بررسی مقدار فلزات سنگین کادمیوم، سرب، کروم و نیکل در ماهیان پرورشی شهرستان خرم آباد در بهار و تابستان سال 1385

قربان عسگری[1]، بهرام کمره ئی[2]
1- مربی، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان
2- مربی، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی لرستان

یافته / دوره یازدهم / شماره 1 / بهار 88 / مسلسل 39

چکیده

دریافت مقاله: 87/7/4، ***پذیرش مقاله***: 87/10/11

Ø مقدمه: استفاده از منابع خوراکی آبزی به ویژه ماهیان به عنوان بخشی از منابع پروتئینی، به دلیل نیاز روز افزون انسان به غذا، در حال افزایش است. مطابق آمارهای موجود، مصرف سرانه آبزیان در جهان از 14/3 کیلوگرم در سال 1994 به بیش از 15/75 کیلوگرم در سال 1997 افزایش یافته است. مصرف آبزیان در ایران از کمتر از 1 کیلوگرم در سال 1357 به 4/57 کیلوگرم در سال 1375 افزایش یافته است. بنابراین به موازات افزایش مصرف این منابع، اهمیّت بهداشتی و سلامتی ماهیان نیز، بیشتر می گردد که در این میان فلزات سنگین به علت فرایند بیولوژیکی و تجمع زیستی، تشخیص و اندازه گیری اهمیت زیادی دارند. در این مطالعه توصیفی مقطعی مقدار فلزات سنگین کادمیوم، سرب، کروم و نیکل در ماهیان پرورشی شهرستان خرم آباد در بهار و تابستان سال 1385 مورد بررسی قرار گرفته است.

Ø مواد و روش‌ها: به منظور بررسی غلظت فلزات سنگین کادمیوم، کروم، سرب و نیکل ماهیان پرورشی شهر ستان خرم آباد بطور منظم در فواصل زمانی مشخص در طی فصل بهار و تابستان تعداد 240 نمونه از ده محل پرورش ماهی جمع آوری گردید و مقدار فلزات سنگین کادمیوم، کروم، سرب و نیکل موجود در بافت ماهیان پس از عملیات هضم شیمیایی توسط دستگاه جذب اتمی تعیین شد. و نتایج با استفاده از نرم افزار **SPSS** و دو آزمون **Test-T** تجزیه و تحلیل گردید. در آزمایشهای از مواد شیمیایی با درجه خلوص بسیار زیاد استفاده گردید.

Ø یافته‌ها: میانگین غلظت سرب، کروم، کادمیوم ونیکل در بافت ماهیان مورد مطالعه به ترتیب برای محلهای مورد نظر 0/46، 0/06، 0/053 و0/3 میلی گرم بر لیتر بر حسب وزن خشک ماهی بدست آمد. نتایج حاصل از انجام این پژوهش نشان داد که مقدار فلزات سنگین سرب، کادمیوم، کروم و نیکل به ترتیب در 27%، 8%، 3% و 25% نمونه های مورد مطالعه از حداکثر مجاز سازمان بهداشت جهانی کمتر بود.

Ø بحث و نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که توزیع فلزات سنگین در بافت ماهیان مورد مطالعه بطور تقریباً یکسانی وجود دارد و از نظر آماری اختلاف معنی داری بین غلظت آنها مشاهده نگردید ولی مقادیر این فلزات در ماهیان پرورشی بیشتر از ماهیان دریایی بود. مقایسه مقادیر بدست آمده با استاندارد سازمان بهداشت جهانی نشان داد که مقدار فلزات سنگین سرب، کروم، کادمیوم، و نیکل از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی کمتر است.

Ø کلید واژه‌ها: ماهی، فلزات سنگین، خرم آباد

آدرس مکاتبه: همدان، دانشگاه علوم پزشکی، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت محیط
پست الکترونیک: asgari@yahoo.com

[Downloaded from yafte.lums.ac.ir on 2026-11-25]

مقدمه

استفاده از منابع خوراکی آبزی به ویژه ماهیان به عنوان بخشی از منابع پروتئینی به علت افزایش جمیعت و نیاز روزافزون انسان به غذا افزایش یافته است (1).

