

## یافته علمی کوتاه

## بررسی آلودگی ماهیان قزل آلائی رنگین کمان پرورشی (*Oncorhynchus mykiss*)

### استان گیلان به فلزات سنگین سرب و آهن

علی نکوئی فرد<sup>(۱)\*</sup>، یزدان مرادی<sup>(۲)</sup>، مسعود صیدگر<sup>(۱)</sup>، سعید جوان<sup>(۳)</sup>، سهراب عاقبتی<sup>(۳)</sup>

\*dr.nekuiefard@gmail.com

- ۱- مرکز تحقیقات آرتیمیای کشور (ارومیه)، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
- ۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
- ۳- اداره کل دامپزشکی استان گیلان، رشت، ایران

تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۲

**لغات کلیدی:** قزل آلائی رنگین کمان، آلودگی، فلزات سنگین، سرب، آهن، گیلان

آنها آلاینده هستند، توسط انسان مصرف شده و به طور دائم بر این تعداد افزوده می شود. آلاینده های شیمیایی به صورت ترکیب با آنزیم ها، حمل توسط پروتئین ها و یا حل شدن در چربیها وارد بدن انسان شده و تاثیرات نامطلوب زیادی در بدن ایجاد می کنند. اثرات این آلاینده ها به عواملی مانند میزان و مقدار مصرف، شرایط فیزیکی محیط مثل دما، دامنه زیستی مورد اثر، موضع اثر، سن و جنس بستگی دارد. تجمع فلزات سنگین باعث مسمویت در ماهی و انسان می گردد. از میان این عناصر، اهمیت سرب، کادمیوم و جیوه از نظر بروز تلفات در ماهیان از بقیه عناصر بیشتر است زیرا این عناصر برای متابولیسم بدن مورد نیاز نبوده و حتی مقادیر کم آنها برای بدن مضر

توسعه صنایع و افزایش بی رویه جمعیت، توسعه مناطق کشاورزی و استفاده از کودها و سموم دفع آفات موجب شده تا فاضلاب های صنعتی و شهری و نیز پساب های کشاورزی دارای عناصر سنگین وارد اکوسیستم های آب شوند (عسکری ساری و همکاران، ۱۳۸۹). عناصر سنگین پس از ورود به اکوسیستم های آبی، در بافت های آبزیان تجمع یافته و در نهایت وارد زنجیره غذایی می شوند. میزان جذب و تجمع عناصر سنگین در آبزیان بویژه در ماهیان تابعی از شرایط اکولوژیک، فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آب، نوع عنصر و فیزیولوژی بدن جاندار می باشد (Plaskett & Potter, 1979; Wicker & Gantt, 1994). روزانه بیش از ۷۰۰۰ ماده شیمیایی که برخی از

مزرعه با در نظر گرفتن ۳ کیسه بصورت انتخاب تصادفی و مخلوط سازی آنها بایکدیگر انجام شد. ماهیان با ظاهری سالم و با در نظر گرفتن تاریخچه غذایی، بدون آنکه در طول مدت رشد از چند غذای متفاوت استفاده کرده باشند، انتخاب گردید. از هر مزرعه جهت اطمینان نه عدد ماهی مورد بررسی قرار گرفت. سپس ماهیان درون ظروف پلاستیکی در مجاورت یخ به آزمایشگاه حمل شدند (Krogh & Scanes, 1996). نمونه عضله ماهی با اسید نیتریک هضم شده و با جذب اتمی شعله‌ای مورد بررسی قرار گرفت تا فلزات سنگین و آهن آن اندازه گیری گردد. مقدار عناصر در عضله و خوراک ماهی به حدی است که با شعله قابل قرائت بوده و نیازی به کوره گرافیتی نیست ولی در مورد آب مقدار عناصر در حد قسمت در بیلیون (ppb) است که باید با کوره قرائت شود. (دستگاه جذب اتمی مدل Shimadzo AA/680 ژاپن) (Bugdahl & Vonjan, 1975).

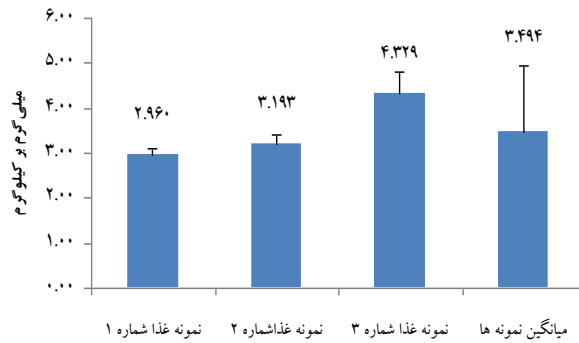
جهت آنالیز آماری نمونه‌ها از نرم افزار آماری Statistical Analysis System (SAS 9.2) استفاده گردید. مقایسه میانگین داده‌ها با One way ANOVA و آزمون Duncan انجام گردید. سطح معنی داری برای مقایسه میانگین داده‌ها  $p=0.05$  بوده است. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel 2010 استفاده گردید.

