Archive of SID

تعیین مقادیر عناصر مس، روی و آهن در عضله خوراکی سه گونه از ماهیان تجاری آبهای ساحلی ایران در دریای خزر

فریبا زینالی[1]، حسین تاجیک[2] و محمد رهنما[3]

تاریخ دریافت:89/01/18 تاریخ پذیرش:89/03/10

1- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
2- دانشیار گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه ارومیه
3- استادیار گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه زابل
*مسئول مکاتبه :Email: f_zeynali@yahoo.com

چکیده

این مطالعه به منظور تعیین غلظت عناصر مس، روی و آهن در عضله خوراکی سه گونه از ماهیان خزر شامل کفال *(Mugil auratus)*، سفید *(Rutilus frisii kutum)* و کپور معمولی *(Cyprinus carpio)* در چهار مرکز صید مختلف (چالوس، انزلی، رودسر و فریدون‌کنار) انجام گرفت. غلظت فلزات توسط روش اسپکتروفتومتری جذب اتمی اندازه‌گیری شد و براساس میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک بیان گردید. مقادیر میانگین مس در عضلات ماهیان کفال، سفید و کپور معمولی به ترتیب عبارت بودند از: 1/17±3/14، 2/24±3/69 و 1/24±3/39 میلی‌گرم بر کیلوگرم. میانگین مقادیر روی در عضلات همین ماهی‌ها به ترتیب عبارت بودند از: 14/01±43/46، 15/06±37/99 و 21/14±73/81 میلی‌گرم بر کیلوگرم. برای عنصر آهن این مقادیر عبارت بودند از: 17/99±81/11، 16/59±73/59 و 20/13±94/78 میلی‌گرم بر کیلوگرم. غلظت‌های روی و آهن بطور معنی‌داری تحت تأثیر محل‌های نمونه‌برداری و گونه‌های ماهی قرار گرفتند ($P< 0/05$) بطوری که غلظت آنها در ماهی کپور از بقیه ماهیها بیشتر بود. بیشترین مقادیر روی در این ماهی، در منطقه انزلی و بیشترین مقادیر آهن در منطقه چالوس مشاهده گردید ($P< 0/05$). مقادیر غلظت عناصر مورد بررسی در عضلات ماهیان مورد مطالعه، در حد مجاز و قابل قبول برای مصارف انسانی قرار داشت.

واژه های کلیدی: آهن، اسپکتروفتومتری جذب اتمی، دریای خزر، روی، ماهی، مس

www.SID.ir

Archive of SID

Determination of Copper, Zinc and Iron Levels in Muscles of Three Commercial Fish Species of Coastal Waters of The Caspian Sea, Iran

F Zeynali[1*], H Tajik[2] and M Rahnama[3]

Received 7 April 2010; Accepted 31 May 2010

[1]Assistance Professor of Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

[2]Associate Professor of Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran

[3]Assistance Professor of Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, Zabol University, Zabol, Iran

*Corresponding author, Email: f_zeynali@yahoo.com

Abstract

This research was done in order to determine the copper, zinc and iron levels in three fish muscles, namely Mullet (*Mugil auaratus*), Sefid (*Rutilus frisii kutum*) and Commom carp (*Cyprinus carpio*), from four fishing sites (Chaloos, Anzali, Roodsar and Fereidon kenar) of The Caspian Sea. The concentration of metals was measured by atomic absorption spectrophotometry (AAS) on the basis of mg/kg dry weight of muscles. The mean concentration values of copper in muscle of Mullet, Sefid and Common carp were 3.14±1.17, 3.69±2.24 and 3.39±1.24, respectively. The mean Concentration values of zinc in the same species were 43.46±14.01, 37.99±15.00 and 73.81±21.14, respectively. Also, the mean concentration values of iron were 81.11±17.99, 73.59±16.59 and 94.78±20.13, respectively. Concentrations of zinc and iron were significantly affected by the fishing sites and fish species ($P<0.05$). The highest concentrations of zinc and iron were in Common carp which were recorded from Anzaly and Chaloos fishing sites respectively ($P<0.05$). Trace elements in muscles of the investigated fishes were in the permissible safety levels for human consumption.

