

اندازه گیری مقادیر فلزات سنگین (Cr, Zn, Cu, Pb, Cd) در سه گونه از کپور ماهیان پرورشی

● غلامرضا امینی رنجبر، عضو هیأت علمی وزارت جهاد سازندگی
● محمد علیزاده، کارشناس ارشد محیط زیست

تاریخ دریافت: دیماه ۱۳۷۷

✓ Pajouhesh & Sazandegi, No 40, 41,
42 PP: 146-149

The quantitative investigation of
trace elements in three species of
cultured carps

By: Amini - Ranjbar Gh. Alizadeh M.

In this research work the objective of
measuring of low quantities of heavy
metals (Cr, Zn, Cu, Pb and Cd) in three
species of cultured carps in Gilan
province (North of Iran) has been
conducted.

After recognising and sampling from
certain stations, the mentioned carps
tissues were seperated and different
methods were used for digestion and
flame atomic absorption instrument
model shimatzo AA-680/680 G was
used to analysis.

The obtained results of four different
methods (wet digestion - $H_2SO_4/HNO_3/HClO_4$,
wet digestion - $HNO_3/HClO_4$,
dry ashing - H_2SO_4/HNO_3 , wet
digestion - H_2O_2/HNO_3) were compared
and the best method with high recovery
proved to be the method of wet
digestion - Autoclave H_2O_2/HNO_3 .

تولیدات نیز بیشتر می‌گردد (۱)، علاوه بر آلودگی‌های
میکروبی، از موارد و نکات مهم و قابل توجه میزان
عناصر سنگین در محصولات است که باید مورد توجه و
ارزیابی جدی قرار گیرد (۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷). این امر از
آنجا اهمیت پیدا می‌کند که افزایش بعضی از عناصر
سنگین در محصولات (۵) به علت آلودگی منابع تولید
(آب و غذا) بعد از مصرف، به انسان منتقل و باعث بروز
بیماریها و اختلالات خاص در مصرف کننده می‌گردد (۴،
۶، ۹ و ۱۰). بنابراین اهمیت موضوع روشن و ما را ترغیب

چکیده

علاوه بر منابع طبیعی مانند دریاها، تالابها و
رودها، استخرهای پرورش ماهی نیز سهم
عمده‌ای از تولید پروتئین را دارا می‌باشند،
(استان گیلان در سال ۱۳۷۵، ۱۲۹۸ تن).
بنابراین اطمینان از سلامت و بهداشت
پروتئین تولید شده از اهمیت زیادی
برخوردار است. یکی از فاکتورهای مهم در
بهداشت و سلامتی ماهیان میزان عناصر
سنگین در آنها است، لذا چهار استخر
پرورشی ماهی در سطح استان گیلان را،
انتخاب و مقادیر مس، روی، کادمیم، سرب و
کروم در سه بافت (طحال، گوشت و لوله
گوارش) در سه گونه از کپور ماهیان (آمور،
فیتوفاگ^۱ و کپور معمولی) مورد ارزیابی و
سنجش قرار گرفتند. برای انتخاب روش
نهایی، جهت آنالیز نمونه‌ها، چهار روش
هضم شیمیایی مورد آزمایش قرار گرفت،
روشهای به کار رفته عبارتند از روش مرطوب
یا روش رفلکسی و بین ماری (ROPME 84)
اتوکلاو و یک روش خشک خاکسترسازی.
نهایتاً بهترین روش با مقدار بازیافت بالا و
زمان بری کمتر، انتخاب گردیده و پس از
عملیات هضم شیمیایی، توسط دستگاه
جذب اتمی شعله‌ای مورد تجزیه قرار گرفت.
نتایج به دست آمده، با حد مجاز آنها در
گزارش سازمان بهداشت جهانی (W.H.O) و
دیگر سازمانهای مرجع مقایسه گردید.

مقدمه

استفاده از منابع پروتئین پرورشی به علت نیاز
روزافزون انسان به غذا به شدت افزایش می‌یابد، برای
مثال طبق آمار ارائه شده توسط اداره پرورش ماهی،
شیلات گیلان، مقدار تولید در سال ۱۳۶۸ رقم ۹۸۱۷
تن و در سال ۱۳۷۵ میزان تولید ۱۱۹۸۰ تن بوده و
برای سال ۱۳۷۶ رقم ۱۳۵۰۰ تن ماهی پرورشی گرم
آبی پیش‌بینی شده است (۱). بنابراین به موازات
افزایش تولید این منابع، اهمیت بهداشت و سلامتی

به اندازه گیری و کنترل این عناصر در مزارع پرورش ماهی
می‌کند. تحقیق ذیل برای اولین بار در منابع آبی داخل
کشور، زیر نظر مؤسسه تحقیقات و آموزش شیلات انجام
گرفته است. مراحل عمل، به طور مختصر شامل مراحل
زیر است. ابتدا چهار ایستگاه (مزرعه پرورش) در چهار
منطقه مختلف از استان گیلان در نظر گرفته شده است.
سپس ۶۰ قطعه ماهی از سه گونه کپور ماهیان (فیتوفاگ،
آمور، کپور معمولی) جهت نمونه برداری انتخاب گردیده،
بروی یکی از نمونه‌ها، چهار روش هضم شیمیایی انجام و
بهترین روش انتخاب و پس از هضم کلیه نمونه‌ها به
روش برگزیده پنج عنصر Cr، Cu، Pb، Zn و Cd در سه
بافت (لوله گوارش، بافت خوراکی، طحال) مورد
اندازه گیری قرار گرفتند. در نهایت اعداد و ارقام حاصله از
نمونه‌های واقعی با مقادیر مجاز آنها مقایسه گردیده
است (۱۰، ۱۱ و ۱۲).