میانگین مقدار آهن و سرب در غذای ماهی قزل آلا به ترتیب  $494/510 \pm 89/183$  و  $3/494 \pm 1/462$  میلی گرم در کیلوگرم بوده است. بیشترین مقدار سرب متعلق به غذای مزرعه ۳ ( $4/329 \pm 0/468$ ) و کمترین مقدار آن مربوط به غذای مزرعه ۱ ( $2/960 \pm 0/130$ ) می‌باشد (شکل ۱). همچنین در نمونه‌های غذای ماهی آنالیز شده، بیشترین مقدار آهن متعلق به مزرعه ۳ ( $585/90 \pm 35/04$ ) و کمترین مقدار آن مربوط به مزرعه ۲ ( $385/89 \pm 26/20$ ) بدست آمد (شکل ۲).

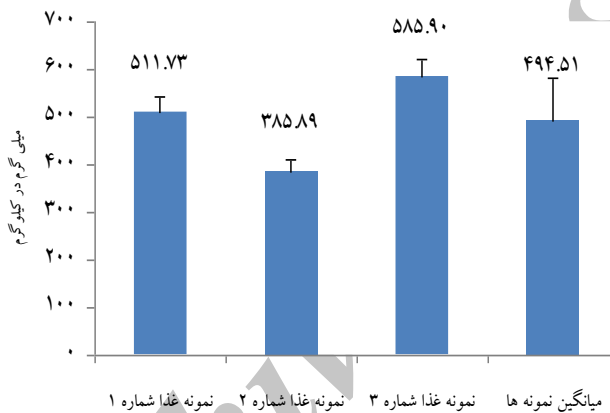
است. از اثرات مخرب سرب می‌توان به آسیب جدی به سیستم اعصاب مرکزی و محیطی اشاره کرد (عسگری ساری و همکاران، ۱۳۸۹). تا کنون چندین مطالعه روی اندازه گیری فلزات سنگین در گونه‌های مختلف ماهیان پرورشی و دریایی انجام شده است که از آن جمله می‌توان به تحقیقات شریف فاضلی و همکاران در سال ۱۳۸۴ در بافتهای کبد، آبشش، کلیه، تخمدان و عضله ماهی کفال (*Liza aurata*) در دریای خزر، شهریار، سال ۱۳۸۴ در بافت عضله ماهی شوریده در آبهای خلیج فارس، گرجی پورو همکاران، سال ۱۳۸۸ در بافتهای عضله، کبد و آبشش ماهی هامور (*Epinephelus coioides*) در رودخانه اروندرود، عسگری ساری، سال ۱۳۸۸ در بافتهای عضله، کبد و آبشش ماهیان بیاح (*Liza abu*) و شیریت (*Barbus grypus*) در رودخانه‌های کارون و کرخه، عسگری ساری و همکاران، سال ۱۳۸۹ در بافتهای عضله، کبد و آبشش ماهی بیاح (*Liza abu*) در رودخانه‌های کارون و بهمنشیر اشاره کرد که بیشتر این مطالعات در سواحل جنوبی یا شمالی کشور صورت گرفته زیرا در این مناطق ماهی به عنوان غذای اصلی مردم تلقی می‌شود. هدف از انجام این مطالعه بررسی و اندازه گیری فلزات سنگین سرب و آهن در مزارع پرورش ماهیان سردابی استان گیلان و مقایسه آن با استانداردهای ملی و سازمان بهداشت جهانی بوده است.

در این مطالعه از منابع غذا، ماهی و آب مزارع پرورشی قزل آلائی رنگین کمان استان گیلان به منظور اندازه گیری میزان دو فلز سرب و آهن نمونه گیری صورت گرفت. بطوریکه از هر مزرعه، سه نمونه آب ورودی، سه نمونه غذای GFT و نه قطعه ماهی  $210 \pm 10$  گرمی نمونه برداری گردید.

