نامه فیزیولوژی و تکوین جانوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان
شماره پیاپی ۲۰، جلد ۶، شماره ۱، زمستان ۹۱، صفحه ۳۷ تا ۴۲

بررسی رابطه وزن با میزان کادمیوم در عضله قزل آلای رنگین کمان(*Oncorhynchus mykiss*) پرورشی در رودخانه دوهزار تنکابن

محمدرضا قمی[۱]، سید محسن حسینی[۲]
۱-دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن. دانشیار گروه شیلات، تنکابن،ایران. m_ghomi@toniau.ac.ir
۲- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن، دانش آموخته کارشناسی ارشد شیلات، تنکابن،ایران.

تاریخ دریافت:۹۱/۱۰/۲۸ تاریخ پذیرش:۹۱/۱۲/۱۵

چکیده

زمینه و هدف: این مطالعه به منظور سنجش فلز سنگین کادمیوم در بافت عضله ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) پرورشی در رودخانه دوهزار تنکابن صورت گرفت و هدف اصلی آن بررسی رابطه میان وزن ماهی با میزان کادمیوم بود.

روش کار: در این تحقیق از ۲۲ ماهی قزل آلای رنگین کمان (از ۲۵ تا ۵۸٤ گرم) استفاده و پس از جداسازی بافت ها، روش هضم بر روی نمونه ها انجام گردید و با کمک دستگاه ولتامتری میزان فلز کادمیوم اندازه گیری شد.

یافته ها: بر اساس نتایج این تحقیق، میانگین غلظت فلز سنگین کادمیوم در بافت عضله ماهیان قزل آلای رنگین کمان پرورشی در رودخانه دوهزار تنکابن ۱/۰۱میکروگرم در گرم بوده است که نشان دهنده بالاتر بودن نرخ آن از حد استاندارد قابل قبول سازمان بهداشت جهانی (*WHO*) (۰/۲ میکروگرم در گرم) می باشد.

نتیجه گیری: با افزایش وزن بدن ماهی، میزان کادمیم روند افزایش معنی داری($p<0/05$) را نشان می دهد.

واژه های کلیدی: فلز سنگین کادمیوم، ماهی قزل آلای رنگین کمان، رودخانه دوهزار تنکابن، رابطه وزنی.

مقدمه

کادمیوم به عنوان فلزی غیر ضروری است که حتی به مقدار بسیار کم سمی می باشد(۲۴،۱۶). کادمیوم از واحدهای تولید PVC، استخراج از معادن، آب کاری، سوخت فرآورده‌های کاغذی، رنگدانه‌ها، صنایع سرامیک، باتری و بسیاری از کارخانجات فرآوری گیاهان صنعتی وارد محیط‌های آبی می گردد (۱۹). کادمیم هم چنین از طریق فاضلاب‌ها و آب‌شویی کشاورزی (حاوی کودهای فسفاته) در محیط‌های آبی توسعه می یابد (۱۴). با توجه به اثرات زیان بار کادمیوم بر روی اکوسیستم‌های آبی، بررسی تجمع زیستی و سمیت آن در گونه‌های مهم به منظور بررسی وسعت زمانی و مکانی آن و هم چنین ارزیابی تأثیرات بالقوه آن بر سلامت موجودات لازم به نظر می رسد (۸،۳۲،۳۱). کادمیم علاوه بر داشتن اثرات خطرناک بر انسان از جمله اسهال و استفراق، شکستگی استخوان، عقیمی، آسیب به سیستم عصبی مرکزی و سرطان (۸)، دارای عوارض سوئی بر ماهیان از جمله موارد زیر است: کادمیوم موجب قطع ترشحات غدد درون ریز و متابولیسم می گردد (۲۹). قرارگرفتن در معرض کادمیوم در ماهیان قزل آلا باعث به تعویق افتادن تشکیل تخم و هم چنین مهار تکوین تخم به مرحله بچه ماهی نورس، خروج زودرس لارو از تخم، مرگ و میر، و ناهنجاری‌های رشدی می‌گردد (۲۹). قرارگرفتن در معرض سطوح پایین‌تر کادمیوم در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) می تواند باعث آسیب به DNA و استرس در آن گردد(۵،۲۱). مطالعات بسیار زیادی در زمینه فلز سنگین کادمیم در آبزیان در کشورهای مختلف صورت گرفته است(۲۷-۲۵، ۱۸، ۱۷، ۱۳، ۷-۲). ماهیان به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های سیستم‌های آب شیرین برای برآورد آلودگی فلزات سنگین در نظر گرفته می شوند (۲۳) و در این میان گونه-