نمونه برداری

نمونه برداری از ماهیها در زمان صید و در پایان دوره
پرورش مزارع و استخرها در فصل برداشت با استفاده از
تور انجام گرفت، انتخاب کلیه نمونه‌ها به طور تصادفی از
نقاط مختلف استخر انجام شد، از هر استخر، تعداد ۱۵
قطعه ماهی (۵ قطعه از هر گونه) انتخاب و به طور مجزا
همراه با برچسب در درون کیسه‌های استریل پلاستیکی
قرار داده و با کمترین فاصله زمانی به آزمایشگاه
منتقل گردید. پس از آن مراحل زیر که شامل بیومتری
کلیه نمونه‌ها (طول - وزن) و شستشوی نمونه‌ها
با آب معمولی و آب مقطر و جراحی طحال و لوله
گوارش و بافت خوراکی (گوشت) و سپس بستن بندی آنها
جهت انجام به روش (MOOPAM 1983) و در پایان به
دمای ۲۰- درجه سانتیگراد در سردخانه انتقال
داده شد (۱۳).

ایستگاههای نمونه برداری یا استخرهای پرورشی
مورد نظر جهت نمونه برداری در چهار نقطه از مناطق
حوالی تالاب انزلی انتخاب گردیده است. ایستگاههای
پیربازار، پسخان، آبکنار و جفروند چهار استخر مورد
مطالعه بودند که محل و موقعیت آنها را در شکل زیر
می‌توان دید.

مواد و روشها

در کلیه آزمایشات انجام شده، از مواد شیمیایی با درجه خلوص بسیار بالای تجزیه‌ای کمی، از شرکت «مرک آلمان» استفاده گردید. این مواد عبارتند از، آب اکسیژنه ۳۰٪، اسید نیتریک ۶۵٪، اسید سولفوریک، اسید پرکلریک ۷۰٪، مولیدات سدیم آب مقطر دوبار تقطیر و محلول (۱).

عملیات هضم شیمیایی، با استفاده از ۳ روش متداول، انجام و سپس، روش پیشنهادی دیگری (اتوکلاو) نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. زمان‌بری و نوع اسیدهای به کار رفته در هر روش در جدول شماره ۱ آمده است.

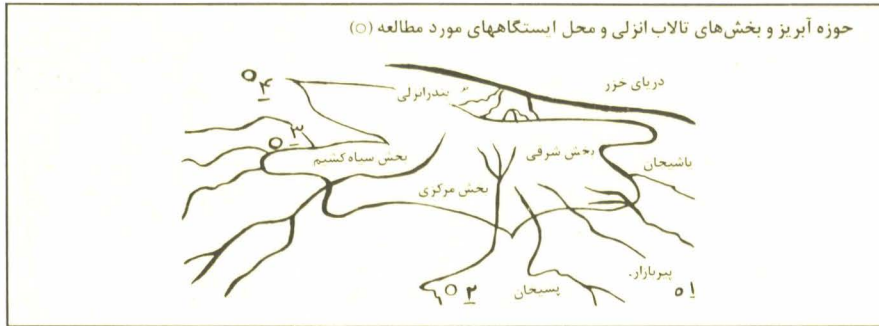
پس از تهیه یک نمونه همگن از بافت خوراکی (گوشت)، این بافت توسط هر یک از چهار روش فوق‌الذکر انجام و مقادیر بازیافت محاسبه شد (جدول شماره ۲).

بنابراین، با مطالعه کلیه روشها (از نظر مقدار بازیافت و زمان‌بری) روش پیشنهادی چهارم با شرایط و جزئیات زیر انتخاب و بر روی کلیه نمونه‌های موجود انجام شد.

