فصلنامه علوم تکثیر و آبزی‌پروری/ سال سوم/ شماره هشتم/ بهار ۹۵/ صفحات۶۸-۵۹

بررسی عناصر ضروری روی، فسفر، پتاسیم و کلسیم در اندام های عضله، کبد و آبشش ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در مراحل مختلف رشد

میثاق طبیب‌زاده[۱]، محمد ولایت‌زاده*[۲]

چکیده

این تحقیق در سال ۱۳۹۰ به منظور تعیین و مقایسه میزان عناصر ضروری روی، فسفر، پتاسیم و کلسیم در تخم ماهی، عضله بچه ماهی انگشت قد، ماهی بازاری، مولدین نر و ماده قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) پرورشی استان لرستان انجام شد. ۷۵ نمونه تخم ماهی، بچه ماهی (انگشت قد)، ماهی بازاری، مولدین نر و ماده قزل آلای رنگین کمان تهیه شدند. بالاترین و پایین‌ترین میزان روی به ترتیب در کبد بچه ماهی (۱/۱۵±۲۶/۹۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) و عضله مولدین نر (۰/۴۵±۶/۱۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) مشاهده گردید. بالاترین و پایین ترین میزان فسفر به ترتیب در کبد بچه ماهی (۱۲۵/۸۶±۳۹۶۶/۴۲ میلی گرم در کیلوگرم) و آبشش مولدین ماده (۱۴۴/۷۶±۲۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود. بالاترین و پایین‌ترین میزان پتاسیم به ترتیب در عضله ماهی بازاری (۱۳۲/۲۸±۵۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) و عضله بچه ماهی (۷۶/۸۳±۳۷۱۲/۶۴ میلی‌گرم در کیلوگرم) به دست آمد. بالاترین و پایین‌ترین میزان کلسیم به ترتیب در کبد مولدین نر (۳۰/۵۵±۴۶۴/۸۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) و عضله ماهی بازاری (۱۵/۲۷±۱۹۳/۳۹ میلی‌گرم در کیلوگرم) به دست آمد. عنصر روی در کبد و آبشش بچه ماهی و عضله ماهی بازاری نسبت به سایر مراحل رشد بالاتر بود. عنصر فسفر در عضله، کبد و آبشش بچه ماهی نسبت به سایر مراحل رشد بالاتر به دست آمد. غلظت پتاسیم در عضله، کبد و آبشش ماهی بازاری نسبت به سایر مراحل رشد بالاتر محاسبه گردید. میزان کلسیم در عضله، کبد و آبشش مولدین نر نسبت به سایر مراحل رشد بالاتر بود.

کلید واژه: ماهی، قزل آلای رنگین کمان (*Oncarhynchus mykiss*)، عناصر ضروری، تغذیه، عضله.

۱. کارشناسی ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲. باشگاه پژوهشگران‌جوان و نخبگان، واحد اهواز، دانشگاه‌آزاداسلامی،اهواز،ایران(نویسنده‌مسؤول) mv.5908@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

ماهی قزل‌آلای رنگین کمان یکی از گونه‌های تجاری ایران محسوب می‌شود که در استان‌های لرستان، کهگیلویه و بویر احمد، کردستان، کرمانشاه، چهارمحال و بختیاری پرورش داده می‌شود. این ماهی در حال حاضر یکی از گونه های مهم پرورشی جهان به حساب می آید به طوری که که تولید این ماهی از ۴۴۷۳۹۴ تن در سال ۲۰۰۰ به ۵۷۶۲۸۹ در سال ۲۰۰۸ افزایش یافته و هفدهمین گونه مهم پرورشی آبزیان از نظر تولید می باشد (FAO, 2010). ماهی قزل‌آلای رنگین کمان نیز در ایران به دلیل طعم و مزه مناسب و مطلوب دارای طرفداران بسیاری می باشد، به طوری که در سال ۱۳۸۸ به میزان ۷۳۶۴۲ تن تولید گردید. همچنین میزان ۱۹۹۶۱۸ تن بچه ماهی قزل آلای رنگین کمان در کشور تکثیر و تولید شد (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۰).

میکرونوترینت ها که به آنها ریز مغذی نیز اطلاق می شود شامل سه گروه عناصر معدنی، ویتامین ها و آب می شوند. این مواد انرژی زا نیستند، ولی در انجام واکنش های بیوشیمیایی بدن نقش اساسی دارند. این عناصر در ساختمان آنزیم‌ها نیز نقش دارند (عسکری ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۲). عناصر ضروری از اجزای اصلی ساختار بدن ماهیان هستند که به دلیل تغذیه انسان از این موجودات آبزی و نقش این عناصر در ساختار بدن از اهمیت بالایی برخوردار هستند. این عناصر اعمال حیاتی بدن موجودات زنده از جمله ماهیان و انسان را بر عهده دارند (Ravichandran *et al*., 2009; Oksuz *et al*., 2011).