Key words: Atomic Absorption Spectrophotometry, Caspian Sea, Copper, Fish, Iron, Zinc

مقدمه

مصرف ماهی و فرآورده‌های شیلاتی بعنوان یک منبع عالی غنی از پروتئین و مواد معدنی ضروری و نیز دارا بودن چربی مفید، در سرتاسر دنیا رو به افزایش است. چربیهای ماهی سرشار از اسیدهای چرب چند غیراشباع بخصوص اسیدهای چرب امگا 3 هستند که نقش مهمی در پیشگیری از بیماری‌ها و ارتقاء سلامتی دارند. همچنین برخی از مواد معدنی اثرات شفابخش در

www.SID.ir

Archive of SID

پیشگیری از بعضی بیماریها دارند(سلیک و همکاران 2008). فلزات در اکوسیستم‌های دریایی می‌توانند بصورت محلول یا معلق یافت شده و یا اینکه در رسوبات ته‌نشین شوند(ترکمن و همکاران 2005). بسته به نقش بیولوژیکی، آنها می‌توانند در گروه‌های زیر طبقه‌بندی گردند، عناصر ضروری، غیرضروری و سمی. ماهی و سایر موجودات آبزی، فلزات را از طریق زنجیره غذایی و آب در بدن خود انباشته می‌کنند. در هرحال غلظت فلزات در بدن ماهی به فاکتورهای زیادی مانند تفاوت‌های بیولوژیکی، منبع تغذیه‌ای، عوامل فصلی، شرایط محیطی (درجه حرارت، شوری و وضعیت شیمیایی آب و آلوده کننده‌ها) و در نهایت به روش فرآوری غذا بستگی دارد. موجودات دریایی خصوصاً ماهی منبع بسیار خوبی برای تأمین عناصر معدنی مورد نیاز بدن انسان مانند آهن و روی محسوب می گردند(محمودی 1382، کلانتری 1377). در مورد عناصری مانند مس و منیزیم نیز می توان از ماهی به عنوان منبع نسبتاً خوبی یاد کرد(کلانتری 1377). هر چند غلظت آهن بسته به زمان نمونه‌برداری و ویژگیهای فردی، در بین گونه‌ها متغیر می‌باشد(کاروالهو و همکاران 2005).

در استانداردهای بین‌المللی مقدار مجاز توصیه شده[1] روی 15 میلی‌گرم در روز و حداکثرظرفیت قابل قبول بدن[2] برای آن 1000-300 میکروگرم برکیلوگرم وزن بدن در روز می‌باشد. این مقادیر برای عنصر آهن بطور روزانه و به ترتیب 18-10 میلی‌گرم و 800 میکروگرم ذکر شده است. برای عنصر مس هیچ مقدار مجاز توصیه شده وجود ندارد، اما توصیه‌ای برای دریافت آن بصورت بی‌خطر و مکفی[3] به اندازه 3-5/ 1میلی‌گرم در روز ارائه شده است(شریف و همکاران 1993b) . دریای خزر بزرگترین دریاچه آبی دنیاست که توسط کشورهای ایران، روسیه، آذربایجان، قزاقستان و ترکمنستان احاطه شده است. مطالعات اندکی در باره تجمع عناصر کمیاب و سمی در ماهیان این دریا انجام گرفته است بعلاوه ماهی بعنوان یک منبع مهم پروتئین در رژیم غذایی مردم در شمال ایران، جایگاه ویژه‌ای دارد. لازم به ذکر است که در بین عناصر مختلف فلزاتی مثل مس و روی با وجود ضروری بودن از نظر تغذیه ای توجه بیشتر محققین را به خود جلب نموده اند، چرا که عناصر ضروری نیز در صورت دریافت بیش از حد می توانند اثرات سمی ایجاد کنند(توزن 2003، سلیک 2004). لذا برآن شدیم تا غلظت مس، روی و آهن را در سه گونه از ماهیان پرمصرف آبهای ساحلی ایران در دریای خزر برآورد نمائیم. انان و همکاران (2005) مقادیر برخی عناصر کمیاب را در چندین گونه از ماهیان آبهای ساحلی دریای خزر اندازه-گیری نمودند.