های تجاری و خوراکی به طور گسترده‌ای به منظور بررسی اثرات خطرناک آنان برای سلامت انسان استفاده می شوند(۱۱). بر اساس آمار سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد، ایران در رتبه ۲۴ آبزی پروری در جهان قرار دارد (۱۵). میزان پرورش ماهیان سردابی در سال ۱۳۸۹ نسبت به سال ۱۳۸۸، ۲۴/۳٪ افزایش یافته است (۱). بر این اساس، اهداف این تحقیق شامل تعیین میزان آلودگی ماهیان قزل آلای رنگین کمان پرورشی رودخانه دوهزار تنکابن به فلز کادمیم و هم چنین تعیین رابطه میزان کادمیوم در اوزان مختلف ماهی قزل آلای رنگین کمان بوده است.

مواد و روش‌ها

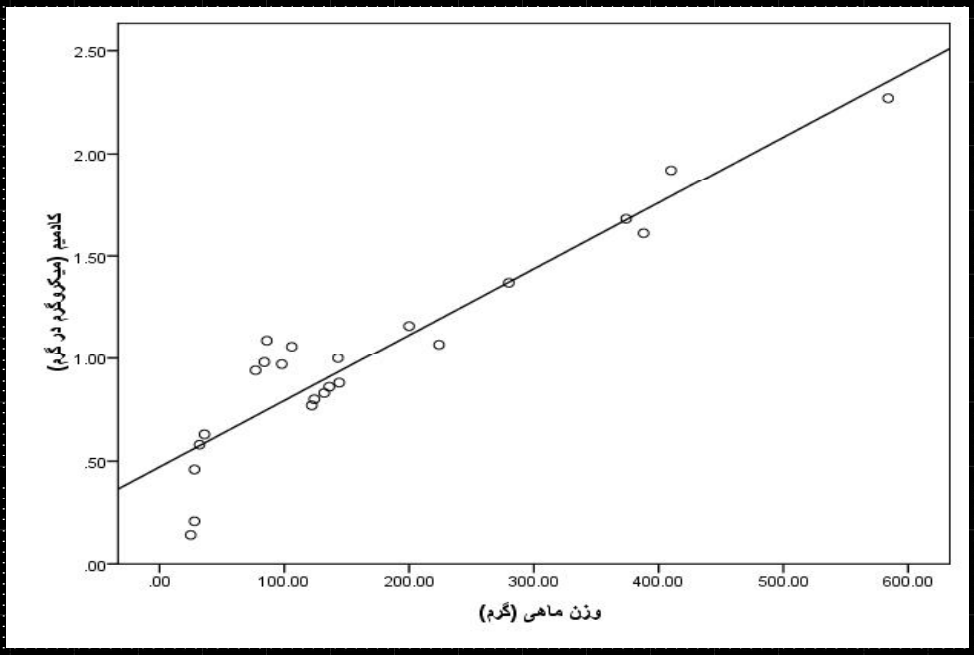
برای انجام این تحقیق ۲۲ عدد ماهی قزل آلای رنگین کمان در اوزان مختلف از ۲۵ تا ۵۸۴ گرم از یک مزرعه پرورش ماهی تنکابن مربوط به رودخانه دوهزار تنکابن در تابستان ۱۳۹۱ جمع آوری شد. ابتدا ماهیان تازه صید شده در جعبه یونولیتی حاوی یخ به‌صورت تازه به آزمایشگاه انتقال یافتند. نمونه‌ها توسط ترازوی دیجیتال وزن شده و سپس توسط ابزار تشریح مقداری از گوشت (عضله ماهی) جدا گردیده و در ظرف شیشه ای که از قبل با سولفوکرومیک اسید، آب مقطر و آب دیونیزه شستشو داده شده بود، نگهداری شدند. برای استخراج و آماده سازی نمونه ها بر اساس روشVoegborlo (۳۱)، ابتدا ۱۰ گرم از عضله ماهی مورد نظر در بالن قرار داده شد و سپس ۵۰ سی سی آب اکسیژنه(H_2O_2) ۳۰٪ و ۵۰ سی‌سی اسید نیتریک خالص به آن اضافه شد. نمونه آماده شده درون بالن در زیر هود بر روی شعله تحت گرمای ملایم قرار گرفت و بعد از حدود یک ساعت تحت گرمای شعله به ۵ سی‌سی رسید. نمونه از زیر شعله برداشته شد و به ظرف شیشه ای که از قبل برای نگهداری اسید آماده شده بود انتقال یافت و با اضافه کردن ۵ سی‌سی آب دیونیزه به حجم ۱۰ سی‌سی رسید و پس از فیلترشدن آماده اندازه گیری به روش ولتامتری (بر حسب ppb) گردید. در این تحقیق برای سنجش کادمیم از دستگاه ولتامتر Computrace (VA۷۷۹) شرکت Metrohm استفاده شد. ابتدا داده‌های حاصل از آزمایشات با روش کولموگروف-اسمیرنوف نرمال سازی شدند. روش آماری مورد استفاده در این تحقیق، روش همبستگی پیرسون در سطح آماری ۵٪ بود. هم چنین از نرم افزار۱۶ SPSS جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