فسفر در ماهیان جزء ضروری استخوان، غضروف و اسکلت خارجی، کراتین فسفات، فسفولیپیدها، کازیین و اسیدهای نوکلئیک می باشد. کلسیم نیز جزء ضروری استخوان، غضروف و اسکلت خارجی است و در انعقاد خون، فعال سازی آنزیم ها، جذب ویتامین B_{12} و انقباض ماهیچه نقش مهمی دارد. عملکرد پتاسیم تنظیم فشار اسمزی و تعادل اسید ـ باز، تحریک پذیری عضلات، متابولیسم آب است (بشارتی، ۱۳۸۴؛ عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۲؛ Ozden, 2010). روی به عنوان یک ترکیب فعال‌کننده یا کوفاکتور برای بسیاری از سیستم‌های آنزیمی، نقش حیاتی در متابولیسم هیدرات کربن، پروتئین و چربی بازی می کند. به ویژه در سنتز و متابولیسم اسید نوکلئیک و پروتئین ها فعال است. همچنین در فعالیت های متابولیکی از جمله حفظ غدد تناسلی در ماهیان نر و پوست بدن، چشم و استخوان ها دخالت دارد (جلالی جعفری و آقازاده مشگی، ۱۳۸۶؛ عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۸۹).

با توجه به اینکه استان لرستان مقام اول تولید ماهی قزل آلا را در میان استان های غیر ساحلی دارد و حتی تولید خود را به استان‌های دیگر ارسال می کند، همچنین اندازه گیری و کنترل این عناصر در ماهیان پرورشی مرکز تکثیر و پرورش قزل رود بروجرد که یکی از بزرگترین مراکز تکثیر و پرورش استان لرستان ضمن اطمینان از کیفیت محصولات غذایی، از بروز خطرات انسانی پیشگیری گردد، لذا با اندازه گیری فلزات سنگین در سنین مختلف این ماهی می توان اطلاعاتی را در مورد زمان و سن عرضه

Archive of SID

www.SID.ir

ماهی به بازار بدست آورد.

۲- مواد و روش‌ها

در این تحقیق در سال ۱۳۹۰، ۱۵ نمونه با میانگین ۳۹/۳۳ گرم از تخم ماهی، ۱۵ نمونه بچه ماهی انگشت قد و ۱۵ نمونه ماهی پرواری (بشقابی) قزل آلای رنگین کمان از ۳ استخر پرورشی مرکز تکثیر و پرورش قزل رود بروجرد واقع در استان لرستان تهیه شدند. پس از نمونه برداری، ماهیان در جعبه‌های یونولیت، یخ‌پوشی شده به آزمایشگاه جهت عملیات آزمایشگاهی و آنالیز انتقال یافتند.

ابتدا زیست سنجی ماهیان شامل طول کل، طول استاندارد و وزن انجام و ثبت گردید. توزین نمونه-ها به وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم و خصوصیات طولی ماهیان به وسیله خط‌کش ساده انجام شد. پس از این مرحله جداسازی بافت‌های عضله توسط تیغه ای از جنس استیل صورت گرفت. کالبد شکافی نمونه ها از قسمت بالای بدن گونه‌ها صورت گرفت.

برای برداشت بافت عضله از قسمتی از عضله در بخش بالایی بدن (زیر باله پشتی) استفاده شد. بافت های به دست آمده پس از توزین در پتری دیش (شیشه ساعت) قرار گرفتند تا در مرحله بعد برای خشک کردن در آون قرار گیرند.

تمامی نمونه های به دست آمده به مدت ۶۰ تا ۱۵۰ دقیقه در آون با دمای ۶۵ درجه سانتیگراد قرار گرفت تا به وزن ثابت رسیده و سپس از داخل آون خارج شد. برای هضم نمونه‌ها از روش مرطوب استفاده شد (Eboh *et al*., 2006).