مواد و روش ها

جمع آوری نمونه‌ها: 60 نمونه ماهی تازه از سه گونه تجاری به اسامی کفال (*Mugil auratus*)، کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و سفید (*Rutilus frisii kutum*) از چهار صیدگاه چالوس، انزلی، رودسر و فریدون‌کنار واقع در آبهای سواحل جنوبی دریای خزر جمع‌آوری شدند. سپس بلافاصله احشاء آنها خالی شده و با قرار دادن در کیسه‌های پلاستیکی در $18^{\circ}c$- منجمد شده و تا زمان آنالیز در همان حالت نگهداری شدند.

آنالیز شیمیایی: آنالیز مس، روی و آهن بر طبق روش توزن(2003) با اعمال اصلاحاتی انجام گرفت. نمونه‌های مورد نیاز از هر ماهی (درحدود 5گرم). پس از ذوب یخ برداشته شده و سپس در پلیت‌های شسته شده با اسیدنیتریک در دمای $65^{\circ}c$ خشک شدند تا به وزن ثابت برسند. سپس 0/5 گرم از هر نمونه خشک شده در بوته چینی قرار گرفته و بمدت 5 ساعت در کوره با دمای $450^{\circ}c$ حرارت داده شد. پس از سرد کردن بوته چینی در دمای اتاق، 4 میلی‌لیتر اسیدنیتریک 65% به

[1] .Recommended dietary allowance
[2] .Maximum acceptable body burden
[3] .Estimated safe and adequate intake

www.SID.ir

Archive of SID

روی خاکستر اضافه شده و مایع حاصله داخل لوله‌های درپیچ‌دار پلاستیکی ریخته شد. در پایان حجم نهایی همه نمونه‌ها با آب دیونیزه به 10 میلی‌لیتر رسانده شد و آنگاه جهت قرائت میزان غلظت عناصر از دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی شیمادزو مدل AA-6800 استفاده گردید. نمونه ماده شیمیایی مرجع (LUTS-1) که از NRCC تهیه شده بود، نیز طبق دستورالعمل در دمای105° c بمدت 2 ساعت خشک شد و بعد مراحل خاکستر شدن را مطابق نمونه‌های آزمایشی طی کرد.

آنالیز آماری: برای ارزیابی آماری نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری مقادیر عناصر مس، روی و آهن براساس نوع ماهی و نیز محل نمونه‌برداری، برنامه SPSS تحت ویندوز Version 15 استفاده گردید. بمنظور مقایسه میانگین ها نیز از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و آزمون تست های توکی و دانکن استفاده شد. اختلاف آماری در حد (**P**< 0/05) معنی دار گزارش گردید.

نتایج و بحث

میزان دقت در روش تجزیه‌ای و محاسبه ریکاوری در جدول 1 ارائه شده است. مقادیر غلظت مس، روی و آهن در عضله سه گونه ماهی در جدول 2 نشان داده شده است. غلظت آهن در عضله بیشتر از مس و روی بود که در بین سه گونه، کپور بالاترین مقدار این عنصر را د ارا بود. از نظر میزان مس، تفاوت معنی‌داری بین سه نوع ماهی وجود نداشت(P0/05<). اما در هر صورت بیشترین و کمترین مقدار آن بترتیب در ماهیهای کفال و سفید دیده شد. غلظت عنصر روی در ماهی کپور تفاوت معنی‌داری با دو نوع دیگر داشت(P0/05>). جدول 3 مقادیر غلظت فلزات را درسه گونه ماهی و در مراکز مختلف نمونه¬برداری نشان می¬دهد. با توجه به مقادیر غلظت مس ملاحظه می¬گردد که تفاوت معنی¬داری از نظر غلظت آن در مراکز مختلف مشاهده نشد(P0/05<)، بجز یک مورد و آن هم در ماهی کپور، بطوریکه بیشترین و کمترین غلظت مس بترتیب در چالوس و فریدون¬کنار مشاهده شد. در مورد عنصر روی، غیر از ماهی کفال، در دو نوع دیگر تفاوت‌های معنی‌دار بین مراکز مختلف مشاهده شد(P< 0/05). در مورد عنصر آهن، در ماهیهای کفال و سفید تفاوت معنی‌دار بین مراکز مختلف مشاهده نشد (P> 0/05). اما در ماهی کپور این تفاوت معنی‌دار بود، بطوریکه بیشترین وکمترین غلظت آهن بترتیب در چالوس و فریدون کنار مشاهده گردید.