پس از آماده سازی ظروف آزمایشگاهی (۱۲) و همگن کردن کل نمونه‌ها به طور مجزا (۶۰ نمونه گوشت، ۶۰ نمونه لوله گوارش و ۶۰ نمونه طحال از ۶۰ قطعه ماهی صید شده در چهار استخر پرورشی ماهی) که به طور جداگانه برچسب‌دار و در دمای انجماد نگهداری شده‌اند مراحل زیر بر روی کلیه نمونه‌ها انجام گردید. در ابتدا نمونه‌های گوشت ماهی مربوط به یک گونه در یک استخر مشخص (۵ نمونه) که قبلاً به طور کامل همگن شده‌اند را برای مدت کوتاهی در دمای محیط نگهداری می‌کنیم تا از حالت انجماد خارج شوند. سپس مقدار ۱۰۰ گرم از هر یک، با دقت توزین و پس از همگن کردن مجدد، آنها را بسته‌بندی و برچسب زده و به عنوان نمونه واحدی که از پنج ماهی مشابه در یک استخر به دست آمده نگهداری می‌کنیم در مرحله بعد پس از آماده سازی وسایل و امکانات از نمونه واحدی که اخیراً تهیه شد ۵ نمونه جهت هضم شیمیایی تهیه گردید. بر روی هر یک از نمونه‌های فوق‌الذکر مراحل هضم شیمیایی به صورتی که توضیح داده می‌شود انجام و پس از عملیات هضم شیمیایی و به دست آمدن محلولی کاملاً شفاف (استفاده از روش انتخابی اتوکلاو)، محلول حاصل را به یک بالن مدرج منتقل کرده و سپس به حجم ۵۰ میلی لیتر می‌رسانیم. پس از هم زدن کامل و یکنواخت شدن محلول به دست آمده، به دستگاه جذب اتمی تزریق و مقدار جذب و غلظت خوانده شد. این مقدار غلظت، سپس با استفاده از فرمول ذیل به مقدار (ppm) غلظت واقعی به ازای واحد وزن تر نمونه تبدیل گردید.
$$C = \frac{V_1}{V_2} \times m$$
 (غلظت دستگاه) = C (غلظت واقعی) (وزن تر انتخاب شده)

روش هضم به طریق اتوکلاو

مقدار ۱۰ گرم از نمونه همگن شده را به داخل ارلن مایر دهانه گشاد انتقال داده و سپس ۲ میلی لیتر آب اکسیژنه و ۱۲ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ به نمونه اضافه می‌شود. با افزودن ظروف حاوی نمونه به داخل اتوکلاو منتقل می‌گردد (در فشار ۱/۵ اتمسفر) پس از گذشت ۶۰ دقیقه و سرد شدن، نمونه‌ها از اتوکلاو خارج می‌گردد. البته این روش قبل از کاربرد مورد بهینه‌سازی



جدول شماره ۱- معرفیها و زمان‌بری هر یک از روشهای هضم شیمیایی

روش‌ها	REAGENT	زمان‌بری
Wet digestion (رفلاکس)	H2SO4/HNO3/HCLo4	۷ ساعت
Wet digestion (ROPME 84) (بن‌ماری)	HNO3/HCLo4	۱۳ ساعت
Dry ashing (کوره)	H2SO4/HNO3	۲۶ ساعت
Wet digestion (اتوکلاو)	H2O2/HNO3	۲ ساعت

جدول شماره ۲- مقدار بازیافت هر یک از روشهای هضم شیمیایی

روشهای هضم شیمیایی	Zn	Cd	Cu	Pb	Cr
WET DIGESTION (رفلاکس)	۸۳/۲۴	۷۹/۹۲	۸۹/۳۲	۸۸/۳۴	-
WET DIGESTION (ROPME 84) (بن‌ماری)	۶۸/۹۶	۴۰/۰۰	۶۰/۱	۵۰/۱۲	-
DRY ASHING (کوره)	۹۰/۱۷	۷۵/۲	۸۳/۴۲	۸۵/۴۵	-
WET DIGESTION (اتوکلاو)	۹۱/۷۱	۸۰/۲۸	۷۲/۲۸	۱۲۹/۹	۸۵/۳۹

جدول شماره ۳- مراحل بهینه سازی روش اتوکلاو

ردیف	زمان	فشار	مقدار	H ₂ O ₂ /HNO ₃	نتیجه هضم شیمیایی
۱	۳۰'	1 atm	۱۰gr	۲ml/۱۰ml	ناقص
۲	۶۰'	1 atm	۱۰gr	۲ml/۱۰ml	ناقص
۳	۱۲۰'	1 atm	۱۰gr	۲ml/۱۰ml	ناقص
۴	۳۰'	1.5 atm	۱۰gr	۲ml/۱۰ml	ناقص
۵	۳۰'	1.5 atm	۱۰gr	۲ml/۱۰ml	ناقص
۶	۶۰'	1.5 atm	۱۰gr	۲ml/۱۰ml	کامل (محلول شفاف)

جدول شماره ۴- مقادیر اندازه‌گیری شده عناصر سنگین در بافتهای مختلف سه گونه از کپور ماهیان در ایستگاه شماره ۱