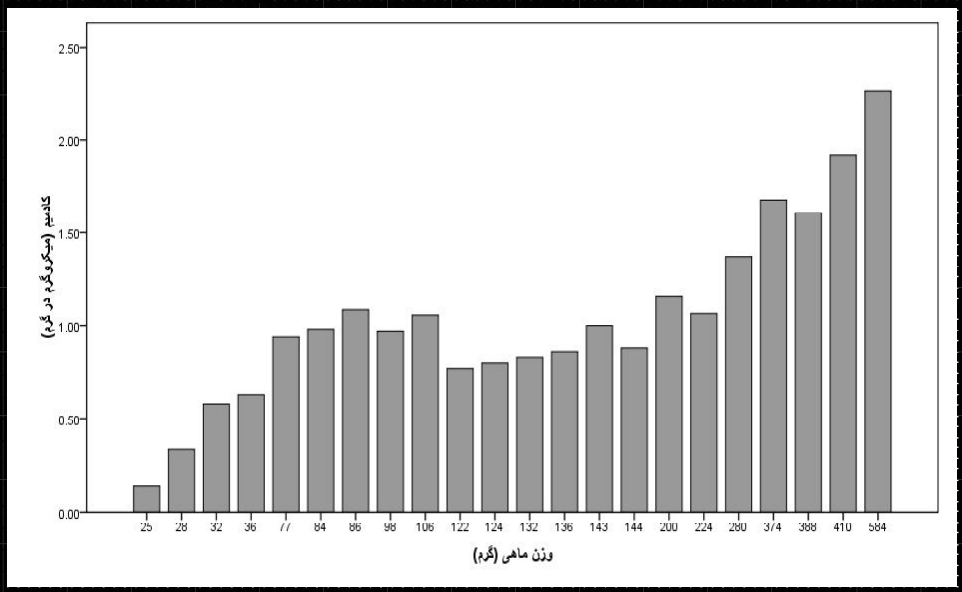
نتایج

داده های توصیفی مربوط به اوزان و مقادیر کادمیم سنجش شده در ماهیان قزل آلای رنگین کمان مورد مطالعه در این بررسی در جدول ۱ آمده است. میزان کادمیم در عضله ماهیان در محدوده ۰/۱۴ تا ۲/۲۷ با میانگین ۱/۰۱ میکروگرم در گرم بوده است. در نمودار ۱ و ۲، میزان کادمیم در رابطه با اوزان مختلف ماهیان قزل آلای رنگین کمان ارائه شده است به طوری که کم‌ترین میزان کادمیوم مربوط به وزن ۲۵ گرم و بیشترین میزان آن مربوط به وزن ۵۸۴ گرم می باشد که با افزایش وزن میزان کادمیوم نیز افزایش پیدا می کند. بین وزن ماهی و کادمیم رابطه مثبت و قوی ($r=۰/۹۳۵$) و همین طور رابطه معنی دار ($P=۰/۰۰۰$) وجود دارد (جدول ۱).

جدول۱-داده های توصیفی وزن های ماهی (X) و فلز سنگین کادمیوم (Y) به همراه آزمون آنالیز واریانس رگرسیون و ضریب همبستگی (r).