جدول 1- میزان غلظت عناصر در نمونه مرجع و محاسبهٔ ریکاوری (بازیافت)

عناصر	مقادیر در نمونه مرجع	مقادیر بدست آمده در آزمایشگاه	درصدبازیافت
	میلی‌گرم بر کیلوگرم	میلی‌گرم بر کیلوگرم	
مس	1/7±0/8	1/5±0/15	98
روی	82/9±5/4	85/2±0/90	102
آهن	77/8±6/0	76/8±2/12	98

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 2- مقایسه میانگین (± انحراف معیار) غلظت عناصر در عضله سه گونه از ماهیان دریای خزر (برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک عضله)

نوع ماهی	تعداد نمونه	مس	روی	آهن
کفال	20	3/14±1/17	$43/46\pm14/01_a$	$81/11\pm17/99_a$
سفید	20	3/69±2/24	$37/99\pm15/06_a$	$73/59\pm16/59_a$
کپور معمولی	20	3/39±1/24	$73/81\pm21/14_b$	$94/78\pm20/13_b$

حروف نامشابه در داخل هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح $P<0/05$ می‌باشد.

جدول 3- مقایسه میانگین (± انحراف معیار) غلظت عناصر در عضله سه گونه از ماهیان دریای خزر با در نظرگرفتن محل نمونه‌برداری (برحسب میلی‌گرم برکیلوگرم وزن خشک عضله)

نوع ماهی	تعداد نمونه	محل نمونه‌برداری	مس	روی	آهن
کفال	5	چالوس	2/24±0/83	37/46 ±20/20	73/41 ±18/41
	5	انزلی	3/54 ±1/42	47/70 ±11/52	74/53 ±18/38
	5	رودسر	3/49 ±1/23	52/07 ±50/70	99/41 ± 14/61
	5	فریدون کنار	3/30 ±0/95	36/59 ±11/82	77/10 ±9/02
سفید	5	چالوس	3/46 ±1/29	$19/97 \pm 5/80_a$	82/28 ±11/92
	5	انزلی	3/11 ±1/63	$40/93 \pm 9/08_b$	68/13 ± 21/62
	5	رودسر	3/47 ±2/40	$46/52 \pm 8/19_b$	70/59 ± 15 /00
	5	فریدون کنار	47/4 ± 3/43	$44/53 \pm 1\ 8\ /24_b$	73/36 ±18/18
کپور معمولی	5	چالوس	$4/57 \pm 1/10_b$	$69/88 \pm 11/01_a$	$114/28 \pm 9/07_b$
	5	انزلی	$2/78 \pm 0/81_a$	$103/48 \pm 17/63_b$	$105/92 \pm 8/82_b$
	5	رودسر	$3/59 \pm 1/25_a$	$56/81 \pm 5/50_a$	$87/51 \pm 14/36_a$
	5	فریدون کنار	$2/62 \pm 0/94_a$	$65/06 \pm 9/18_a$	$71/41 \pm 13/41_a$

حروف نامشابه در داخل هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح$P<0/05$ می باشد.

در طبقه‌بندی عناصر کمیاب به عناصر ضروری، غیرضروری و سمی، فلزاتی مثل روی، مس و آهن در گروه عناصر ضروری قرار می‌گیرند چرا که آنها نقش مهمی در سیستم‌های بیولوژیکی ایفا می‌کنند. البته عناصر ضروری زمانی که دریافت بیش از حدی داشته باشند، می‌توانند اثرات سمی ایجاد کنند (ترکمن و همکاران 2005، مندیل و همکاران 2005). در واقع عناصر کمیاب بسته به غلظتشان می‌توانند اثرات مفید یا مضر بر حیات موجودات زنده داشته باشند. براین اساس بسیاری از گونه‌های گیاهی و حیوانی بعنوان بیوانديکاتور برای مونیتورینگ تعدادی از مواد آلوده کننده بکار می‌روند مثلاً ماهی بعنوان بیوانديکاتوری برای تعیین میزان آلودگی در اکوسیستم‌های آبی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (ترکمن و همکاران 2005، مندیل و اولوزلو 2007) .