به عنوان نمونه مطابق آمارهای موجود، مصرف سرانه آبزیان در جهان از 14 کیلوگرم در سال 1994 میلادی به حدود 16 کیلوگرم در سال 1997 و در ایران از کمتر از 1 کیلوگرم در سال 1357 شمسی به بیش از 4/57 کیلوگرم در سال 1375 افزایش یافته است (2).

ماهی نه تنها یک ماده غذایی لذیذ، زود هضم و خون ساز می باشد بلکه حاوی مواد پروتئینی، مواد معدنی، ویتامینها و اسیدهای چرب امگا – 3 است که در سلامت جسمی و روانی تاثیر مثبت زیادی دارند (3). متاسفانه رشد سریع جمعیت و توسعه مراکز مسکونی، تجاری، صنعتی و کشاورزی سبب شده تا زباله ها و فاضلابهای شهری، صنعتی و کشاورزی سال به سال افزایش یافته و موجب آلودگی محیط زیست انسان و موجودات آبزی گردد (4).

از نکات قابل توجه آلودگی محصولات آبزی به فلزات سنگین می باشد. زیرا فلزات سنگین آلاینده های پایداری[1] هستند که برخلاف ترکیبات آلی از طریق فرایندهای شیمیایی یا زیستی در طبیعت تجزیه نمی شوند (5). از نتایج مهم پایداری فلزات سنگین وسعت زیستی زیاد آنها در زنجیره غذایی می باشد به طوریکه در نتیجه این فرایند، مقدار آنها در زنجیره غذایی می تواند تا چندین برابر مقدار آنها که در آب یا هوا یافت می شوند افزایش یابد (6).

مسمومیت ناشی از مصرف ماهیان آلوده به فلزات سنگین در انسان اولین بار در سال 1953 در خلیج میناماتای ژاپن اتفاق افتاد که در طی آن بیش از 43 نفر از ساکنان محلی در اثر مصرف ماهیهای آلوده به فاضلاب یک کارخانه صنعتی جان خود را از دست داده و بیش از 700 نفر دیگر هم معلولیت های دائمی پیداکردند (7). بنابراین با توجه به اهمیّت موضوع این پژوهش جهت اندازه گیری و کنترل این عناصر در ماهیان پرورشی شهرستان خرم آباد انجام شد تا ضمن اطمینان از کیفیت بهداشتی محصولات غذایی از بروز خطرات احتمالی انسانی پیشگیری گردد.

مواد و روشها

به منظور بررسی غلظت فلزات سنگین کادمیوم، کروم، سرب و نیکل در ماهیان پرورشی بصورت منظم و در فواصل زمانی مشخص (20 روز) در طول بهار و تابستان سال 1385 در شهرستان خرم آباد تعداد 240 نمونه از ده محل پرورش ماهی جمع آوری گردید.

ماهیهای جمع آوری شده در هر مرحله را در آزمایشگاه کاملاً تمیز و با آب دیونیزه شستو داده و سپس مقدار20 الی30 گرم از گوشت قابل مصرف آنها را وزن و در داخل گرمخانه (دمای 105 درجه سانتیگراد) به مدت 44 ساعت نگهداری گردید. پس از آن نمونه ها را به دسیکاتور انتقال داده و پس از رسیدن به وزن ثابت در هاون چینی تا پودر شدن کامل سائیده شدند (8). سپس 0/5 گرم از نمونه کاملاً پودر شده ماهی را به یک بشر وارد و مقدار 5 میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ را به آن اضافه و در روی اجاق شنی در دمای 140 درجه سانتیگراد حرارت داده تا عناصر مورد مطالعه به صورت محلول کاملاً شفاف در آیند.

سوسپانسیونهای ایجاد شده را با استفاده از کاغذ صافی صاف و محلول صاف شده را به یک بالن مدرج منتقل و به حجم 50 میلی لیتر رسانیده شدند (9، 10) . پس از هم زدن کامل و یکنواخت شدن محلول به دست آمده به

1. Refractory Pollutants

[Downloaded from yafte.lums.ac.ir on 2026-11-25]

دستگاه جذب اتمی تزریق و مقدار جذب و غلظت خوانده شد. این مقدار غلظت، سپس با استفاده از فرمول به مقدار پی پی ام[1] غلظت واقعی به ازای واحد وزن خشک نمونه تبدیل گردید (11). در این مطالعه از مواد شیمیایی با درجه خلوص بسیار زیاد (شامل اسید نیتریک غلیظ 65% مرک آلمان، صافی واتمن انگلیس، آب دیونیزه و .....) و دستگاههای اسپکتروفتومتری جذب اتمی مدل 2380 شرکت پرکین المر[2] آلمان، فور مو[3] ساخت انگلیس و دیگر لوازم آزمایشگاهی استفاده گردید.

