



بررسی و مقایسه تجمع آرسنیک، سرب و روی در عضله میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) و میگوی سفید هندی (*Fenneropenaeus indicus*) پرورشی ایران

محمد ولایت‌زاده^{۱*}، ابوالفضل عسکری ساری^۲

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، اهواز، ایران

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، گروه شیلات، اهواز، ایران

مسئول مکاتبات: mv.5908@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۲/۸/۲۵

تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۱

چکیده

تحقیق حاضر به منظور تعیین غلظت فلزات سنگین سرب، روی و آرسنیک در عضله دو گونه میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) و میگوی هندی (*Fenneropenaeus indicus*) در سال ۱۳۸۹ انجام گرفت. در این تحقیق ۳ کیلوگرم نمونه میگوی وانامی از مجتمع پرورش میگوی چوئیده (آبادان) و ۳ کیلوگرم میگوی سفید هندی از بندر کلاهی استان هرمزگان تهیه شد. سنجش فلزات در عضله نمونه‌ها، از روش هضم مرطوب و تعیین غلظت فلزات سنگین به روش جذب اتمی به کمک دستگاه Perkin Elmer 4100 صورت پذیرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS 17 و آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) انجام شد. بالاترین غلظت فلزات سنگین مربوط به روی در عضله میگوی هندی به میزان $15/16 \pm 0/4$ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر بود. همچنین پایین‌ترین غلظت فلزات سنگین مربوط به آرسنیک در عضله میگوی وانامی به میزان $0/004 \pm 0/087$ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر بود. غلظت سرب و روی در عضله میگوی وانامی و میگوی سفید هندی اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0/05$)، اما در میزان آرسنیک اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0/05$) در این تحقیق میزان سرب، روی و آرسنیک در مقایسه با آستانه مجاز استانداردهای جهانی پایین‌تر بود.

کلمات کلیدی: فلزات سنگین، تجمع زیستی، میگو، عضله

مقدمه

متخصصان علوم تغذیه، پزشکی و محیط زیست می‌باشد [۱۲، ۳۶]. سخت‌پوستان گروهی بی‌مهرگان هستند که توانایی تجمع فلزات سنگین را در بدن دارند. روی از عناصر ضروری در بدن سخت‌پوستان می‌باشد که نقش مهمی در متابولیسم و بقای سلول‌ها و رشد و نمو دارد و می‌تواند در غلظت‌های بالا تجمع یابد [۲۸، ۴۱]. آرسنیک جزء عناصر سمی شناخته شده است اما میزان سمیت این عنصر به فرم شیمیایی آن بستگی دارد و دارای سمیت ملایم می‌باشد [۱۷، ۲۶]، فلزی است که در طبیعت وجود دارد و یکی از خطرناک‌ترین آلاینده‌های زیست محیطی محسوب می‌گردد [۳]. همچنین این عنصر نقشی در فعل و انفعالات زیستی در بدن انسان ندارد و بر روی

میگو منبع غنی از پروتئین، انواع ویتامین‌ها (A، B_{۱۲}، B_۶، B_۳، C، D، E) و اسید آمینه تریپتوفان (پیش‌ساز ویتامین نیاسین (B_۳) بوده و از لحاظ مواد معدنی نیز غنی بوده و دارای آهن، سلنیوم، کلسیم، منیزیم، پتاسیم، فسفر، سدیم، روی، منگنز فراوان بوده و در بین این مواد معدنی کلسیم، آهن، روی، منیزیوم و فسفر میگو نسبت به سایر آبزیان بیشتر است. میگو دارای چربی کمی بوده و از چربی‌های امگا ۳ غنی می‌باشد [۱۶، ۴۷]. فلزات سنگین نظیر سرب، کادمیوم و جیوه جزء آلاینده‌های زیست محیطی شناخته شده‌اند، زیرا دارای اثرات سمی، جهش‌زا و سرطان‌زا در بدن موجودات زنده می‌باشند. پایش این فلزات سمی مسأله مهمی برای