گونه	بافت	Cd ppm	Zn ppm	Cu ppm	Pb ppm	Cr ppm
فیتوفاگ	گوشت	۰/۰۳۹	۳۶۹۵	۰/۷۵۲	۰/۴۹۱	۰/۳۸۵
	SD**	۰/۰۱۷	۰/۱۹۷	۰/۱۴۶	۰/۲۰۶	۰/۲۵۰
	لوله گوارش	۰/۱۲۶	۱۰/۰۰۶	۰/۸	۴/۳۳۸	۰/۴
	SD	۰/۰۲۵	۱/۷۷۴	۰/۱۳۲	۰/۵۸۰	۰/۱۰۱
	طحال	۰/۱۱۱	۵/۳۶۲	۰/۵۱۶	۲/۹۷۲	۰/۱۸۳
	SD	۰/۰۰۹	۰/۵۷۳	۰/۰۵۰	۰/۴۹۵	۰/۰۴۴
کپور معمولی	گوشت	۰/۰۰۹	۴/۴۸۵۷	۰/۵۴۱	۰/۸۹۲	۰/۱۶
	SD	۰/۰۱۰	۰/۱۳۸	۰/۰۶۰	۰/۰۶۳	۰/۰۹۶
	لوله گوارش	۰/۰۳۳	۱۲/۱۷۲	۱/۱۰۵	۱/۰۱۱	۰/۲۷۲
	SD	۰/۰۱۶۶	۰/۱۵۹	۰/۲۶۷	۰/۳۵	۰/۰۲۵
	طحال	۰/۰۲۲۲	۱۶/۸۱۲	۰/۵۲۷	۳/۳۹۵	۰/۴
	SD	۰/۰۰۹	۰/۸۳۹	۰/۰۰۹	۰/۲۳۴	۰/۰۶۰
أمور	گوشت	۰/۰۱۱۶	۴/۲۶۹	۰/۳۶۱	۰/۶۴۱	۰/۱۳۰
	SD	۰/۰۰۷	۰/۱۰۷۱	۰/۰۶۱	۰/۰۹۲	۰/۰۷۰
	لوله گوارش	۰/۰۱۷	۱۳/۶۵۱	۱/۸۲۲	۱/۷۰۵	۰/۵۸۳
	SD	۰/۰۰۰۷۶	۲/۰۶۹	۰/۰۵۰۲	۰/۲۸۷	۰/۱۲۰
	طحال	۰/۰۵۵	۱۳/۵۹۵	۲/۳۲۲	۰/۳۱۶	۰/۴
	SD	۰/۰۲۵۴۵۵	۲/۰۰۰۸۳۳	۰/۱۶۸۶	۰/۱۲۰۱۷	۰/۰۳۳۳

* مقادیر بالاتر از حد مجاز WHO و CAC و SD ** انحراف استاندارد معیار

بحث و نتیجه گیری

تشخیص و اندازه گیری انواع آلودگی ها در آبهای داخلی و بویژه در مزارع پرورش ماهی اهمیت بسیار دارد، چرا که عدم سلامت ماهیان پرورشی بروز انواع بیماریها را در مصرف کننده دنبال دارد. در سالهای اخیر میزان تولید ماهیان پرورشی افزایش یافته و پیش بینی می شود که در سالهای آتی نیز نقش تولید پروتئین پرورشی در تأمین نیازهای انسانی بیشتر و بیشتر گردد (جدول شماره ۹). در یک ارزیابی کلی از استخرهای پرورش ماهی استان گیلان چهار مزرعه پرورش در نظر گرفته شد. این استخرها محل پرورش سه گونه ماهی (أمور - کپور معمولی - فیتوفاک) و همه نمونه ها دارای سن یکسان بودند.

در نحوه انتخاب روش هضم شیمیایی مناسب، مقدار باز یافت روش برای عناصر مورد آنالیز مقادیر مواد مصرفی در روش هضم شیمیایی نمونه و زمان بری روشهای به کار رفته دارای اهمیت است. مقادیر باز یافت معمولاً باید بیش از ۷۰٪ باشد، (۱۵). همچنین مقدار مواد مصرف شده نیز می بایستی در حد قابل قبولی باشد تا از هزینه های غیر ضروری اجتناب شود. مقدار زمان انجام هضم شیمیایی نمونه نیز هنگامی اهمیت پیدا می کند که تعداد نمونه های مورد آزمایش قابل توجه باشد. در این مطالعه ابتدا از بین کلیه روشهای متداول و در دسترس، سه روش (بن ماری یا ROPME 84، روش رفلاکس؛ ۱۶، ۱۷ و ۱۸) و یک روش خشک خاکستر سازی) انتخاب و کلیه این روشها بر روی یک نمونه واحد انجام گردید و مقادیر باز یافت و زمان بری برای هر روش اندازه گیری شد و سپس نتایج به دست آمده با ارقام حاصل از روش پیشنهادی اتوکلاو مقایسه گردید.

نتایج حاصل از انجام روشهای هضم شیمیایی جهت هضم نمونه واحد، گویای این مطلب است که روش پیشنهادی اتوکلاو و با مقادیر باز یافت قابل قبول (۷۱/۹۱٪ برای Zn، ۸۰/۲۸٪ برای Cd، ۷۲/۸۷٪ برای Cu، ۱۲۹/۹۸۵٪ برای Pb، ۸۵/۳۹٪ برای Cr) و زمان بری مناسب (۶۰ دقیقه) روشی مناسب در هضم کلیه نمونه ها می باشد، لذا در انجام اندازه گیری از روش اتوکلاو برای هضم کلیه نمونه ها استفاده گردید.