فلزات سنگین به روش جذب اتمی با دستگاه جذب اتمی مدل پرکین المر ۴۱۰۰ (Perkin Elmer 4100) ساخت کشور امریکا مجهز به سیستم شعله، سیستم کوره گرافیتی سنجش شدند. جهت اندازه-گیری روی مورد نظر ابتدا به ۱۰ میلی‌لیتر محلول هضم شده نمونه‌ها، ۵ میلی لیتر محلول آمونیوم پیرولیدین کاربامات ۵٪ اضافه شده و به مدت ۲۰ دقیقه نمونه ها شیکر شدند تا عناصر بصورت فرم آلی فلزی در محلول کمپلکس شوند و سپس به نمونه ها ۲ میلی لیتر متیل ایزو بوتیل کتون اضافه شد و به مدت ۳۰ دقیقه نمونه‌ها شیکر شدند و پس از ۱۰ دقیقه نمونه‌ها در دور ۲۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژشدند و عناصر مورد نظر به فاز آلی منتقل شدند.

پس از تنظیم کوره و سیستم EDL دستگاه و اپتیمم کردن دستگاه جذب اتمی مدل Perkin Elmer 4100 منحنی کالیبراسیون این عناصر به کمک استاندارد های این عناصر و مادیریکس مودیفایر پلادیم توسط نرم افزار WinLab32 رسم گردید و مقدار این عناصر در محلول های آماده شده اندازه-گیری گردید.

جهت سنجش پتاسیم، فسفر و کلسیم دستگاه جذب اتمی مجهز به سیستم شعله با استفاده از محلول

Archive of SID

www.SID.ir

استاندارد به حالت اپتیمم تنظیم گردید. منحنی کالیبراسیون به روش افزایش استاندارد برای هر یک از عناصر به کمک نرم افزار WinLab32 دستگاه ترسیم گردید و مقدار عناصر مورد نظر بر میلی گرم بر گرم اندازه گیری گردید (Ahmad and Shuhaimi-Othman, 2010 ; Olowu *et al*., 2010).

در این تحقیق آزمایش‌ها بصورت کاملاً تصادفی انجام شد. نتایج حاصل از این تحقیق با استفاده از نرم افزار آماری SPSS18 و آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) و آزمون دانکن (Duncan test) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. ضریب اطمینان مطالعه ۹۵ درصد (P=0.05) تعیین شد. همچنین جهت رسم جداول و نمودارها از نرم افزار Excel 2007 استفاده گردید.

۳- نتایج

بیومتری (زیست سنجی) نمونه‌های تخم ماهی، بچه ماهی و ماهی بازاری قزل‌آلای رنگین کمان شامل بیشینه و کمینه و همچنین میانگین و انحراف معیار وزن، طول کل و طول استاندارد در جدول ۱ آمده است. میانگین وزن، طول کل و طول استاندارد در ماهی بازاری به ترتیب ۱۴/۷۴±۳۲۳/۳۳ گرم، ۱/۲۵±۳۲/۴۳ و ۱/۵۹±۲۹/۸۳ سانتیمتر بود. همچنین میانگین وزن، طول کل و طول استاندارد در بچه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان ۲۵±۱۲۵ گرم، ۰/۴۳±۹/۷ و ۰/۴۵±۸/۵۶ سانتیمتر بود. بیشینه و کمینه مجموع تخم استحصالی ماهی مورد مطالعه به ترتیب ۴۲ و ۳۶ گرم بود.

جدول ۱- نتایج زیست سنجی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در مراحل مختلف رشد

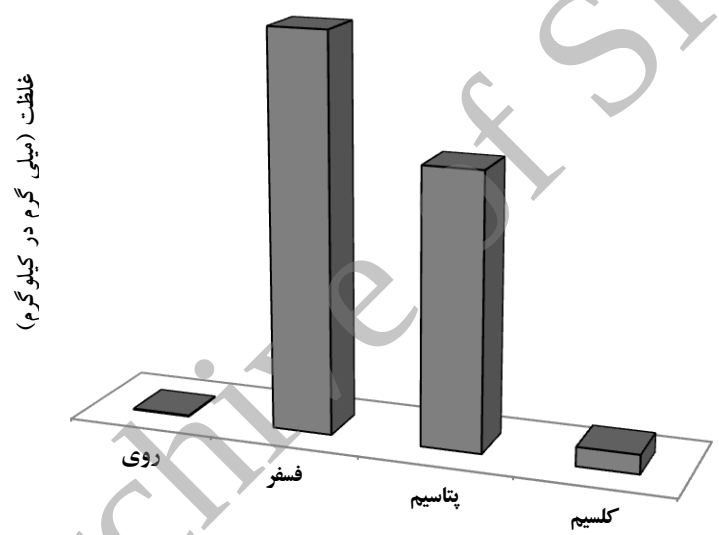
مرحله رشد	پارامتر	طول کل (سانتیمتر)	طول استاندارد (سانتیمتر)	وزن (گرم)
تخم ماهی	بیشینه	–	–	۴۲
	کمینه	–	–	۳۶
	میانگین	–	–	۳۹/۳۳±۳/۰۵
بچه ماهی	بیشینه	۱۰/۲	۹	۱۰۰
	کمینه	۹/۴	۸/۱	۱۵۰
	میانگین	۹/۷ ±۰/۴۳	۸/۵۶±۰/۴۵	۱۲۵±۲۵
ماهی بازاری	بیشینه	۳۳/۷	۳۰/۹	۳۴۰
	کمینه	۳۱/۲	۲۸	۳۱۲
	میانگین	۳۲/۴۳±۱/۲۵	۲۹/۸۳±۱/۵۹	۳۲۳/۳۳±۱۴/۷۴