سیستم قلب و عروق و پوست، سیستم عصبی مرکزی و محیطی، کلیه‌ها و سیستم خونساز بدن تاثیرگذار می‌باشد و سبب سرطانزایی می‌گردد [۴۴، ۴۵، ۵۰]. سرب نیز جزء فلزات سمی می‌باشد که در میان فلزات سنگین بیشترین پراکنش انتشار را دارد و بیشترین اثرات منفی را بر بدن انسان برجای می‌گذارد [۱۳]. اختلال بیوستنز هموگلوبین و کم خونی، افزایش فشار خون، آسیب به کلیه، سقط جنین و نارسای نوزاد، اختلال سیستم عصبی، آسیب به مغز، ناباروری مردان، کاهش قدرت یادگیری و اختلالات رفتاری در کودکان از عوارض منفی افزایش غلظت سرب در بدن است [۱، ۴۸]. فلز روی از عناصر ضروری در واکنش‌های زیستی می‌باشند که بصورت هموآستاتیک تنظیم می‌شود. روی در بدن انسان، در غلظت بالا، در پروستات، استخوان، عضله و کبد پیدا شده است [۶].

در خصوص تجمع فلزات سنگین در آبزیان پرورشی در ایران و جهان تحقیقات متعددی انجام گرفته است [۲۳، ۲۹، ۳۴، ۳۶، ۳۷، ۳۸].

با توجه به نقش میگو در تغذیه انسان و همچنین اهمیت فلزات سنگین از نظر بهداشت و سلامت در آبزیان، هدف این تحقیق اندازه‌گیری و مقایسه تجمع سرب، روی و آرسنیک در عضله خوراکی دو گونه میگوی وانامی و سفید هندی پرورشی بود.

مواد و روش کار

در این تحقیق ۳ کیلوگرم نمونه میگوی وانامی از مجتمع پرورش میگوی چوبده (آبادان) و ۳ کیلوگرم میگوی سفید هندی از بندر کلاهی استان هرمزگان در سال ۱۳۸۹ تهیه شد. نمونه‌های میگوی به وسیله جعبه‌های یونولیت حاوی یخ به آزمایشگاه انتقال داده شدند. از هر گونه میگو ۱۸ آنالیز فلزات سنگین انجام گردید. ابتدا پوسته کیتینی و امعا و احشا میگوها از بافت عضله جدا گردید. سپس نمونه‌های عضله به دست آمده را به مدت ۱۲۰ تا ۱۵۰ دقیقه در آون با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده تا به وزن ثابت رسیده و سپس از داخل آون خارج شوند. برای

هضم نمونه‌ها از روش مرطوب استفاده شده است که ۰/۵ گرم از نمونه در یک بالن ۲۵۰ میلی لیتری ریخته شد و به آن ۲۵ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ، ۲۰ میلی لیتر اسید نیتریک ۷ مولار و ۱ میلی لیتر محلول مولیبدات سدیم ۲ درصد اضافه شد 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 مبرد 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 شد تا بخار سفید رنگ اسید به طور کامل محو شد، مخلوط سرد شده و در حالی که بالن چرخانده می‌شد ۱۰ میلی لیتر آب مقطر از بالای مبرد به آرامی به آن اضافه شد. با حرارت دادن (حدود ۱۰۰ دقیقه) محلول کاملاً شفافی به دست آمد، این محلول پس از سرد شدن به داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری انتقال داده شد و به حجم رسانده شد [۱۹، ۲۴، ۳۳].