متغیرها	میانگین±انحراف معیار	F	P-value	r
وزن ماهی (گرم) (X)	۱۶۲/۱۲±۱۴۶/۱۵	۱۴۶/۲۱	۰/۰۰۰	۰/۹۳۵
کادمیم (میکروگرم در گرم) (Y)	۱/۰۱±۰/۵			





بحث و نتیجه گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان دهنده رابطه قوی و مثبت (r=۰/۹۳) بین میزان وزن بدن ماهی قزل آلای رنگین کمان و میزان کادمیم است (جدول ۱، نمودار ۱). AL - Yousuf و همکاران(۲۰۰۰) بین میزان تجمع فلز کادمیوم و وزن بدن در بافت عضله ماهی *Lethrinuslentjan* در خلیج فارس و امینی و سوتوده نیا(۲۰۰۵) در ماهی *Liza aurata* در دریای خزررابطه مثبت و معنی دار (P<۰/۰۵) گزارش نموده اند که کاملاً با نتایج این تحقیق هم سویی دارد(۱۰، ۹). Usero و همکاران (۲۰۰۳) نیز به رابطه مثبت و معنی دار بین طول ماهی کفال طلائی دریایخزر (*Liza aurata*) و میزان کادمیوم در پوست بدن اشاره کردند(۲۸). در تحقیقی بر روی چهار گونه از کپور ماهیان (*Cyprinus carpio*، *Carassiusaur atusgibelio*، *Alburnus alburnus*، *Aculeata capoeta*) در رابطه با میزان کادمیوم و رابطه آن با سن وگونه ماهی انجام شد نتایج نشان داده شده که با افزایش سن ماهیان، میزان فلز سنگین کادمیوم افزایش پیدا می کند که نتایج حاصل از آن با ماهی قزل الای رنگین کمان پرورشی در تحقیق حاضر هم سو است(۸). بنابراین ماهیان بزرگ‌تر می‌توانند حاوی مقادیر بیشتری از کادمیم باشند و این موضوع از نقطه نظر اثرات مخرب فلزات سنگین بر سلامت انسانی می باید مورد توجه واقع گردد. میانگین میزان کادمیم در ماهی قزل آلای رنگین کمان پرورشی در این تحقیق (رودخانه دوهزار تنکابن) برابر ۱/۰۱ میکروگرم در گرم عضله بدن بوده است (جدول ۱). این میزان بیشتر از حد استاندارد قابل قبول سازمان بهداشت جهانی (WHO) (۰/۲ میکروگرم در گرم) می باشد(۳۳). Vighو همکاران (۱۹۹۶) میانگین مقدار فلز سنگین کادمیوم بر روی ماهی *nidella Ctenopharyngodo* در دریاچه بالاتون مجارستان را ۰/۳۱۶ میکروگرم بر گرم بدست آورده اند(۳۰). Usero و همکاران (۲۰۰۳)بر روی سه ماهی*Anguilaanguila*، *Liza aurata* ، و *Solea vulgaris* در آب های ساحلی جنوب آتلانتیک در کشور اسپانیا حداکثر کادمیوم سنجش شده را ۰/۰۵ میکرو گرم بر گرم گزارش کرده اند(۲۸). در تحقیقی دیگر، Ishaq و همکاران (۲۰۰۵) در دریاچه Oguta در نیجریه برروی ماهی *Tilapia zillii* انجام داداند میزان فلز کادمیوم برابر ۰/۹۹۳ میکرو گرم بر گرم بوده است(۲۰). در بررسی دیگری که Franca وهمکاران (۲۰۰۵) میزان کادمیوم در ماهی *Solease negalensis* ۰/۹میکروگرم بر گرم بدست آمده است(۱۷).در مطالعات دیگر، میزان کادمیم در ماهیان مورد مطالعه بیشتر از میزان میانگین نمونه های این تحقیق بوده است: غلظت فلز سنگین کادمیوم در گاو ماهی سواحل جنوبی دریای خزر از فریدون کنار تا نوشهر به ترتیب با میانگین ۱/۶۹ و ۳/۶۵ میکروگرم بر گرم بود (۲).عسگری و همکاران (۱۳۸۹) میزان کادمیم در دو گونه *Acanthopag ruslatus* و *Platycephalu sindicus* در بندر ماهشهر را به ترتیب ۲/۱۶ و ۴/۶۷ میکروگرم بر گرم وزن تر گزارش نمودند(۷). Turkmenو همکاران (۲۰۰۴) تجمع فلزات سنگین را بر روی سه گونه ماهی اقتصادی دریای مدیترانه به نام های *Sparu sauratus*, *Sauridaundo squqmis* *Mullusb arbutus* بررسی نمودند که فلز کادمیوم این ماهیان تا ۴/۱۶ میکروگرم بر گرم بود(۲۶). غلظت فلزات سنگین در آبزیان معمولاً با اندازه گیری غلظت آن ها در آب، رسوبات و گیاهان و جانوران یک اکوسیستم قابل بررسی می باشد(۱۲)، به طوری که درحالت کلی مقادیر آن ها در میزان پایین تر در آب و در سطوح بالاتر در رسوبات و همین طور گیاهان و جانوران قرار دارد (۲۲). از آن جایی که در این تحقیق تنها میزان کادمیم در عضلات بدن ماهی قزل آلای رنگین کمان پرورشی در