از مقایسه ارقام مربوط به بافت خوراکی نمونه های مورد نظر در ایستگاههای مختلف با ارقامی که از آنالیز بافت لوله گوارشی و طحال این نمونه ها به دست آمده این نتیجه گیری را می توان داشت که تجمع فلزات مورد مطالعه در بافت خوراکی کمتر از طحال و لوله گوارش است. همچنین از مقایسه مقادیر به دست آمده با مقادیر استاندارد ۷ مورد آلودگی به سرب و در یک مورد مقدار Zn بیش از حد مجاز (۵/۵ ppm) بوده است. آلودگی سرب در ایستگاه شماره یک مربوط به دو گونه کپور معمولی (۸۹۲/۵ ppm) و أمور (۶۴۱/۵ ppm) در ایستگاه شماره ۲ مربوط به گونه فیتوفاک (۷۵۷/۵ ppm) و ماهی کپور معمولی (۳۱/۱ ppm) می باشد. تنها موردی که فلز روی (Zn) بیش از حد مجاز اندازه گیری شده است ایستگاه شماره ۳ و در بافت گوشت متعلق به ماهی کپور معمولی (۷/۹۲۶ ppm) است. در مورد فلزات Cd و Cu مقادیر کمتر از حد مجاز و در مورد Cr به علت فقدان مرجع استاندارد مقایسه ای صورت نگرفته و تنها مقادیر اندازه گیری شده گزارش شده است.

جدول شماره ۵ - مقادیر اندازه گیری شده عناصر سنگین در بافتهای مختلف سه گونه از کپور ماهیان در ایستگاه شماره ۲

گونه	بافت	Cd ppm	Zn ppm	Cu ppm	Pb ppm	Cr ppm
فیتوفاک	گوشت	۰/۰۲۰	۲/۱۷۱	۰/۵۸۸	۰/۶۳۳*	۰/۷۲۸
	SD	۰/۰۰۷	۰/۱۱۰	۰/۰۷۵	۰/۲۱۷	۰/۶۰۳
	لوله گوارش	۰/۰۱۵	۱۵/۹۷۳	۱/۵۳۳	۱/۹۰۵	۰/۵۲۹
	SD	۰/۰۰۰۷	۰/۸۰۴	۰/۰۵	۰/۵۷۵	۰/۰۰۶
	طحال	۰/۰۲۲	۴/۹۱۸	۰/۴۷۲	۲/۷۷۲	۰/۳۶۶
	SD	۰/۰۰۹	۰/۴۰۰	۰/۰۶۳	۰/۵۵۴	۰/۰۸۸
کپور معمولی	گوشت	۰/۰۲۷	۴/۰۶۹	۰/۴۷۰	۰/۴۶۷	۰/۳۴۸
	SD	۰/۰۱۵	۰/۲۸۲	۰/۰۶۷	۰/۲۱۳	۰/۳۰۳
	لوله گوارش	۰/۰۳۳۳	۸۳/۰۳۴	۱/۱۱۶	۱/۳۶۱	۰/۴۴۴
	SD	۰/۰۰۰۰۵	۱/۸۲۵	۰/۲۱۶	۰/۶۵۱	۰/۲۶۴
	طحال	۰/۰۴۴۴	۵۷/۸۶۸	۰/۷۴۴	۰/۴۰۵	۰/۳۳۵
	SD	۰/۰۰۰۶۶	۰/۲۲۱	۰/۰۷۵	۰/۰۰۸	۰/۰۲۷
أمور	گوشت	۰/۰۱۷	۴/۱۶۲۸	۰/۳۶۱	۰/۳۸۳	۰/۴۲۲
	SD	۰/۰۰۴	۰/۳۴۷	۰/۰۵۱	۰/۴۴۰	۰/۳۷۲۲
	لوله گوارش	۰/۰۰۵	۱۴/۰۹۵	۰/۸۶۱۱	۱/۵۱۶	۰/۱۶۱
	SD	۰/۰۱۶	۱/۶۰۳	۰/۰۵۳	۰/۱۸۰	۰/۰۴۸
	طحال	۰/۰۳۸۹	۱۵/۹۴۰	۲/۴۱۶	۲/۶۰۵۵	۰/۱۷۷۸
	SD	۰/۰۲۵	۰/۷۶	۰/۳۸۱	۰/۹۱۷	۰/۰۳۴

* مقادیر بالاتر از حد مجاز WHO و CAC

جدول شماره ۶ - مقادیر اندازه گیری شده عناصر سنگین در بافتهای مختلف سه گونه از کپور ماهیان در ایستگاه شماره ۳