همچنین سنجش آرسنیک، سرب و روی به روش جذب اتمی با کمک دستگاه Perkin Elmer 4100 انجام شد. روی با سیستم شعله و آرسنیک و سرب با سیستم کوره اندازه‌گیری شدند. جهت اندازه‌گیری عناصر مورد نظر ابتدا به ۱۰ میلی لیتر محلول هضم شده نمونه‌ها، ۵ میلی لیتر محلول آمونیم پیرولیدین کاربامات ۵٪ اضافه شده و به مدت ۲۰ دقیقه نمونه‌ها بهم زده شدند تا عناصر به صورت فرم آلی فلزی در محلول کمپلکس شوند و سپس به نمونه‌ها ۲ میلی لیتر متیل ایزوبوتیل کتون اضافه شد و به مدت ۳۰ دقیقه نمونه‌ها بهم زده شدند و پس از ۱۰ دقیقه نمونه‌ها در دور ۲۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند و عناصر مورد نظر به فاز آلی منتقل شدند. پس از تنظیم کوره و سیستم منبع تولید اشعه کاتدی دستگاه و اپتیمم کردن دستگاه جذب اتمی منحنی کالیبراسیون این عناصر به کمک استانداردهای این عناصر و ماتریکس مدیفایر پالادیوم توسط نرم‌افزار WinLab 32 رسم گردید و مقدار این عناصر در محلول‌های آماده شده اندازه‌گیری گردید [۹، ۳۵].



داشت ($P < 0/05$)، اما در میزان آرسنیک اختلاف معنی-داری مشاهده نشد ($P > 0/05$). بالاترین غلظت فلزات سنگین مربوط به روی در عضله میگوی هندی به میزان $0/4 \pm 15/16$ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر بود. همچنین پایین‌ترین غلظت فلزات سنگین مربوط به آرسنیک در عضله میگوی وانامی به میزان $0/04 \pm 0/087$ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر بود (جدول ۱). همچنین مقایسه فلزات در دو گونه میگوی پرورشی نشان داد بالاترین میزان فلزات سرب، روی و آرسنیک در عضله میگوی هندی بود.

در این بررسی تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS17 انجام شد و میانگین داده‌ها به کمک آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) با یکدیگر مقایسه شدند که وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ تعیین گردید. همچنین در رسم نمودارها و جداول از نرم‌افزار Excel 2007 استفاده گردید.

نتایج

بر اساس نتایج به دست آمده به کمک آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) غلظت سرب و روی در عضله میگوی وانامی و میگوی سفید هندی اختلاف معنی‌داری

جدول ۱- میزان فلزات سنگین در عضله میگوی وانامی و میگوی سفید هندی (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر)

	آرسنیک	سرب	روی
میگوی وانامی	$0/087 \pm 0/004^a$	$0/215 \pm 0/012^a$	$11/5 \pm 0/36^a$
میگوی سفید هندی	$0/105 \pm 0/006^b$	$0/262 \pm 0/011^b$	$15/16 \pm 0/4^b$
حداقل	0/082	0/202	11/2
حداکثر	0/112	0/274	15/6

حروف متفاوت در هر ستون اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهد ($P < 0/05$)

بحث

Penaeus setiferu ۷/۳۳ [۴۶]، میگوی *Parapenaeus longirostris* ۰/۱۹۷-۰/۲۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم [۳۶] بود. پایین بودن تجمع فلزات سنگین در بافت عضله، ممکن است به دلیل پایین بودن میزان پروتئین‌های باند شونده با فلزات سنگین باشد [۱۰]. به نظر می‌رسد، بافت عضله به عنوان محل اصلی تجمع فلزات سنگین قلمداد نمی‌شود [۴۰].

در این تحقیق میزان روی در عضله میگوی سفید هندی بالاتر از میگوی وانامی بود ($P < 0/05$). میزان روی در عضله دو گونه مورد مطالعه در مقایسه با آستانه استاندارد سازمان بهداشت جهانی (۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم)، وزارت کشاورزی - شیلات انگلستان (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) و انجمن ملی بهداشت و سلامت استرالیا (۱۵۰

