شده (۲۱۶±۱۲۶۳ میکروگرم بر کیلوگرم) بوده است. اگرچه اختلاف معنی‌داری بین غلظت جیوه در نمونه‌های گوشت خام خرچنگ (۱۱۵±۸۶۱ میکروگرم بر کیلوگرم) با بخارپز شده (۹۲±۹۸۸ میکروگرم بر کیلوگرم) و سرخ‌شده (۱۰۵±۹۵۷ میکروگرم بر کیلوگرم) مشاهده نشده است (Maulvault *et al.*, 2011). در پژوهشی که توسط Atta و همکاران بر دیگر فلزات سنگین ازجمله سرب و کادمیوم در ماهی تیلاپیای نیل (*Tilapia nilotica*) صورت گرفته،

نشان داده شد که فلزات در طی پختن و بخارپز کاهش‌یافته است و علت کاهش، آزاد شدن این فلزات به دلیل کاهش آب به‌صورت نمک و یا ترکیب با پروتئین‌های محلول بیان‌شده است (Atta *et al.*, 1997). همچنین Devasa و همکاران (۲۰۰۱) افزایش چشمگیر آرسنیک در صدف داران و اسکوید را پس از پخت گزارش کردند. در بررسی Ganjavi و همکاران (۲۰۱۰) مشخص شد که مراحل تهیه کنسرو ازجمله انجماد زدایی، پخت و سترون نمودن، میزان فلزات سنگین سرب و کادمیوم را کاهش می‌دهد. مطالعه مشابهی از Ersoy و همکاران بر روی فلزات سنگین ازجمله آرسنیک در ماهی باس دریایی بیان‌گر آن است که آرسنیک در روش‌های سرخ کردن و ماکروویو به‌طور قابل‌توجهی افزایش داشته است، به‌نحوی‌که میزان آن در نمونه خام از ۰/۳۷۲ به ۲/۶۶ میکروگرم بر گرم در نمونه سرخ‌شده رسیده است. در این مطالعه روش‌های سرخ کردن و ماکروویو به‌عنوان روش‌های ناسالم پخت ماهی معرفی شد. به نظر می‌رسد علت افزایش آرسنیک در طی فرآیند سرخ کردن و ماکروویو کاهش وزن و رطوبت ماده‌ی غذایی پخته‌شده بوده است (Ersoy *et al.*, 2006).

احتمالاً یکی از مهم‌ترین علل افزایش غلظت فلز آرسنیک در نمونه‌های سرخ‌شده ،کاهش وزن نمونه به علت کاهش رطوبت است. عدم‌تغییر غلظت فلز جیوه در روش‌های آب‌پز کردن و بخارپز کردن را می‌توان به افت وزن کمتر نسبت به نمونه‌های سرخ‌شده دانست و احتمالاً میزان ناچیزی از فلزات هم در عصاره و یا آب نمونه‌های آب‌پز واردشده است.

نتایج این مطالعه نشان داد روش سرخ کردن آبزیان متداول‌ترین روش‌های طبخ آبزیان در ایران می‌باشد، روش مطلوبی ازنظر سلامت مصرف‌کنندگان نیست.

منابع

AL-Yousuf, M. H., EL-Shahawi, M. S. and Al-Ghais, S. M., 2000. Trace metals in liver, skin and muscle of *Lethrimus lentjan* fish species in relation to body length and sex. Science of the Total Environment, 256:87-94.

Atta, M. B., El-sebaie, L. A., Noaman, M. A. and Kassab, H. E., 1997. The effect of cooking on the content of heavy metals in fish (*Tilapia nilotica*). Food Chemistry, 58:1-4.

Devesa, V., Macho, M. L., Jalon, M., Urieta, I., Mun oz, O., Suner, M. A., Lopez, F., Velez, D. and Montoro, R., 2001. Arsenic in cooked seafood products: Study on the effect of cooking on total and inorganic arsenic concentrations. Journal of Agriculture of Food Chemistry, 49: 4132–4140.