گونه	بافت	Cd ppm	Zn ppm	Cu ppm	Pb ppm	Cr ppm
فیتوفاک	گوشت	۰/۰۲۶	۴/۴۵۷	۰/۴۸۹	۰/۷۸۱*	۰/۰۷۸
	SD	۰/۰۲۴	۰/۱۹۹	۰/۱۱۱	۰/۵۳۰	۰/۰۴۲۸
	لوله گوارش	۰/۰۸۸۹	۱۲/۴۰۱۳	۰/۷۳۸	۰/۹۱۶	۰/۷۷۲
	SD	۰/۰۲۴	۰/۰۹۱	۰/۱۹۴	۰/۲۷۲	۰/۰۶۳۱
	طحال	۰/۰۳۱۷	۳/۸۹۰	۰/۰۱۶	۱/۷۸۸۸	۱/۴۳۳۳
	SD	۰/۰۰۱۷	۰/۲۶۵	۰/۱۹۴	۰/۰۴۱	۰/۱۰۴
کپور معمولی	گوشت	۰/۰۱۹	۷/۹۲۶*	۰/۴۱۹	۰/۳۳۳۷	۰/۵۵۲
	SD	۰/۰۱۲۹۴	۰/۱۶۳۸	۰/۰۴۰۵	۰/۲۲۴۸	۰/۵۲۵۷
	لوله گوارش	۰/۰۳۹۲	۷۳/۵۴۴	۱/۳۵۵	۲/۸۸۳۳	۰/۵۴۴
	SD	۰/۰۰۹۳	۰/۰۰۵	۰/۲۰۱۶	۰/۲۱۷	۰/۰۹۱۷
	طحال	۰/۰۵۸۸	۸۷/۵۷	۱/۴۵۵	۰/۷۷۷	۰/۰۵۹۲
	SD	۰/۰۰۸	۰/۳۷۵	۰/۲۹۸	۰/۰۵۰	۰/۰۰۸
أمور	گوشت	۰/۰۱۸۷	۴/۳۴۴	۰/۵۹۰	۰/۷۵۷*	۰/۱۴۸
	SD	۰/۰۰۸	۰/۴۱۵	۰/۲۰۳	۰/۰۶۲	۰/۵۵۰
	لوله گوارش	۰/۰۲۶	۱۹/۵۷۹	۱/۲۲۲	۰/۱۱۱	۰/۶۶۱۱
	SD	۰/۰۰۸	۲/۳۵۰	۰/۲۱۷۵	۰/۱۰۷۱۳۷	۰/۱۵۰۳۰۹
	طحال	۰/۰۵۵	۱۰/۸۹۵۸	۱/۶۱۶۶	۱/۰۳۳۳	۰/۶۳۳
	SD	۰/۰۲۵۴	۰/۵۹۶۵	۰/۰۱۶۶	۰/۲۷۴۳۶۶	۰/۱۳۳

* مقادیر بالاتر از حد مجاز WHO و CAC

استیلن استفاده شد. و در همه موارد و قبل از انجام آنالیز کمی، منحنی های کالیبراسیون با تریق استاندارددهای مختلف به دستگاه طیف سنخ جذب اتمی رسم گردید.

شرایط دستگاهی (طول موج، طول شکاف و آمپر) به کار رفته جهت اندازه گیری مورد نظر در جدول زیر آمده است:

عناصر	MA	Slit(nm)	WL(nm)
Zn	۴	۰/۵	۲۱۳/۹
Cd	۴	۰/۳	۲۲۸/۸
Pb	۵	۱/۰	۲۸۳/۳
Cr	۵	۰/۵	۳۵۷/۷
Cu	۵	۰/۵	۳۲۴/۸

قرار گرفت که شرح مراحل عمل در جدول (۳) آمده است. در این جدول مشخص گردیده است که مرحله ۶ با استفاده از ۱۲ میلی لیتر اسید نیتریک و ۲ میلی لیتر آب اکسیژنه در فشار ۱/۵ اتمسفر و زمان ۶۰ دقیقه برای مقدار ۱۰ گرم از نمونه به خوبی برای انجام هضم شیمیایی مؤثر است.

به منظور اندازه گیری کمی مقادیر فلزات سنگین در بافتها مختلف پس از هضم شیمیایی به روش اتوکلاو از دستگاه که طیفسنجی جذب اتمی شعلهای مدل شیمادزو مدل (AA-68V) در طول موجهای ۲۱۳/۹nm (Zn)، ۲۲۸/۸nm (Cd)، ۲۷۴/۸nm (Cu)، ۲۸۳/۳nm (Pb) و ۳۵۷/۹nm (Cr) و شعله هو

جدول شماره ۷- مقادیر اندازه گیری شده عناصر سنگین در بافتهای مختلف سه گونه از کبوتر ماهیان در ایستگاه شماره ۴