در این تحقیق میزان سرب در عضله میگوی سفید هندی بالاتر از میگوی وانامی بود ($P < 0/05$). میزان سرب در عضله دو گونه مورد مطالعه در مقایسه با آستانه استاندارد سازمان بهداشت جهانی (۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم)، وزارت کشاورزی - شیلات انگلستان (۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) و انجمن ملی بهداشت و سلامت استرالیا (۱/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) پایین تر بود (جدول ۲). میزان سرب در میگوی ببری سبز (*Penaeus Semisulcatus*) [۳۰] ۰/۰۵۹، میگوی *Penaeus notialis* [۱۴] ۰/۰۲۹، میگوی ببری سبز ۱/۱ [۲۷]، میگوی موندون (*Penaeus monodon*) [۲۱] ۳۲/۱۲، میگوی *Penaeus monoceros* [۲۵] ۱۳/۸، میگوی آبی *Litopenaeus stylirostris* [۲۰] ۵/۳، میگوی



در این تحقیق میزان آرسنیک در عضله میگوی هندی بالاتر از میگوی وانامی بود. میزان آرسنیک در عضله میگوی هندی و وانامی در مقایسه با آستان مجاز استانداردهای کشور سنگاپور و مالزی، استاندارد سازمان غذای نیوزلند و استرالیا و انجمن ملی بهداشت و سلامت استرالیا (۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) پایین‌تر بود. میزان آرسنیک در میگوی موزی ۱۷/۳۴ [۴۲] و در میگوی *Parapenaeus longirostris* ۰/۳۶۸-۰/۲۶۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بود [۳۶] که با نتایج این تحقیق همخوانی ندارد.

میلی‌گرم در کیلوگرم) پایین‌تر بود (جدول ۲). میزان روی در میگوی مونودون (*Penaeus monodon*) ۱۱۸۴/۶۸ [۲۱] و ۱۳/۰۳ [۱۵]، میگوی *Penaeus notialis* ۱۵/۷ [۱۴] و میگوی موزی ۴۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم [۳۷] بود. همچنین میزان مس در میگوی مونودون (*Penaeus monodon*) ۳/۵۶ [۱۵]، میگوی ببری سبز ۲/۴ [۲۷]، میگوی *Penaeus notialis* ۴/۸۱ [۱۴] و میگوی *Parapenaeus longirostris* ۱۷/۸۶ [۳۷] و ۹/۱ [۱۸]، میگوی *Parapenaeus longirostris* ۱۷/۷۰-۱۱/۰۹ میلی‌گرم در کیلوگرم [۳۶] بود. میزان تجمع عناصر ضروری و فلزات سنگین در اندام‌های مختلف سخت‌پوستان به خصوصیات زیستی مانند جنسیت و اندازه موجود زنده بستگی دارد.

جدول ۲- مقایسه میزان آرسنیک، سرب و روی در مقایسه با استانداردهای جهانی (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر)

منابع	آرسنیک	روی	سرب	استانداردهای بین المللی
۴۹	-	۱۰۰۰	۰/۵	سازمان بهداشت جهانی
۳۹	۲	۱۵۰	۱/۵	انجمن ملی بهداشت و سلامت استرالیا
۱۱،۴۳	۲	-	-	استاندارد سازمان غذا نیوزلند و استرالیا
۳۱	۱	۵۰	۲	وزارت کشاورزی - شیلات انگلستان
۲۲،۳۲	۱	-	-	استاندارد کشور سنگاپور و مالزی
۲۲،۳۲	۶	-	-	کشور هنگ کنگ و اتحادیه اروپا
۰/۱۱۲-۰/۰۸۲	۱۱/۲-۱۵/۶	۰/۲۰۲-۰/۲۷۴		تحقیق حاضر

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق میزان سرب، روی و آرسنیک در عضله دو گونه میگوی پرورشی سفید هندی و وانامی در مقایسه با آستانه مجاز استانداردهای بین‌المللی پایین‌تر بود و جهت تغذیه انسانی مشکلی ایجاد نمی‌کنند. توصیه می‌شود مطالعات تکمیلی سایر فلزات سنگین در عضله و اندام‌های دیگر مانند هپاتوپانکراس، پوسته کیتینی و امعا و احشا این دو گونه میگوی پرورشی صورت گیرد.