انان و همکاران (2005) مقادیرعناصر کمیاب را در چند گونه از ماهیان آبهای ساحلی دریای خزر اندازه‌گیری کردند. مقادیر بدست آمده از تحقیق آنان برای مس وروی در ماهی *Caspian sprat* جمع‌آوری شده از سواحل ایران بترتیب 1/94و 57/5 میکروگرم بر

www.SID.ir

Archive of SID

گرم وزن خشک گزارش شده است. نتایج تحقیقات بگوم و همکاران(2005) در مورد مقادیر میانگین غلظت مس و روی برای ماهی بنام *Clarius batrachus* بترتیب 5/07 و 60/1 میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش گردید. در یک تحقیق دیگر شریف و همکاران(1993_a) غلظت مس و روی را برای نوعی ماهی آب شیرین در بنگلادش بنام *Chupisoma pseudeuropius* بترتیب 3/45 و 64/96 میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک بیان نمودند. مقایسهٔ نتایج تحقیقات مزبور با نتایج حاصل از این تحقیق در مورد غلظت مس و روی همخوانی داشت. همانطور که ملاحظه می‌گردد نتایج غلظت مس و روی حاصل از ماهیان آب شیرین، با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی کامل دارد. احتمالاً توجیه قضیه به این صورت است که آب دریای خزر به لحاظ دارا بودن میزان کمی از ترکیبات کلردار و بالعکس مقدار بیشتری از ترکیبات سولفاته و کربناته، وضعیت آبی مشابه با آبهای شیرین دارد.

در مورد عنصر روی، نتایج حاصل از تحقیقات توزن (2003)، آگوسا و همکاران (2004) ، ترکمن و همکاران(2005)، مندیل و همکاران (2005) و کاروالهو و همکاران (2005) ، همگی کمتر از مقدار آن در نمونه‌های حاصل از تحقیق فوق بودند.

ولی در مورد عنصر مس همخوانی وجود داشت. توروکزی و همکاران (2000) میانگین غلظت مس و روی را در چند نوع از کوسه ماهیان آبهای جنوب شرقی استرالیا بترتیب 0/26 و8/73 میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک گزارش نمودند. همچنین دالمان و همکاران(2006) مقادیر غلظت مس و روی را در رسوبات و چندین گونه از ماهیان خلیج گولوک در جنوب شرقی دریای اژه اندازه‌گیری نمودند. میانگین مقادیر مس کمتر از 0/1 و روی نیز مابین کمتر از 0/5 الی 7/2 میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک گزارش گردید. در هر دو مورد ملاحظه می‌گردد که نتایج، با نتایج حاصل از تحقیق حاضر مغایرت داشته و کمتر می باشند.

آلاسالوار و همکاران(2002) غلظت آهن را در گونه‌ای از ماهی بنام *Dicentrarchus labrax* 63/1 میکروگرم بر گرم گزارش نمودند. مندیل و همکاران (2005) غلظت آهن را در چندین گونه از ماهیان دریاچه توکات ترکیه، 197-64/3 میکروگرم بر گرم وزن خشک گزارش نمودند. در یک مطالعه دیگر، غلظت آهن در چند گونه دیگر از ماهیان همین دریاچه 167- 69/3 میکروگرم بر گرم وزن خشک گزارش گردید (مندیل و اولوزلو 2007). نتیجه کلیه این تحقیقات، با مقادیر بدست آمده از تحقیق حاضر همخوانی داشتند. دورال و همکاران (2007) غلظت آهن را برای چند گونه از ماهیان آبگیر توزلا ، 16/5- 7/15 میکروگرم بر گرم وزن خشک بیان نمودند. ترکمن و همکاران (2005) غلظت آهن را برای چندین گونه از ماهیان خلیج اسکندرون در شمال شرقی دریای مدیترانه 27/35 – 0/82 میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک گزارش نمودند. همچنین توزن (2003) غلظت آهن را برای برخی از گونه‌های ماهیان دریای سیاه 32/4- 9/52 میکروگرم بر گرم وزن خشک گزارش نمود. ملاحظه می‌گردد که در همه موارد فوق، نتایج کمتر از نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر می‌باشند.