نتایج حاصل از این پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS و دو آزمون Test-T به منظور تعیین وجود یا عدم وجود تفاوت در میانگین گروههای مستقل از یکدیگر و آزمون آنالیز واریانس برای مقایسه میانگین های متغیرکمی در گروههای مستقل از یکدیگر مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. برای اطمینان از روش استخراج فلزات سنگین از نمونه های ماهی و کسب مقدار صحیح آنها از روش افزایش استاندارد[4] و درصد بازیابی فلزات استفاده گردید. این روش در کنترل معرفها، وسایل، دستگاهها و روش کار نیز کاربرد دارد. در این تحقیق 10 میلی لیتر از محلول استاندارد (فلزات کادمیوم، کروم، نیکل و سرب) با غلظت 1 پی پی ام به نمونه مورد آزمایش اضافه شد. لازم به ذکر است که دو نمونه به صورت مشابه و در شرایط یکسان تهیه و تنها به یکی از آنها محلول استاندارد اضافه گردید، آنگاه غلظت هر کدام جداگانه تعیین و درصد بازیابی فلزات از طریق فرمول زیر محاسبه شد (12).

$$R = 100\ (A2 - A1)/\ As$$

R = درصد بازیابی

A1 = غلظت نمونه بدون استاندارد (mg /l)

A2 = غلظت نمونه حاوی استاندارد (mg/l)

As = غلظت محلول استاندارد (mg /l)

تذکر : با توجه به توافق به عمل آمده با اداره شیلات مقرر گردید که نام محلهای پرورش ماهی ذکر نگردد.

یافته ها

نتایج حاصل از افزایش استاندارد به نمونه های ماهی و درصد بازیابی فلزات سنگین در جدول 1 ارائه گردیده است. با توجه به درصدهای بازیابی فلزات مختلف (95%) می توان چنین نتیجه گیری نمود که روش مورد استفاده برأی تعیین فلزات از اطمینان کافی برخوردار بوده است. مقادیر فلزات کادمیوم، کروم، سرب، نیکل و جیوه در گوشت ماهیان به تفکیک در جدول 2 ارائه گردیده است.

جدول شماره 1- نتایج آزمایش استاندارد و درصد بازیابی فلزات سنگین مورد بررسی در ماهیان مورد مطالعه

نام فلز	غلظت نمونه بدون استاندارد (پی پی ام)	غلظتاستاندارد اضافه شده (پی پی ام)	غلظت نمونه پس از افزایش استاندارد (پی پی ام)	درصد بازیابی
کادمیوم	0/107	1	1/078	97/1
کروم	0/063	1	0/993	93
سرب	0/52	1	0/48	96
نیکل	0/41	1	1/362	95/2

1. Powt per million (PPM)
2. Perkin-Elmer 2380 Atomic Absorption Spectrophotometer
3. Memmr
4. Standard Addition

[Downloaded from yafte.lums.ac.ir on 2026-11-25]

جدول شماره 2- مقدار فلزات کادمیوم، کروم، سرب ونیکل درگوشت ماهیان پرورشی شهرستان خرم آباد