منابع

- ۱- اسماعیلی ساری، ع. ۱۳۸۱. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد محیط زیست. انتشارات نقش مهر. چاپ اول. ۷۶۷ صفحه.
- ۲- امینی رنجبر، غ. و علیزاده، م. ۱۳۷۸. اندازه‌گیری مقادیر فلزات سنگین (Cr, Zn, Cd, Cu, Pb) در سه گونه از کپورماهیان پرورشی. مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۴۲، صفحات ۱۴۹-۱۴۶.



- 10- Allen-Gill S.M., V.G. Martynov (1995), Heavy metals burdens in nine species of freshwater and anadromous fish from the Pechora River, Northern Russia. *Sciences Total Environment*, 160/161: 653-659.
- 11- ANZFA (Australia New Zealand Food Authority). (1998), Food Standards Code. 389 (37): Standard A12.
- 12- Belitz H.D., W. Grosch, P. Schieberle (2001), *Lehrbuch der Lebensmittelchemie*. Berlin: Springer, ISBN 3-540-41096-1 5.
- 13- Berlin M. (1985), *Handbook of the toxicology of metals*. Elsevier Science Publishers. 2nd ed. London, UK. 2: 376-405.
- 14- Biney C.A., E. Ameyibor (1992), Trace metal concentrations in the pink shrimp *Penaeus notialis*, from the coast of Ghana, *Journal of Water Air Soil Pollution*, 63: 273-279.
- 15- Bin Mokhtar M., A. Zaharin Aris, V. Munusamy, S. Mangala Praveena (2009), Assessment Level of Heavy Metals in *Penaeus Monodon* and *Oreochromis Spp* in Selected Aquaculture Ponds of High Densities Development Area. *European Journal of Scientific Research*, 30(3): 348-360.
- 16- Conner W.E., M. Neuringer, S. Reisbick (1992), Essential fatty acids: The importance of n-3 fatty acids in the retina and brain. *Nutrition Reviews*, 50: 21-29.
- 17- Cornelis R., H. Crews, J. Caruso, K.G. Heumann (2005), Toxic effects of arsenic. In: *Handbook of Elemental Speciation II: Species in the Environment*. Food, Medicine and Occupational Health, Chichester, 78-79.
- 18- Darmono D., G.R.W. Denton, (1990), Heavy metal concentrations in the banana prawn, *Penaeus merguensis*, and leader prawn, *P. monodon*, in the Townsville
- ۳- برزگری، ف.، وحدتی، ا. و افروز، ت. ۱۳۸۷. اثر آرسنیک بر سلول‌های خونی موش صحرائی (رات). مجله زیست‌شناسی ایران، سال ۲۱، شماره ۴، صفحات ۶۱۷-۶۱۱.
- ۴- سقلی، م.، یادگاریان، ل.، حسینی، س.ع. و مخدومی، ن.م. ۱۳۸۸. بررسی غلظت برخی از فلزات سنگین سرب، کادمیوم، جیوه و روی در بافت عضله میگوی سفید هندی پرورشی منطقه گمیشان استان گلستان، منطقه کلاهی استان هرمزگان و میگوی دریای خزر. مجله پژوهش‌های علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، سال چهارم، شماره ۳، صفحات ۸۸-۸۰.
- ۵- اشرفی، د.، غلامپور، ا. و عسکری، ق. ۱۳۸۶. بررسی مقدار فلزات سنگین کادمیوم، سرب، کروم و نیکل در ماهیان پرورشی شهرستان خرم‌آباد. دهمین همایش ملی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی همدان، ۷ صفحه.
- ۶- عسکری ساری، ا. و ولایت‌زاده، م. ۱۳۸۹. هیدروشیمی کاربردی در آبیان. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، چاپ اول، ۲۲۴ صفحه.
- ۷- عسکری ساری، ا. و ولایت‌زاده، م. ۱۳۹۰. بررسی غلظت سرب و روی در بافت‌های کبد و عضله دو گونه ماهی پرورشی کپور معمولی و قزل‌آلای رنگین‌کمان. مجله دامپزشکی ایران، سال هفتم، شماره ۱، صفحات ۳۵-۳۰.
- ۸- مطلبی، ع. ۱۳۸۳. بررسی فلزات سنگین جیوه و سرب در میگوی پرورشی سفید هندی (*indicus Penaeus*) در ایران. مجله علمی شیلات ایران، سال سیزدهم، شماره ۳، صفحات ۱۶۵-۱۵۹.
- 9- Ahmad A.K., M. Shuhaimi-Othman (2010), Heavy metal Concentration in Sediments and fishes from Lake Chini, Pahang, Malaysia. *Journal of Biological Sciences*, 10 (2): 93-100.