غلظت روی، فسفر، پتاسیم و کلسیم در تخم ماهی قزل آلای رنگین کمان به ترتیب ۱۱/۲±۱/۴۵، ۱۶۰/۷۲±۴۳۸۳/۵۷، ۱۸۰/۲۷±۳۰۵۰ و ۲۵/۱۶±۲۱۳/۷۳ میلی‌گرم در کیلوگرم به دست آمد (P<۰/۰۵) (نمودار ۱). در این تحقیق غلظت عناصر روی، فسفر، پتاسیم و کلسیم در تخم ماهی، عضله

Archive of SID

www.SID.ir

بچه ماهی، ماهی بازاری، مولدین نر و مولدین ماده ماهی قزل آلای رنگین کمان اختلاف معنی داری وجود داشت ($P<۰/۰۵$). عنصر روی در کبد و آبشش بچه ماهی و عضله ماهی بازاری نسبت به سایر مراحل رشد بالاتر بود. عنصر فسفر در عضله، کبد و آبشش بچه ماهی نسبت به سایر مراحل رشد بالاتر به دست آمد. غلظت پتاسیم در عضله، کبد و آبشش ماهی بازاری نسبت به سایر مراحل رشد بالاتر محاسبه گردید. میزان کلسیم در عضله، کبد و آبشش مولدین نر نسبت به سایر مراحل رشد بالاتر بود (جدول۲).



نمودار۱. مقایسه غلظت روی، فسفر، پتاسیم و کلسیم در تخم ماهی قزل آلای رنگین کمان (میلی گرم در کیلوگرم)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- میانگین غلظت روی، فسفر، پتاسیم و کلسیم در اندام های بچه ماهی، ماهی بازاری و مولدین ماهی قزل آلای رنگین کمان (mean±SD) (میلی گرم در کیلوگرم)

اندام ها	عناصر / مراحل رشد	روی	فسفر	پتاسیم	کلسیم
عضله	بچه ماهی	۹/۴±۰/۴۵^{a}	۳۵۸۳/۳۵±۱۸۹/۲۹^{a}	۳۷۱۲/۶۴±۷۶/۸۳^{a}	۲۷۰±۱۰/۳۶^{a}
	ماهی بازاری	۱۳/۶۲±۱/۰۵^{a}	۲۷۱۶/۸۱±۱۲۵/۸۳^{a}	۴۷۶۶/۲۸±۱۵۲/۷۵^{a}	۱۹۳/۳۹±۱۵/۲۷^{a}
	مولدین نر	۶/۱۶±۰/۴۵^{a}	۲۶۱۸/۹۲±۷۵/۵۳^{a}	۴۲۱۶/۵۹±۷۶/۳۶^{a}	۲۸۳/۷۲±۱۷/۹۲^{a}
	مولدین ماده	۶/۲۰±۰/۹^{a}	۲۵۰۰±۱۰۰/۱۲^{a}	۴۳۱۶/۴۳±۱۲۵/۸۳^{a}	۲۷۶/۴۸±۱۶/۲۲^{a}
کبد	بچه ماهی	۲۶/۹۰±۱/۱۵^{b}	۳۹۶۶/۴۲±۱۲۵/۸۶^{b}	۴۰۵۰±۸۶/۶۰^{b}	۳۹۳/۵۹±۲۵/۲۷^{b}
	ماهی بازاری	۲۵/۱۰±۳/۴۷^{b}	۳۱۱۶/۹۷±۱۷۵/۵۹^{b}	۵۰۰۰±۱۳۲/۲۸^{b}	۲۸۰±۲۶/۴۵^{b}
	مولدین نر	۲۴/۷۶±۳/۵۷^{b}	۲۹۶۵/۵۶±۱۲۵/۸۳^{b}	۴۵۰۰±۱۰۰/۱۴^{b}	۴۶۴/۸۵±۳۰/۵۵^{b}
	مولدین ماده	۲۲/۳۰±۰/۴۵^{b}	۲۹۱۸/۸۸±۱۰۴/۰۸^{b}	۴۶۱۶/۸±۷۶/۲۰^{b}	۴۴۶/۲۳±۳۲/۱۴^{b}
آبشش	بچه ماهی	۱۹/۳۰±۰/۷۲^{c}	۳۶۸۳/۶۶±۱۸۹/۲۵^{c}	۳۸۸۳/۳۷±۱۶۷/۶۴^{c}	۴۰۰±۱۰/۷۳^{c}
	ماهی بازاری	۱۷/۲۶±۱/۳۶^{c}	۲۸۸۸/۸±۱۸۶/۲۹^{c}	۴۸۵۰±۱۳۲/۲۸^{c}	۲۷۵/۶۷±۴۵/۰۹^{c}
	مولدین نر	۱۶/۷۳±۱/۷۰^{c}	۳۱۰۰±۱۷۰/۹۴^{c}	۴۲۸۱/۲۶±۱۰۴/۰۸^{c}	۴۶۳/۵۵±۱۱/۵۴^{c}
	مولدین ماده	۱۴/۵۰±۱/۶۲^{c}	۲۴۰۰±۱۴۴/۷۶^{c}	۴۳۳۲/۱۱±۱۵۷/۷۳^{c}	۴۳۶/۹۵±۴۱/۴۸^{c}