نتیجه‌گیری

علیرغم برخی تشابهات و یا مغایرت‌ها در نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج بدست آمده از تحقیقات قبلی و با مراجعه به استانداردهای موجود، مشخص گردید که میزان غلظت عناصر مس، روی و آهن مورد مطالعه در تحقیق حاضر در دامنه قابل قبولی قرار داشته و لذا بنظر می‌رسد ماهیان مورد تحقیق، جهت مصارف انسانی مناسب می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

کلانتری ن، 1377. نشریه دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی(جدول ترکیبات مواد غذایی). انتشارات انستیتو تغذیه و دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران.

محمودی م، 1382. مواد معدنی در تغذیه. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی اصفهان. صفحات21-35.

Agusa T, Kunito T, Tanabe S, Pourkazemi M and Aubrey DG, 2004. Concentrations of trace elements in muscle of strugeons in the Caspian Sea. Marine Pollution Bulletin 49: 789-800.

Alasalvar C, Taylor KDA, Zubcov E, Shahidi F and Alexis, 2002. Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*) total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. Food Chemistry 79: 145-150.

Anan Y, Kunito T, Tanabe S, Mitrofanov I and Aubrey D G, 2005. Trace element accumulation in fishes collected from coastal, waters of the Caspian Sea. Marine Pollution Bulletin 51: 882-888.

Begum A, Nurul Amin M, Kaneco S and Ohta K, 2005. Selected elemental composition of the muscle tissue of three species of fish, Tilapia, nilotica, *Cirrhina mrigala* and *Clarius batrachus*. Food Chemistry 93: 439-443.

Carvalho M L, Santiago S and Nunes M L, 2005. Assessment of the essential element and heavy metal content of edible fish muscle. Analytical and Bioanalytical Chemistry 382: 426-432.

Celik M, Gokce MA, Basusta N and Kucukgulmez A, 2008. Nutritional quality of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* caught from the Ataturk Dam Lake in Turkey. Journal of Muscle Foods 19: 50-61.

Celik U and Oehlenschlager J, 2004. Determination of zinc and copper in fish samples collected from northeast Atlantic by DPSAV. Food Chemistry 87: 343-347.

Dalman O, Demirak A and Balci A, 2006. Determination of heavy metals (Cd, Pb) and trace elements (Cu, Zn) in sediments and fish of the Southeastern Aegean Sea (Turkey) by atomic absorption spectrometry. Food Chemistry 95: 157-162.

Dural M, Goksu MZ and Ozak AA, 2007. Investigation of heavy metal levels in economically fish species captured from the Tuzla lagoon. Food Chemistry 102: 415-421.

Mendil D and Uluozlu OD, 2007. Determination of trace metal levels in sediment and five fish species from lakes in Tokat, Turkey. Food Chemistry 101: 739- 745.

Mendil D, Uluozlu OD, Hasdemir E, Tuzen M, Sari H and Suicmez M, 2005. Determination of trace metal levels in seven fish species in lakes in Tokat, Turkey. Food Chemistry 90: 175-179.

Sharif AKM, Alamgir M, Mustafa AI, Hossain MA and Amin MN, 1993a. Trace elements concentrations in ten species of fresh water fish of Bangladesh. The Science of the Total Environment 138: 117-126.

Sharif AKM, Mustafa AI Amin, MN and Safiullah S, 1993b. Trace element concentrations in tropical marine fish from the bay of Bengal. The Science of the Total Environment 138: 223- 234.

www.SID.ir

Archive of SID

Turkmen A, Turkmen M, Tepe Y and Akyurt I, 2005. Heavy metals in three commercially valuable fish species from Iskenderun bay, northern east Mediterranean Sea, Turkey. Food Chemistry 91: 167-172.

Turoczy NJ, Laurenson LJB, Allison G, Nihikawa M, Lambert DF, Smith C, Cottier JPE, Irvine SB and Stagnitti F, 2000. Observations on metal concentrations in three species of shark (*Deania calcea*, *Centroscymnus crepidater*, and *Centrocymnus owstoni*) from Southeastern Australian waters. Journal of Agriculture and Food Chemistry 48: 4357- 4364.

Tuzen M, 2003. Determination of heavy metals in fish samples of the middle Black Sea (Turkey) by graphite furnace atomic absorption spectrometry. Food Chemistry 80: 119- 123.

www.SID.ir