- 25- Kargin F., A. Donmez, H. Cogun (2001), Distribution of heavy metals in different tissues of the shrimp *Penaeus semiculatus* (sic) and *Metapenaeus monocerus* (sic) from the Iskenderun Gulf, Turkey: seasonal variations. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 66: 102-109.
- 26- Klonts Z.G. (1979), Fish health management (Vol 2) University of Idaho, Moscow. Idaho, USA. 142 pp.
- 27- Kureishy T.W. (1993), Concentration of heavy metals in marine organisms around Qatar before and after the Gulf war oil spill. *Marine Pollution Bulltein*, 27: 183-186.
- 28- Li Y., Z. Yu, X. Song, Q. Mu (2006), Trace metal concentrations in suspended particles, sediments and clams (*Ruditapes philippinarum*) from Jiaozhou Bay of China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 121: 491-501.
- 29- Maaboodi H., S. Jamili, H. Maddani (2011), Accumulation of heavy metals (Lead and Zinc) in the Liver of some edible fishes in Zayandeh-rood. *Research Journal of Environmental Sciences*, 5(3): 295-301.
- 30- Madany I.M., A.A. Wahab, Z. Al-Alawi (1996), Trace metals concentrations in marine organisms from the coastal areas of Bahrain, Arabian Gulf. *Water, Air Soil Pollution*, 91: 233-248.
- 31- MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries & Food, UK) (1995), Monitoring and surveillance of non-radioactive contaminants in the aquatic environment and activities regulating the disposal of wastes at sea, 1993. Aquatic Environment Monitoring Report No. 44. Direcorate of Fisheries Research, Lowestoft.
- 32- Munoz O., V. Devesa, M.A. Suner, D. Velez, R. Montoro, I. Urieta, M.L. Macho, M. Jalon (2000), Total and inorganic Region of Australia. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 44: 479-86.
- 19- Eboh L., H.D. Mepba, M.B. Ekpo, (2006), heavy metal contaminats and processing effects on the composition, storage stability and fatty acid profiles of five common commercially available fish species in Oron Local Government, Nigeria. *Food Chemistry*, 97(3): 490-497.
- 20- Frias-Espericueta M.G., G. Izaguirre-Fierro, F. Valenzuela-Quinonez, Osuna-J.I. Lopez, D. Voltolina, G. Lopez-Lopez, M.D. Muiy-Rangel, W. Rubio-Castro (2007), Metal Content of the Gulf of California Blue Shrimp *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 79: 214-217
- 21- Guhathakurta H., A. Kaviraj (2000), Heavy metal concentration in water, sediment, shrimp (*Penaeus monodon*) and mullet (*Liza parsia*) in some brackish water ponds of Sunderban, India. *Marine Pollution Bulltein*, 40(11): 914-920.
- 22- Ikem A., N.O. Egiebor (2005), Assessment of trace elements in canned fishes (mackerel, tuna, salmon, sardines and herrings) marketed in Georgia and Alabama (United States of America). *Journal of Food Compostion Analytic*, 18: 771-787.
- 23- Jalilian M., A. Dadolahi-Sohrab, Y. Nikpour (2011), Distribution and contamination of mercury in *Metapenaeus affinis* Shrimp and Sediment from Musa Creek (Northwestern part of the Persian Gulf), I.R. Iran. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 3(3): 227-231.
- 24- Kalay G., M.J. Bevis (2003), Structure and physical property relationships in processed polybutene. *Journal of Applied Polymer Science*, 88: 814-824.