حروف متفاوت در هر ستون اختلاف معنی‌دار را نشان می دهد (P<۰/۰۵)

۴- بحث

میزان عنصر روی در کبد بچه ماهی، ماهی بازاری، مولدین نر و ماده بالاتر از عضله و آبشش به دست آمد. بالاترین و پایین‌ترین میزان روی به ترتیب در کبد بچه ماهی (۲۶/۹۰±۱/۱۵ میلی گرم در کیلوگرم) و عضله مولدین نر (۶/۱۶±۰/۴۵ میلی گرم در کیلوگرم) مشاهده گردید. در این تحقیق میزان روی در کبد ماهیان مورد مطالعه بالاتر بود. میزان روی در کبد ماهیان کپور (*Cyprinus carpio*)، کفال طلایی (*Liza auratus*) و ماهی سفید (*Rutilus frisii kuttom*) بالاتر بود (عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۲). همچنین میزان این عنصر در عضله دو گونه پرورشی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) نسبت به کبد پایین تر بود (عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۰). تحقیقات انجام شده در نقاط مختلف جهان بیشترین میزان تجمع روی را در کبد تأیید نموده‌اند (عسکری ساری و همکاران، ۱۳۸۹ ؛ Dixson *et al*., 1996 ; Laimanso *et al*., 1999 ; Glushankova and Pashkova, 1992 ; Askary Sary and Velayatzadeh, 2012).

میزان عنصر فسفر در کبد بچه ماهی، ماهی بازاری و مولدین ماده بالاتر از عضله و آبشش به دست

Archive of SID

www.SID.ir

آمد، اما در آبشش مولدین نر نسبت به عضله و کبد بالاتر بود. بالاترین و پایین ترین میزان فسفر به ترتیب در کبد بچه ماهی (۱۲۵/۸۶±۳۹۶۶/۴۲ میلی گرم در کیلوگرم) و آبشش مولدین ماده (۱۴۴/۷۶±۲۴۰۰ میلی گرم در کیلوگرم) بود. میزان فسفر در دو گونه ماهی *Upeneus moluccensis* و *Mullus surmuletus* به ترتیب ۱۷۵۴/۹ و ۲۰۶۵/۸ میلی گرم در کیلوگرم (Oksuz *et al*., 2011) گزارش شده است. میزان عنصر پتاسیم در کبد بچه ماهی، ماهی بازاری، مولدین نر و ماده بالاتر از عضله و کبد به دست آمد. بالاترین و پایین‌ترین میزان این عنصر به ترتیب در عضله ماهی بازاری (۱۳۲/۲۸±۵۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم) و عضله بچه ماهی (۷۶/۸۳±۳۷۱۲/۶۴ میلی گرم در کیلوگرم) به دست آمد. میزان پتاسیم در عضله و کبد باس دریایی پرورشی (*Dicentrarchus labrax*) ۱۹۱۸۰ و ۴۴۲۵ میلی گرم در کیلوگرم گزارش شده است (Bhouri *et al*., 2010).