Dugo, G., La Pera, L., Bruzzese, A., Pellicano, T. M. and Lo Turco, V., 2006. Concentration of Cd(II), Cu (II), Pb (II), Se (IV) and Zn (II) in cultured seabass (*a*) from Tyrrhenian Sea and Sicilian Sea by derivative stripping potentiometey. Food Control, 17: 146–152.

Emami Khansari, F., Ghazi-Khansari, M. and Abdollahi, M., 2005. Heavy metals content of canned tuna fish. Food Chemistry, 93: 293–296.

Ersoy, B., Yanar, Y., Kucukgulmez, A. and Celik, M., 2006. Effects of four cooking methods on the heavy metal concentrations of sea bass fillets (*Dicentrarchus labrax* Linne, 1785). Food Chemistry, 99: 748–751.

Firat, O., Gok, G., Cogun, H. Y., Yuzereroglu, T. A. and Kargin, F., 2008. Concentrations of Cr, Cd, Cu, Zn and Fe in crab *Charybdis longicollis* and shrimp *Penaeus semisulcatus* from the Iskenderun Bay, Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 147: 117-123.

Ganjavi, M., Ezzatpanah, H., Givianrad, M.H. and Shams, A., 2010. Effect of canned tuna fish processing steps on lead and cadmium contents of Iranian tuna fish. Food Chemistry, 118: 525–528.

Goyer, R. A., Klaassen, C. D. and Waalkes, M. P., 1995. Metal toxicology. Academic Press, San Diego, CA. 525 pages.

Keskin, Y., Baskaya, R., Ozyaral, O., Yurdun, T., Luleci, N. E. and Hayran, O., 2007. Cadmium, lead, mercury and copper in fish from the Marmara Sea, Turkey. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 78: 258–261.

Mansouri, B., Ebrahimpour, M. and Babaei, H., 2011. Bioaccumulation and elimination of nickel in the organs of black fish (Capoetafusca). Toxicology and Industrial Health, 28:361-368.

Maulvault, A. L., Machado, R., Afonso, C., Lourenço, H. M., Nunes, M. L., Coelho, I., Langerholc, T. and Marques, A., 2011. Bioaccessibility of Hg, Cd and As in cooked black scabbard fish and edible crab. Food and Chemical Toxicology, 49: 2808–2815.

Mendi,l D., Unal, O. F., Tuzen, M. and Soylak, M., 2010. Determination of trace metals in different fish species and sediments from the River Yesilhrmak in Tokat, Turkey. Food and Chemical Toxicology, 48: 1383–1392.

Norouzi, M., Mansouri, B., Hamidian, A.H., Zarei, I. and Mansouri, A., 2012. Metal concentrations in tissues of two fish species from Qeshm Island, Iran. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 89: 1004–1008.

Ozden, O., 2010. Seasonal differences in the trace metal and macrominerals in shrimp (*Parapenaus Longirostris*) from Marmara Sea. Environmental Monitoring and Assessment, 162: 191-199.

Palaniapppan, P. L. R. M. and Karthikeyan, S., 2009. Bioaccumulation and depuration of chromium in the selected organs and whole body tissues of freshwater fish Cirrhinusmrigala individually and in binary solutions with nickel. Journal of Environmental Sciences, 21:229-236.

Rahimi, E., Zaker, Sh., Farfani, M. H., Araghi, M. R., Vafaei, M. and Goudarzi, M. A., 2013. Cadmium concentration in shrimp (*Penaeus semisulcatus* and *Penaeus monodon*) caught from the coastal areas in Southern Iran. Toxicology and Industrial Health, 29(3): 272-275.

Raissy, M., Rahimi, E., Nadeali, V., Ansari, M. and Shakerian, A., 2012. Mercury and arsenic in green tiger shrimp from the Persian Gulf. Toxicology and Industrial Health, 10:1-5.

Soylak, M., Karatepe, A. U., Elci, L. and Dogan, M., 2003. Column preconcentration Column preconcentration spectrometric determinations of some heavy metals in table salt samples using AmberliteXAD-1180. Turkish Journal of Chemistry, 27: 235-242.