گونه	بافت	Cd ppm	Zn ppm	Cu ppm	Pb ppm	Cr ppm
فیثوفاک	گوشت	۰/۰۱۹	۳/۶۹۲	۰/۵۴	۰/۴۵۱*	۰/۴۵۴
	SD	۰/۰۱۳۸	۰/۳۸۰۰	۰/۰۸۹	۰/۲۲۵	۰/۳۴۱۹
	لوله گوارش	۰/۱۳۸۹	۱۳/۵۰۶۹	۱/۳۲۲	۰/۴۶۱۱	۰/۷۱۶۶
	SD	۰/۰۳۴۷۰۷	۱/۳۵۶۳۱۱	۰/۲۰۰۹	۰/۰۶۷۳۳۹	۰/۰۶۰۱
	طحال	۰/۰۷۷	۳/۹۴۵۸	۰/۶۶۱۱	۱/۵۰۵۵	۰/۱۹۴۴
	SD	۰/۰۰۹۵	۰/۶۸۲۵	۰/۱۷۲۴	۰/۱۴۵۶	۰/۰۳۴۶
کبوتر معمولی	گوشت	۰/۰۲۳	۴/۳۱۶۸	۰/۶۱۱	۱/۰۳۱*	۰/۱۳۹
	SD	۰/۰۱۳۵۰۹	۰/۰۹۳۱	۰/۱۰۶۲	۰/۳۴۶۷	۰/۱۲۲۱۸
	لوله گوارش	۰/۰۹۹۹	۸۳/۱۸۸	۱/۳۷۲۲	۰/۵۰۵۵	۱/۲۴۶۱۲۳
	SD	۰/۰۲۸۸	۰/۰۱۲۷	۰/۱۰۵۸۲	۰/۰۳۸۵۰۹	۰/۳۴۴۲۲۴
	طحال	۰/۱۳۸۴۶۶	۵/۱۶۵۵۹	۰/۵۶۹۹	۰/۹۲۷۸	۰/۵۵۱۴
	SD	۰/۰۴۲۰۱۳	۰/۲۳۱۹	۰/۰۳۷۷۶	۰/۰۳۴۷۰۷	۰/۱۷۱۵۱۹
آمور	گوشت	۰/۰۰۹	۴/۶۱۷	۰/۳۹۶	۰/۵۱۵	۰/۲۲۷
	SD	۰/۰۰۶	۰/۱۲۱۶	۰/۰۳۷۹۸	۰/۰۹۱۳	۰/۱۰۱۱
	لوله گوارش	۰/۱۰۵۵	۲/۰۴۰۶	۱/۰۳۸۹	۰/۹۷۲۰	۰/۶۵
	SD	۰/۰۱۹۲۸	۰/۶۴۳۶	۰/۲۷۶۰	۰/۰۱۱۷	۰/۲۲۰۴
	طحال	۰/۰۳۷۷۶۶	۴/۰۲۴۴	۱/۸۱	۲/۶۷	۰/۵۲۷
	SD	۰/۰۱۰۷	۰/۰۱۰۱	۰/۲۶۵۷	۰/۷۲۲۷	۰/۲۹۳۵

* مقادیر بالاتر از حد مجاز WHO و CAC.

جدول شماره ۸- درصد عناصر مورد نظر در گونه های مختلف به تفکیک ایستگاههای مورد مطالعه

شماره ایستگاه	نوع گونه ماهی	Cr%	Cu%	Pb%	Zn%	Cd%
۱	<i>C. idella</i>	۱۹/۳	۲۱/۸	۳۱/۷	۲۴/۳	۱۹/۵
	<i>H. molitrix</i>	۵۷/۰	۴۵/۵	۲۴/۳	۲۹/۷	۶۵/۴
	<i>C. carpio</i>	۲۳/۷	۳۲/۷	۴۴/۱	۳۶/۰	۱۵/۱
	<i>C. idella</i>	۲۸/۲	۲۵/۴	۲۵/۸	۲۶/۵	۲۶/۴
۲	<i>H. molitrix</i>	۴۸/۶	۴۱/۴	۴۲/۷	۲۷/۸	۳۱/۰
	<i>C. carpio</i>	۲۳/۲	۳۳/۱	۳۱/۵	۳۵/۷	۴۲/۶
۳	<i>C. idella</i>	۱۹/۰	۳۹/۴	۴۰/۵	۲۶/۰	۲۹/۴
	<i>H. molitrix</i>	۱۰/۱	۳۲/۶	۴۱/۷	۲۶/۶	۴۰/۸
	<i>C. carpio</i>	۷۰/۸	۲۸/۰	۱۷/۸	۴۷/۴	۲۹/۸
۴	<i>C. idella</i>	۲۷/۷	۲۵/۶	۲۳/۴	۳۶/۶	۱۷/۶
	<i>H. molitrix</i>	۵۵/۳	۳۴/۹	۲۹/۶	۲۹/۲	۳۷/۳
	<i>C. carpio</i>	۱۶/۹	۳۹/۵	۴۶/۹	۲۴/۲	۴۵/۱

جدول شماره ۹- آمار مقایسه ای میزان مساحت و تولید گوشت ماهی در مزارع پرورش ماهی گرمابی استان گیلان

سال	تولید به تن	مساحت به هکتار
۱۳۶۸	۹۸۱۷	۳۲۷۲
۱۳۶۹	۸۵۰۹	۲۸۴۷
۱۳۷۰	۹۳۷۷	۳۱۴۳
۱۳۷۱	۹۹۰۰	۳۳۰۰
۱۳۷۲	۱۰۸۴۸	۳۳۹۰
۱۳۷۳	۱۱۸۸۹	۳۶۰۳
۱۳۷۴	۱۳۷۰۰	۳۸۴۸
۱۳۷۵	۱۲۹۸۰	۳۸۶۲

(1644).