بالاترین میزان عنصر کلسیم در کبد ماهی بازاری، مولدین نر، ماده و آبشش بچه ماهی محاسبه شد. بالاترین و پایین‌ترین میزان این عنصر به ترتیب در کبد مولدین نر (۳۰/۵۵±۴۶۴/۸۵ میلی گرم در کیلوگرم) و عضله ماهی بازاری (۱۵/۲۷±۱۹۳/۳۹ میلی گرم در کیلوگرم) به دست آمد. مقادیر بالای کلسیم در ساختار استخوان نقش مهمی دارد (Erkan and Ozden, 2007). میزان این عنصر در عضله و کبد باس دریایی پرورشی (*Dicentrarchus labrax*) ۲۶۵۰ و ۱۰۳۰ میلی گرم در کیلوگرم گزارش شده است (Bhouri *et al*., 2010).

در این تحقیق میزان روی، فسفر، پتاسیم و کلسیم در مراحل مختلف رشد دارای روند نامنظمی بودند. در در تحقیقی بر روی ماهیان کپور یک ساله تا سه ساله میانگین میزان سرب در ماهیان یک ساله ۱۴۹/۹۶ میکرو گرم در کیلوگرم بوده که در ماهیان سه ساله به ۱۶۷/۹۵ میکروگرم در کیلوگرم افزایش یافته است. این مسأله در مورد کادمیوم نیز صادق است بطوری که میزان کادمیوم در ماهیان یک ساله از ۶۹/۵۴ میکروگرم در کیلوگرم به ۸۶/۷۵ میکروگرم در کیلوگرم افزایش یافته است که با افزایش سن ماهیان میزان تجمع دو فلز سرب و کادمیوم در عضله ماهیان افزایش نشان داد (رییسی و همکاران، ۱۳۸۸). تجمع عناصر بعد از یک سن مشخص به یک وضعیت ثابت می رسد. رقیق سازی غلظت فلزات سنگین از بافت‌ها در طی رشد و یا کاهش فعالیت متابولیکی در طی افزایش سن انجام می شود. اگر غلظت فلزات در آب آنقدر زیاد باشد که ماهی نتواند با رقیق سازی و کاهش غلظت آن را رفع نماید، تجمع فلزات در بافت های ماهیان ادامه می یابد (Heath, 1987). برخی محققیق تجمع کمتری از فلزات را با افزایش سن ماهیان ارائه نموده‌اند (امینی رنجبر و ستوده‌نیا ، ۱۳۸۴ ; Canli and Atli, 2003 ; Farkas *et al*., 2000). میزان عناصری که در متابولیسم ماهیان نقش دارند با افزایش سن کاهش می‌یابند. فعالیت های متابولیکی نقش مهمی در تجمع فلزات سنگین در اندام های مختلف ماهیان دارند ضمن آنکه فعالیت های متابولیکی ماهیان با سن کمتر به مراتب بیشتر از ماهیان مسن‌تر می باشد. بنابراین تجمع

Archive of SID

www.SID.ir

فلزات در ماهیان جوان‌تر (با طول کمتر) بیشتر است (Canli and Atli, 2003). دلیل دیگر این که اگر میزان جذب عناصر از طریق غذا و آب برابر با میزان انتشار و دفع آن عناصر به منابع از بدن ماهی باشد، میزان عناصر با افزایش سن ثابت خواهد ماند لذا با افزایش سن و رشد ماهی فلزات قابلیت جذب کمتری پیدا نموده ضمن آنکه یونهای فلزات از طریق فلس‌های ماهی با آب تبادل داشته و احتمالاً به کاهش جذب عناصر در بافتهای ماهی منجر خواهد شد (Rashed, 2001). همچنین به دلیل کاهش جیره غذایی ماهی با افزایش سن آن میزان فلزات در بدن آن پائین‌تر بوده است (Farkas *et al*., 2000). Heath (۱۹۸۷) بیان می کند که تکامل ماهیان به وسیله وجود عناصر فلزات سنگین در آب تحت تأثیر قرار می-گیرد به ویژه در مراحل اولیه زندگی مانند زمان تفریخ، مراحل تکامل لاروی و رشد نوجوانی، که این مراحل بسیار حساس تر از مرحله بلوغ هستند (Heath, 1987).

فهرست منابع

۱. **اسماعیلی ساری، ع.، (۱۳۸۱)**. آلاینده ها، بهداشت و استاندارد محیط زیست. انتشارات نقش مهر، تهران، چاپ اول، ۷۶۷ صفحه.