رودخانه دوهزار تنکابن بررسی شده است، جهت دستیابی به منشا آلودگی انتقال یافته به بدن ماهی، اندازه گیری میزان کادمیم در آب، رسوبات رودخانه و همین طور غذای مصرفی ماهیان حائز اهمیت می باشد.

منابع

۱-آمارنامه وزارت جهادکشاورزی. ۱۳۸۹. دفترآمار و فناوری اطلاعات وزارت جهادکشاورزی، جلد دوم. ۴۲۱ ص.

۲-خدابنده، ص.، طلایی، ر.، قیومی، ر. ۱۳۷۹. تجمع فلزات سنگین در رسوبات و آبزیان دریای خزر. مجله آب و فاضلاب، شماره۳۹، ص: ۳۸ تا ۴۲.

۳-دادالهی سهراب، ع.، نبوی، م.، خیرور، ن. ۱۳۸۷. ارتباط برخی مشخصات زیست سنجی با تجمع فلزات سنگین در بافت عضله و آبشش ماهی شیربت (*Barbus grypus*) در رودخانه اروندرود. مجله علمی شیلات ایران، سال هفدهم، شماره ۴، ص. ۲۷ تا ۳۳.

٤-زارع مایوان، ح.، نبویس، م.ب.، کرباسی، ع.، محمدی فاضل، ا.، شیردم، ج. ۱۳۸۹. پراکنش آلودگی های فلزات سنگین دررسوبات و ماهیان اروندرود، بهمن شیر و حفار. دومین همایش تالاب های ایران، دانشگاه آزاداسلامی واحد اهواز، ص.۱۱.

۵-شهریاری، ع.، گل فیروزی، ک.، نوشین، ش. ۱۳۸۹. میزان تجمع کادمیوم و سرب در بافت عضلانی سه گونه از ماهیان دریایی کپور، کفال و ماهی سفید سواحل دریای خزر در حوضه خلیج گرگان در سال ۸۶-۱۳۸۵. مجله علمی شیلات، شماره ۲، ص. ۹۵ – ۱۰۰.

٦-نیکرو، ی.، صدوق نیری، ع.، یاوری، و.، رجب زاده، الف. ۱۳۸۵. تجمع زیستی فلزات سنگین در بافت عضله ماهی صبور(*Tenualo sailisha*) رودخانه کارون در ارتباط با برخی مشخصات زیست سنجی طول استاندارد و وزن کل و مقایسه آن با استانداردهای جهانی. اولین همایش تخصصی محیط زیست. تهران.

۷-ولایت زاده، م.، عسگری ساری، ا.، بهشتی، م.، حسینی، م، محجوب، ث. ۱۳۸۹. بررسی و مقایسه تجمع فلزات سنگین در کنسرو ماهی تون شهرهای شوشتر، اصفهان و همدان. مجله‌ی بیولوژی دریا، سال دوم، شماره۱، ص۷۱- ۷۴.

8.Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2010). ATSDR medical fact sheet; division of toxicology and environmental medicine toxfaqs. Accessed November, 19, 2008.

9.Amini Ranjbar, G. H., Sotoudehnia, F. (2005). Heavy metals in muscle of *Mugliauratus* from Caspian sea in relation to length, age and sex. Iranian Sci.Fish. J, 14; 1-17.

10. Al-Yousuf, M.H., El-Shahawi, M.S., Al-Ghais, S.M. (2000). Trace metals in liver, skin and muscle of *Lethrinus lentjan* fish species in relation to body length and sex. Sci. Total Environ, 256; 87-94. **11.**Begüm, A., Amin, M.d.N., Kaneco, S., Ohta, K. (2005). Selected elemental composition of the muscle tissue of three species of fish, *Tilapia nilotica*, *Cirrhin amrigala* and *Clarius batrachus*, from the fresh water Dhanmondi Lake in Bangladesh. Food Chem, 93; 439–443.

12. Camusso, M., Vigano, L., Baitstrini, R. (1995). Bioaccumulation of trace metals in rainbow trout. Ecotox Environ Safe, 31; 133–141.