فلزات سنگین محل پرورش	تعداد نمونه	شاخصهای آماری	کادمیوم (پی پی ام)	کروم (پی پی ام)	نیکل (پی پی ام)	سرب (پی پی ام)
	24	میانگین	0/065	0/333	0/322	0/442
محل پرورش1		انحراف معیار	0/034	0/245	0/146	0/185
		حداقل و حداکثر مقدار	0/16-0/02	0/76-0/01	0/65-0/09	0/76-0/12
		میانگین	0/064	0/062	0/284	0/48
محل پرورش2	24	انحراف معیار	0/028	0/105	0/057	0/226
		حداقل و حداکثر مقدار	/015-0/03	0/31-0/03	0/41-0/17	1/06-0/06
		میانگین	0/058	0/079	0/303	0/482
محل پرورش3	24	انحراف معیار	0/027	0/033	0/129	0/192
		حداقل و حداکثر مقدار	0/13-0/1	0/19-0/03	0/62-0/11	1/03-0/21
		میانگین	0/054	0/09	0/291	0/487
محل پرورش4	24	انحراف معیار	0/012	0/086	0/108	0/181
		حداقل و حداکثر مقدار	0/07-0/03	0/022-0/02	0/5-0/19	0/77-0/26
		میانگین	0/056	0/088	0/296	0/43
محل پرورش5	24	انحراف معیار	0/02	0/056	0/052	0/148
		حداقل و حداکثر مقدار	0/11-0/04	0/86-0/03	0/41-0/26	0/77-0/26
		میانگین	0/068	0/085	0/31	0/48
محل پرورش6	24	انحراف معیار	0/021	0/02	0/11	0/209
		حداقل و حداکثر مقدار	0/11-0/04	0/13-0/06	0/49-0/17	0/85-0/25
		میانگین	0/057	0/08	0/32	0/44
محل پرورش7	24	انحراف معیار	0/03	0/03	0/15	0/18
		حداقل و حداکثر مقدار	0/16-0/02	0/19-0/03	0/65-0/09	0/76-0/12
		میانگین	0/06	0/06	0/28	0/48
محل پرورش8	24	انحراف معیار	0/03	0/11	0/06	0/23
		حداقل و حداکثر مقدار	0/015-0/03	0/31-0/03	0/41-0/17	1/06-0/06
		میانگین	0/05	0/07	0/3	0/4
محل پرورش9	24	انحراف معیار	0/03	0/03	0/15	0/18
		حداقل و حداکثر مقدار	0/15-0/01	0/18-0/02	0/64-0/08	0/75-0/11
		میانگین	0/058	0/05	0/26	0/46
محل پرورش10	24	انحراف معیار	0/03	0/11	0/06	0/23
		حداقل و حداکثر مقدار	0/015-0/03	0/30-0/02	0/40-0/16	1/05-0/05
		WHOاستاندارد	0/1	0/2	0/38	0/5

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج آزمون آنالیز واریانس برای مقایسه میانگینهای مقادیر فلزات سنگین در گوشت ماهیان مورد مطالعه نشان داد که میانگین غلظت فلزات سنگین سرب (p=0/691)، نیکل (p=0/418)، کادمیوم (p=0/662) و کروم (p=0/099) در گوشت ماهیان بود ه و اختلاف آماری معنی داری بین میانگین غلظت فلزات سنگین در گوشت ماهیان محلهای پرورش وجود نداشت. غلظت فلزات سنگین سرب، نیکل و کادمیوم بطور

[Downloaded from yafte.lums.ac.ir on 2026-11-25]

یکنواخت در بافت ماهیان مورد مطالعه وجود داشت. مقدار فلزات سنگین در محل پرورش3 به میزان ناچیزی بیشتر از محل های دیگر بوده است. این افزایش مقدار ممکن است به دلیل آلودگی غذای ماهیان و آب محل پرورش باشد.

میانگین غلظت سرب، کروم، کادمیوم و نیکل در بافت ماهیان مورد مطالعه به ترتیب 0/46، 0/06، 0/053 و0/3 پی پی ام بر حسب وزن خشک ماهی بوده که در مقایسه با استاندارد سازمان بهداشت جهانی از حداکثر مجاز کمتر بوده است. نتایج آماری همچنین نشان داد که در آزمون t-test میانگین غلظت فلزات سنگین سرب، نیکل و کادمیوم در گوشت ماهی های پرورشی محلهای پرورش اختلاف آماری معنی داری وجود ندارد. مقایسه نتایج آزمایشهای حاصل از این تحقیق با تحقیقات بعمل آمده در دریای خزر نشان داد که غلظت سرب در ماهیان دریای خزر با میانگین 1/04 پی پی ام بر حسب وزن خشک ماهی حدود 2 برابر ماهیان پرورشی است. که در ایجاد این تفاوت ممکن است دلایل مختلفی از جمله، آلودگی بیشتر دریای خزر از یک سو به دلیل ورود گسترده فاضلابهای شهری، صنعتی و بویژه کشاورزی به داخل دریا و از سوی دیگر به دلیل مسدود بودن دریا و عدم اتصال به آبهای آزاد، روشهای متفاوت هضم شیمیایی نمونه ها، نوع گونه های ماهی و نوع بافت مورد آزمایش و .... باشد. (1، 12، 13)