۲. **اطمینان راد، ص.، مذهب، م.، (۱۳۸۳)**. تعیین میزان کبالت سبزیجات خام مصرفی سطح شهر یزد در سال ۱۳۸۲. مجله ارمغان دانش، سال نهم، شماره ۳۶، صفحات ۶۸-۵۷.

۳. **امینی رنجبر، غ.، ستوده نیا، ف.، (۱۳۸۴)**. تجمع فلزات سنگین در بافت عضله ماهی کفال دریای خزر در ارتباط با برخی مشخصات بیومتریک (طول استاندارد، وزن، سن و جنسیت). مجله علمی شیلات ایران، سال چهاردهم، شماره۳، صفحات ۱۸-۱.

۴. **جعفرزاده حقیقی، ن.، فرهنگ، م.، (۱۳۸۵)**. آلودگی دریا. انتشارات آوای قلم، چاپ اول، تهران. ۳۹۳ صفحه.

۵. **جلالی جعفری، ب.، آقازاده مشگی، م.، (۱۳۸۶)**. مسمومیت ماهیان در اثر فلزات سنگین آب و اهمیت آن در بهداشت عمومی. انتشارات مان کتاب، چاپ اول، تهران. ۱۳۴ صفحه.

۶. **دادالهی سهراب، ع.، نبوی، س.م.ب.، خیرور، ن.، (۱۳۷۸)**. ارتباط برخی مشخصات زیست سنجی با تجمع فلزات سنگین در بافت عضله و آبشش ماهی شیربت (*Barbus grypus*) در رودخانه اروند رود. مجله علمی شیلات ایران، سال هفدهم، شماره ۴، صفحات ۳۳-۲۷.

۷. **رییسی، م.، انصاری، م.، رحیمی، ا.، (۱۳۸۸)**. تعیین میزان سرب و کادمیوم در گوشت چهار گونه از کپور ماهیان رودخانه بهشت آباد استان چهارمحال و بختیاری و بررسی رابطه آن با سن و گونه ماهی. مجله پژوهش های علوم و فنون دریایی، سال چهارم، شماره۴، صفحات ۴۲-۳۷.

سالنامه آماری شیلات ایران. ۱۳۹۰. سالنامه آماری شیلات ایران ۱۳۸۹-۱۳۷۹. انتشارات سازمان شیلات ایران، چاپ اول، تهران. ۶۰ صفحه.

۸. **صادقی راد، م.، امینی رنجبر، غ.، ارشد، ع.، جوشیده، ه.، (۱۳۸۴)**. مقایسه تجمع فلزات سنگین (روی، مس، کادمیوم، سرب و جیوه) در بافت عضله و خاویار دو گونه تاسماهی ایرانی

Archive of SID

www.SID.ir

(*Acipenser persicus*) و ازون برون (*Acipenser stellatus*) حوضه جنوبی دریای خزر، مجله علمی شیلات ایران، سال چهاردهم، شماره۳، صفحات ۱۰۰-۷۹.

۹. **عسکری ساری، ا.، ولایت زاده، م.، (۱۳۸۹).** هیدروشیمی کاربردی در آبزیان. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، چاپ اول، اهواز. ۲۲۴ صفحه.

۱۰. **عسکری ساری، ا.، خدادادی، م.، کاظمیان، م.، ولایت زاده، م.، بهشتی، م.، (۱۳۸۹).** اندازه گیری و مقایسه میزان فلزات سنگین (آهن، روی، مس و منگنز) در ماهی بیاه رودخانه های کارون و بهمنشیر استان خوزستان. مجله پژوهش های علوم و فنون دریایی، سال پنجم، شماره ۱، صفحات ۷۰-۶۱.

۱۱. **ولایت‌زاده، م.، عسکری ساری، ا.، بهشتی، م.، محجوب، ث.، حسینی، م.، (۱۳۸۹).** تعیین میزان فلزات سنگین سمی در کنسرو ماهی تون شهرهای اصفهان شوشتر و چابهار. مجله علوم و فناوری غذایی، سال دوم، شماره۲، صفحات ۲۴-۱۷.