- 40- Romeo M., Y. Siaub, Z. Sidoumou, M. Gnassia-Barelli (1999), Heavy metal distribution in different fish species from the Mauritania coast. *Sciences Total Environment*, 232: 169-75.
- 41- Sanchez-Chardi A., M.J. Lopez-Fuster, J. Nadal (2007), Bioaccumulation of lead, mercury, and cadmium in the greater white-toothed shrew, *Crocidura russula*, from the Ebro Delta (NE Spain): Sex- and age-dependent variation. *Environmental Pollution*, 145: 4-14.
- 42- Soegianto A., A. Hamami (2007), Trace Metal Concentrations in Shrimp and Fish Collected from Gresik Coastal Waters, Indonesia. *Science Asia*, 33: 235-238.
- 43- Tuzen M. (2009), Toxic and essential trace elemental contents in fish species from the Black Sea, Turkey. *Journal of Food and chemical Toxicology*, 47(9): 2302-2307.
- 44- US EPA. (1984), Ambient water quality criteria for arsenic, Report No. 20450, Washington DC.
- 45- US EPA. (2000), Arsenic occurrence in public drinking water supplies, EPA-815-R-00-023, Washington DC.
- 46- Vazquez F.G., V.K. Sharma, Q.A. Mendoza, R. Hernandez (2001), Metals in fish and shrimp of the Campeche sound, Gulf of Mexico. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 67: 756-762.
- 47- Vijayan K., A.D. Diwan (1996), Fluctuations in Ca, Mg and P levels in the hemolymph, muscle, midgut gland and exoskeleton during moulting cycle of the Indian white prawn, *Penaeus indicus* (Decapod; Penaeidae). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 114A: 91-97.
- arsenic in fresh and processed fish products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 4369-4376.
- 33- Okoye B.C.O. (1991), Heavy metals and organisms in the Lagos Lagoon. *International Journal of Environmental Studies*, 37: 285-292.
- 34- Oksuz A., A. Ozilmaz, M. Aktas, G. Gercek, J. Motte (2009), A Comparative Study on Proximate, Mineral and Fatty Acid Compositions of Deep Seawater Rose Shrimp (*Parapenaeus longirostris*) and Red Shrimp (*Plesionika martia*). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(1): 183-189.
- 35- Olowu R.A., O.O. Ayejuyo, G.U. Adewuyi, I.A. Adejoro, A.A.B. Denloye, A.O. Babatunde, A.L. Ogundajo (2010), Determination of Heavy Metals in Fish Tissues, Water and Sediment from Epe and Badagry Lagoons, Lagos, Nigeria. *Journal of Chemistry*, 7(1): 215-221.
- 36- Ozden O. (2010), Seasonal differences in the trace metal and macrominerals in shrimp (*Parapenaeus longirostris*) from Marmara Sea. *Environment Monitoring and Assessment*, 162: 191-199.
- 37- Pourang N., G. Amini (2001), Distribution of trace elements in tissues of two shrimp species from Persian Gulf and effects of storage temperature on elements transportation. *Journal of Water Air Soil Pollution*, 129: 229-43.
- 38- Pourang N., S. Tanabe, S. Rezvan, J.H. Dennis (2005), Trace elements accumulation in edible tissues of five sturgeon species from the Caspian Sea. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, 100: 89-108.
- 39- Reyment G.E. (1990), Australian and some international food standards for heavy metals. *Torry Strait Baseline Study Conference*, 155-164.



49- World Health Organization (WHO). (1996), Trace elements in human nutrition and health. Geneva.

50- World Health Organization (WHO). (2004). Guidelines for drinking water quality. Geneva, 1-22.

48- World Health Organization (WHO). (1995), Health risks from marine pollution in the Mediterranean. Part 1 Implications for Policy Makers, 255 P.