همچنین غلظت کادمیوم، سرب و کروم ماهیان پرورشی شهرخرم آباد در مقایسه با ماهیان پرورشی مزارع پرورش ماهی استان گیلان به ترتیب با میانگین 009/ - 0/027، 0/892 – 0/337 و 0/552 – 0/16 پی پی ام بر حسب وزن خشک ماهی نشان داد که غلظت سرب و کروم به میزان 2 برابر بیشتر از ماهیان مصرفی شهرستان خرم آباد بود ولی غلظت کادمیوم در گوشت ماهیان شهرستان خرم آباد تقریباً 2 برابر ماهیهای مزارع پرورشی استان گیلان بود (1).

مقایسه بین غلظت کادمیم، سرب و نیکل ماهیان پرورشی خرم آباد با ماهی صبور رودخانه کارون در منطقه اروند به ترتیب با میانگین (2/701 ± 4/004، 0/330 ± 0/867، 0/034 ± 0/119) پی پی ام بر حسب وزن خشک ماهی نشان داد که غلظت کادمیوم به میزان 4 برابر بیشتر از ماهیان پرورشی شهرستان خرم آباد بود ولی غلظت نیکل در ماهیان پرورشی شهرستان خرم آباد 2 برابر بیشتر از ماهی صبور رودخانه کارون بود. این تفاوتها ممکن است به دلیل کیفیت متفاوت منابع تامین کننده آب و همچنین روشهای متفاوت هضم شیمیایی نمونه ماهی باشد. (14)

همچنین مقایسه نتایج این تحقیق با نتایج پژوهشهای سایر کشورهای جهان نشان داد که تجمع فلزات مورد مطالعه در ماهیان پرورشی شهرستان خرم آباد نسبت به ماهیان آبهای یونان و دریاچه آتاتورک ترکیه تفاوت چندانی ندارد (15، 16). ولی از ماهیان آبهای مرزی نروژ با روسیه بسیار کمتر بود(17). در مقایسه با ماهیان دریایی هنگ کنگ مقادیر کادمیوم و نیکل آن از ماهیان پرورشی بیشتر ولی غلظت کروم کمتر و غلظت سرب در یک محدوده قرار داشت (18) و در مقایسه با سواحل عربستان در خلیج فارس دارای مقادیر کروم یکسان، ولی مقادیر سرب و نیکل آنها بیشتر بود (19). نتایج این بررسی همچنین نشان داد که در مقایسه با ماهیان سواحل موریتانی دارای کادمیوم کمتر ولی از رودخانه پکوودا و آنپینگ تایوان بیشتر بود. در مقایسه با ماهیان رودخانه پیرل در جنوب چین مقدار کادمیم، سرب، کروم ونیکل آن بیشتر است. (20، 21، 22، 23).

بطور کلی میتوان چنین نتیجه گیری کرد که در تفاوت مقادیر فلزات سنگین در ماهیان پرورشی با سایر کشورها عوامل مختلفی از جمله شرایط جغرافیایی، محیطی و کیفیت منابع تامین کننده آب، صنایع مجاور، نوع گونه های ماهی و بافتهای

[Downloaded from yafte.lums.ac.ir on 2026-11-25]

مورد آزمایش، شرایط متفاوت فعالیتهای آزمایشگاهی و.... دخالت داشته باشد.

میانگین فلزات سنگین مورد مطالعه در ماهیان پرورشی شهرستان خرم آباد از حد استاندارد سازمان جهانی بهداشت کمتر بود ولی مقدار فلزات سنگین سرب، کروم، نیکل، کادمیوم به ترتیب در 27 درصد، 8 درصد، 3 درصد و 25 درصد در نمونه های مورد مطالعه از حداکثر مجاز استاندارد WHO بیشتر بود ولی این اختلاف از نظر آماری معنی دار نبود.