13. Canli, M., Atli, G. (2003). The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Environ Pollut, 121; 129-136.

14. Cherian, M.G., Goyer, A.A., (1989). Cadmium toxicity. Comments Toxicol, 3; 191–206.

15.FAO. (2010). Fishery and Aquaculture Statistics. www.fao.org.

16. Fernandes, C., Fontaínhas-Fernandes, A., Cabral, D., Salgado, M. A. (2008). Heavy metals in water, sediment and tissues of *Liza saliens* from Esmoriz–Paramos lagoon, Portugal. Environ Monit Assess, 136; 267–275.

17. Franca, S., Vinagre, C., Cacador, I., Cabral, H. N. (2005). Heavy metal concentrations in sediment, benthic marsh areas subjected to different invertebrates and fish in three salt pollution loads in the Tagus Estuary (Portugal). Marine Pollut Bull, 50; 993-1018.

18. Filazi, A., Baskaya, R., Cum, C. (2003). Metal concentrations in tissues of the black sea fish *mugilauratus* from sinop-Icliman, Turkey. Human ExpToxicol, 22; 85-87.

19. Gupta, D. K., Rai, U. N., Singh, A., Inouhe, M. (2003). Cadmium accumulation and toxicity in *Cicer arietinum* L. Pollut Res, 22; 457–463.

20. Ishaq, E.S., Sha'Ato, R., Annune, P.A. (2011). Bioaccumulation of heavy metals in fish (*Tilapia zilli* and *Clariasg ariepinus*) organs

from River Benue, North-Central Nigeria. Pak J Anal Environ Chem, 12(1-2); 25-31.**21.**Jia, X., Zhang, H., Liu, X. (2010). Low levels of cadmium exposure induce DNA damage and oxidative stress in the liver of Oujiang colored common carp *Cyprinus carpio* Var. Fish Physiol Biochem, 37; 97–103.

22. Namminga, H.N., Wilhm, J. (1976). Effects of high discharge and an oil refinery clean up operation bon heavy metals in water and sediments in Skeleton Creek. Proceedings of the Oklahoma. Academy of Science, 56; 33–138.

23. Pourrang, N., Nikouyan, A., Dennis, J.H. (2005). Trace element concentration in fish, sediments and water from northern part of the Persian Gulf. Environ Monit Assess, 109; 293-316.

24. Rashed, M. N. (2001). Monitoring of environmental heavy metals in fish from Nasser lake. Environ Int, 27; 27–33.

25. Sekar, C. K., Chary, N. S., Kamala, T. C., Raj, D. S. S., Rao, A. S. (2003). Fractionation studies and bioaccumulation of sediment-bound heavy metals in Kolleru Lake by edible fish. Environ Int, 29:1001–1008.

26. Turkmen, M., Turkmen, A., Tepe, Y., Akyurt, I. (2004). Heavy metals in threespecies from Iskenderun Bay commercially valuable fish northern east Mediterranean sea. Food Chem, 91; 167-172.

27. Turan, C., Dural, M., Oksuz, A. (2009). Levels of heavy metals in some commercial fish species captured from the black sea and Mediterranean coast of turkey. Bull Environ Contain Toxicol, 82; 601-660.

28. Usero, J., Izquierdo, C., Morillo, J., Gracia, I. (2003). Heavy metals in fish (*Solea vulgaris*, *Anguilla anguilla* and *Liza aurata*) from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain. Environ Int, 29; 949–956.

29. Vetillard, A., Bailhache, T. (2004). Cadmium: an endocrine disrupter that affects gene expression in the liver and brain of juvenile rainbow trout. BiolReproduction, 72; 119–126.

30. Vigh, P., Mastala ,Z., Balogh, K. V. (1996). Comparison of heavy metal concentration of heavy metal concentration of grass carp (*Ctenophringodo nidella*) in a shallow eutrophic lake and a fish pond (possible effect of food contamination). Chemospher, 32(4); 691-701.

31. Viarengo, A. (1989). Heavy metals in marine invertebrates, mechanisms of regulation and toxicity at the cellular level. AquatSci Rev, 1; 295-317.

32. Voegborlo, R. B., EL-Methnani, A. M., Abedin, M. Z. (1999). Mercury, cadmium and lead content of canned tuna fish. FoodChem, 67; 341-34.

33. World Health Organization (WHO). (1985). Guidelines for drinking water quality (ii): health criteria and supporting information. Vol. 1, Recommendations. WHO, Geneva. 130pp.