20- Content of heavy metals in some fish species in the section of the Danube flowing through Vojvodina, 1990. Water science. Technool. 22(5), 79-86.

21- Heavy metal concentration of fish and prawn collected from Hooghly estuary, 1989. sci. cult. 55(7), 257-60.

22- Hamza, Chaffai, A.; Romeo, M.; Abel, A.; 1969. Heavy metal in...; Bull. Environ. Contam., Toxicol. 56(5)766-73.

spec., 1977. Analytical chemistry, Vol.49, No. 11, sep.

16- Regional Organization pollution marine environment (ROPME); 1989.

17- ROPME; 1984.

18- ROPME; 1986.

19- Dry Ashing of Animal Tissues for Atomic Absorption Spectrometric Determination of Zn, Cu, Cd, Pb, Fe, Mg, and H.G., 1977. Petering kettering laboratory, Department of Environmental Health; University of Cincinnati College of Medicine. Cincinnati; Ohio 45267; Analytical chemistry Vol. 49, No.11; pp

کلیه مقادیر حاصل از انجام آنالیز فلزات، همراه با مقادیر انحراف استاندارد مربوطه در سه بافت خوراکی، طحال و لوله گوارش در سه گونه مورد مطالعه به تفکیک ایستگاهها در جداول شماره ۴ تا ۷ تنظیم شده و در پیوست آمده است.

همچنین از مقایسه درصد تجمع عناصر در گونه های مختلف ماهی در هر ایستگاه (جدول شماره ۱۴) می توان به این نکته اشاره داشت که کمترین درصد تجمع عناصر مورد مطالعه (Cd, Zn, Pb, Cu, Cr) به ماهی آمور (*Ctenopharyngodon idella*) اختصاص دارد، به تعبیر دیگر احتمال آلوده شدن ماهی آمور به فلزات سنگین نسبت به دو گونه دیگر در یک محیط رشد مشترک کمتر است. پس با توجه به اینکه محیط رشد هر سه گونه ماهی مورد مطالعه از نظر منبع تأمین و جنس بستر مزارع پرورش در یک استخر یکسان است بنابراین اختلاف فاحش تجمع عناصر در بافت خوراکی را می توان به نوع تغذیه این گونه ها نسبت داد (آمور، گیاه خوار، فیثوفاک، فیثوپلانکتونها؛ کبوتر معمولی، همه چیز خوار).

سیاسگزاری

از آقایان دکتر نظامی و مهندس خدایرست و کلیه کارشناسان بخش شیمی آنالیز مواد و مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان که ما را در انجام این کار تحقیقاتی یاری نموده اند، تشکر و قدردانی می گردد.

پاورقی ها

1- *Ctenopharyngodon idella* 2- *Hypophthalmichthys molitrix* 3- *Cyprinus carpio*

منابع مورد استفاده

۱- گزارش عملکرد سال ۱۳۷۵. اداره تولید و پرورش ماهی شیلات استان گیلان ۱۳۷۵. ۲- شریعت، م. ۱۳۵۵. عناصر جزئی در آب و نقش آن در بهداشت، انتشارات دانشگاه تهران، دانشگاه بهداشت. ۳- کمالی راد، عباس، ۱۳۶۴. راهنمای آب، انتشارات ایران علمی. ۴- ادیب، ع. ۱۳۵۴. فارماکولوژی پزشکی، انتشارات شرکت سهامی چهره. ۵- زمینی، عباسعلی، امینی رنجبر، غلامرضا. ۱۳۷۵. «تعیین غلظت کشنده LC50 فلزات سرب، کادمیم و... در دو گونه از کبوتر ماهیان، مرکز تحقیقات و آموزش شیلات گیلان. ۶- خالقی، فرشته، ۱۳۷۲. بررسی آلودگی رودخانه کارون به فلزات سنگین در اهواز و منابع آلاینده آن، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و فنون دریایی. ۷- تنائی، غ. ۱۳۵۸. سم شناسی صنعتی، انتشارات دانشگاه تهران. ۸- پورنگ، نیما، ۱۳۷۲. بررسی تجمع زیستی فلزات سنگین در بافتهای مختلف بدن دو گونه از ماهیان غالب تالاب انزلی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران.

9- Protection against heavy metals toxicity by mucus and scales in fish; Arch. environ. contam. toxicol. 30 (3). 319-26.

10- World Health Organization 1984. "Guideline for drinking water quality"; Vol. 2;

11- World Health Organization 1987. "Setting environmental standards guidelines for decision making".

12- Codex Alimentarius commission / RS 101/197-8.

13- Manual of Oceanographic Observation and pollutant analyses methods (MOOPAM). 1982.

14- C.R. Parker, 1972. Water Analysis by Atomic Absorption varian techtron pty. LTD printed in switzerland P(11-12).

15- Dry Ashing of Animal tissues for atomic absorption