12. **Ahmad, A.K., Shuhaimi-Othman, M., (2010).** Heavy metal concentration in sediments and fishes from Lake Chini, Pahang, Malaysia. Journal of Biological Sciences, 10 (2): 93-100.
13. **Alhas, E., Oymak, S.A., Akin, H.K., (2009)**. Heavy metal concentrations in two barb, *Barbus xanthopterus* and *Barbus rajanorum mystaceus* from Ataturk Dam Lake, Turkey. Journal of Environmental Monitoring and Assessment, 148 (1-4): 11-18.
14. **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. Science Total Environment, 256: 87-94.
15. **Canli, M., Atli, G., 2003.** The relationship between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Journal of Environmental Pollution, 121: 129-136.
16. **Celik, U., Oehlenschlager, J., (2004)**. Zinc and copper content in marine fish samples collected from the eastern Mediterranean Sea. Eur. Food Research Technology, 220: 37- 41.
17. **Dural, M., Goksu, M.Z.L., Ozak, A.A., Derici, B., (2006)**. Bioaccumulation of some heavy metals in different tissues of *Dicentrarchus labrax* and *Mugil cephalus* from the Camlik Lagoon of the eastern coast Mediterranean Turkey. Journal of Environmental Monitoring and Assessment, 118: 65-74.
18. **Eboh, L., Mepba, H.D., Ekpo, M.B., (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.
19. **FAO (Food and Agriculture Organization), (2010)**. Yearbook annuaire anuario, Fishery and Aquaculture Statistics, Roma, 100 P.
20. **Farkas, A., Salanki J., Varanka I., (2000)**. Heavy metal concentrations in fish of lake Balaton, Lakes and ReserVoirs. Journal of Research and Management, 5: 271- 279.
21. **Gatelin, D.M., Wilson, R.P., (1986**). Characterisation of iron deficiency and the dietry iron requirement of fingerling channel catfish. Aquaculture, 52: 191-198.
22. **Heath, A.G., (1987).** Water pollution and fish physiology. (2nd ed.), CRC Press, Boston, USA. 245 P.

Archive of SID

www.SID.ir

23. **Huang, W.B., 2003.** Heavy Metal Concentration in the Common Benthic Fishes Caught from the coastal Waters of Eastern Taiwan. Journal of Food and Drug Analysis, 11(4): 324-330.
24. **Humtsoe, N., Davoodi, R., Kulkarni, B.G., Chavan, B., (2007)**. Effect of acsenic on the enzymes of the robu carp, Labio, rohita, Raff. Bulltein Zoology, 14: 17-19.
25. **Karadede, H., Oymak, S.A., Unlu, E., (2004)**. Heavy metals in mullet, *Liza abu*, and catfish, *Silurus triostegus*, from the Ataturk Dam Lake. Journal of Environment International, 30 (2): 183-188.
26. **Olowu, R.A., Ayejuyo, O.O., Adewuyi, G.U., Adejoro, I.A., Denloye, A.A.B., Babatunde, A.O., Ogundajo, A.L., (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.
27. **Oymak, S.A., Karadede-Akin, H., Dogan, N., (2009).** Heavy metal in tissues of *Tor grypus* from Atatürk Dam Lake, Euphrates River-Turkey. Journal of Biologia, 64 (1): 151-155.
28. **Ozden, O., (2010).** Seasonal differences in the trace metal and macrominerals in shrimp (*Parapenaus longirostris*) from Marmara Sea. Journal of Environmental Monitoring and Assessment, 162: 191-199.
29. **Rashed, M.N., (2001).** Monitoring of environmental heavy metals in fish from Nassar Lake. Environment International, 27: 27-33.
30. **Sekhar, K.C., Chary, N.S., Kamala, C.T., Raj, D.S.S., Rao, A.S., (2003).** Fractionation studies and bioaccumulation of sediment-bound Heavy Metals in Kolleru lake by edible fish. Environment International, 29: 1001–1008.
31. **Turkmen, M., Turkmen, A., Tepe, Y., Ates, A., Gokkus, K., (2009).** Determination of metal contaminations in sea foods from Marmara, Aegean and Mediterranean Seas: twelve fish species. Food Chemistry, 108: 794-800.
32. **Turkmen, A., Turkmen, M., Tepe, Y., Cecik, M., (2010).** Metals in tissues of fish from Yelkoma Lagoon, northeastern Mediterranean. Journal of Environmental Monitoring and Assessment, 168: 223-230.
33. **Tuzen, M., Soylak, M., (2007).** Determination of trace metals in canned fish marketed in Turkey. Journal of Food Chemistry, 101: 1378-1383.
34. **Ubalua, A.O., Chijioke, U.C., Ezeronye, O.U., (2007)**. Determination and Assessment Heavy Metal Content in fish and shellfish in Aba River, Abia State, Nigeria. KMITL Science Technology, 7 (1): 16-23.

Archive of SID

www.SID.ir