[Downloaded from yafte.lums.ac.ir on 2026-11-25]

References

1. Amini ranjbar P, Alizadeh M. Determine concentration heavy metal (Cr , Zn , Cu , Pb , Cd) in three species of kapor grow thing fish", pagohesh and sazandegi, 2008; 40-42: 146-149 (In parsian)
2. Fathi F. Study amount fish consumption in Esfahan city, expert project fishing natural sources engineering", 2001: 3-7 (In parsian)
3. Jafari M. Fish role and fish ointment in human nourishing, standard monthly, 123: 25-27 (In parsian)
4. F.A.O. Contamination an universey difficult in route fishing industry, translation Eskash Mohamad reza ,publications Iran fishing company, 1995: 18-21 (In parsian)
5. Kelark RB. Contamination Sea, translation Mohammad Ali Mohammadi and Zinab Dashti, publications nasgh and naghsh mehr, 2000: 105, 111, 120, 125-129, 136-138 (In parsian)
6. Vida P. Qualitative control and chemical testes food materials, publications Tehran University, 1995: 241, 309, 320-323 (In parsian)
7. Roy M. Harrison-Pollution (Causes, Effects and Control), The Royal Society of Chemistry , 2003: 425-426
8. Mohammadi HJ. GhaziAsgar MH. Determine quantity and quality heavy and toxic in grow thing fish in treated west water and comparison these with others fish, publication chemical and Iran chemical Engineering, 2000; 12: 13-22 (In parsian)
9. Mark J. Hammer-water and waste water technology, Hall inc, 2004: 169
10. APHA, AWWA, WEF, Standard methods for the examination of water and wastewater"18thedn.American public health association, Washington, 1992: 10600A. 3-13
11. American Society for Testing and Materials, Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, PA, 1994; 11(01): 454-463, 492-497, 573-583, 598-603
12. Khodabandeh S, Talaei R, GHauomi R, Condensation heavy metal in khazar sea sediments and aquatic, water and west water journal, 2001; 39: 19-20, 38-42 (In parsian)
13. Mirsanji M, Gholami Z, Negahban M. Study effects heavy metal contamination in aquatic Mazandaran sea, Environmental health country congress fourth ,yazd medical science university, 2001: 736-745 (In parsian)
14. Nikro U, Sadogh Niri A, Bavari V. Exiting condensation heavy metal in sabor fish (Tenualosa ilisha) muscle tissue Karoon river and comparison these with universe standard, environment engineering specialty congress firth , Tehran univercity 2006 (In parsian)
15. Vassilik Angelique Catsiki, Evangelia Strogyloudi, Survey of metal levels in Common Fish Spicies from Greek water" , The science of the total Environmental, 1999; 237-238: 387-400
16. Hulya karadede, Erhanunlu, Concentration of heavy metals in water, sediment and fish

[Downloaded from yafte.lums.ac.ir on 2026-11-25]

species from the Ataturk Dam Lake Turkey" , chemosphere, 2004; 41: 1371-1376

17. Per-Aren Amudsen, Heavy metals contamination in fresh water fish from the border region between Norway and Russia, the science of the total environmental, 2003; 201: 211-224
18. Wong CK, KWong PP, Heavy metal concentration in marine fishes collected from fish culture sites in Honkong, Environmental contamination and Toxicology , 2002; 40: 60-69
19. Iman AL-Saleh, Neptune Shinwari, Preliminary Report on the Levels of Elements in four Fish Species from the Persian Gulf of Saudia Arabia, Chemosphere, 2002; 48: 479-755
20. Michele R. Heavy metal distribution in different fish species from the Mauritania a coast, the science of the total Environmental, 1999; 232: 169-175

21- Allen Gill SM, Martynov VG, Heavy metal burdens in nine species of freshwater and anadromous fish from the Peter River, northern Russia, the science of the total Environment, 1995; 160-161: 653-659

22. YI-Chun Chen, Meng-Hsin Chen, Heavy Metal Concentration in Nine Species of Fishes Caught in Coastal waters off Ann – Ping, S.W.Taiwan, Journal of Food and Drug Analysis, 2001; 9(2): 107-114
23. Cheung KC, Wong MH. Metal Concentrations of Common Freshwater and Marine Fish from the Pearl River Delta, South China, Earth and Environmental Science, 2008; 54(4): 705-715

[Downloaded from yafte.lums.ac.ir on 2026-11-25]