برای نمونه برداری از آب از ظروف شیشه‌ای در مجاورت یخ استفاده شد. نمونه برداری از خوراک مصرفی



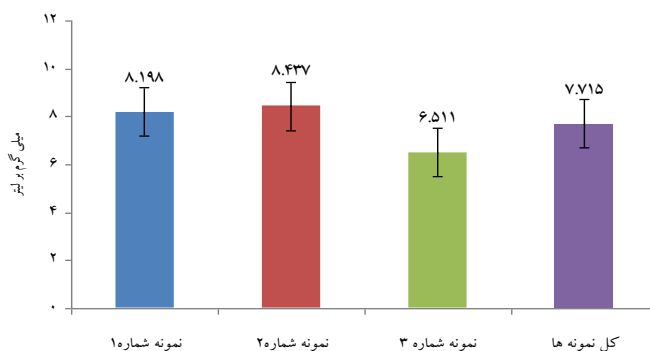
شکل ۱: میزان سرب اندازه گیری شده در غذای مصرفی



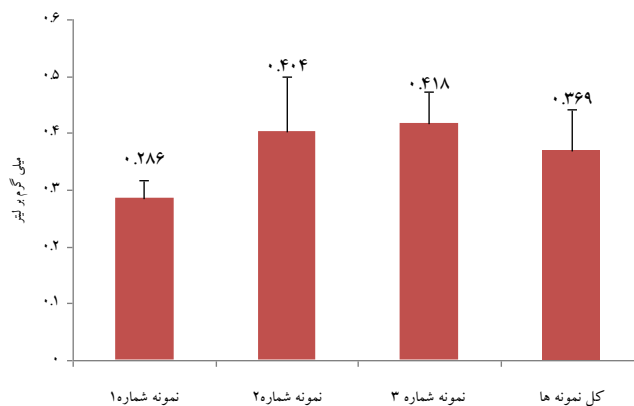
شکل ۲: میزان آهن اندازه گیری شده در غذای مصرفی

مربوط به مزرعه ۲ ( $6/511 \pm 0/601$ )، بیشترین مقدار سرب متعلق به ماهیان مزرعه ۳ ( $0/418 \pm 0/054$ ) و کمترین مقدار آن مربوط به مزرعه ۱ ( $0/286 \pm 0/033$ ) بدست آمد (شکل های ۴ و ۳).

میانگین مقدار آهن و سرب در گوشت ماهی قزل آلا به ترتیب  $1/05 \pm 7/715$  و  $0/370 \pm 0/073$  میلی‌گرم در کیلوگرم بوده است. (شکل های ۳ و ۴). همچنین در نمونه های گوشت ماهی آنالیز شده، بیشترین مقدار آهن متعلق به ماهیان مزرعه ۳ ( $8/437 \pm 0/453$ ) و کمترین مقدار آن



شکل ۳: میزان آهن اندازه گیری شده در گوشت قزل آلابی

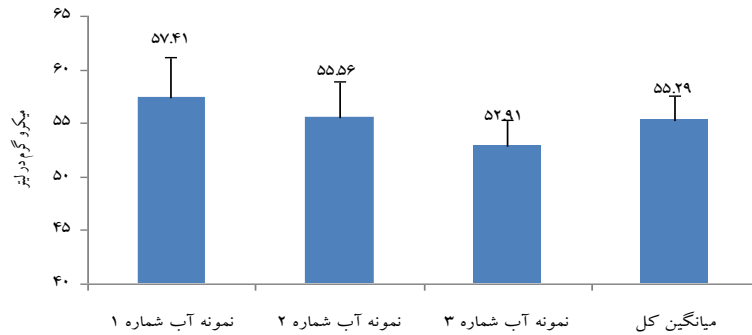


شکل ۴: میزان سرب اندازه گیری شده در گوشت قزل آلابی

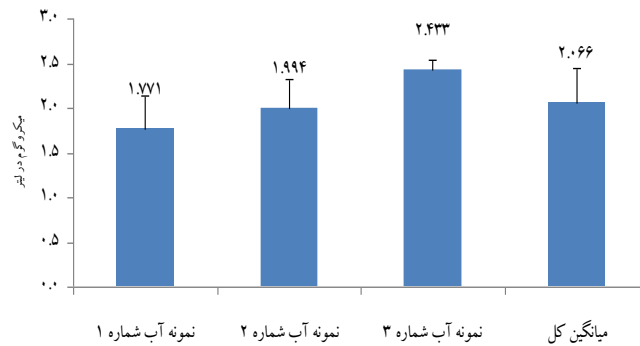
تر از حد استاندارد می باشد. با توجه به استانداردهای FAO سرب ماهی تغذیه شده از خوراک کارخانه‌های مورد آزمایش مناسب و پایین تر از حد استاندارد می باشد. میانگین مقدار آهن و سرب در نمونه های آب مزارع پرورش ماهی قزل آلابی رنگین کمان به ترتیب  $2/066 \pm 0/305$  و  $55/290 \pm 2/706$  میکروگرم در لیتر بوده است. همچنین در نمونه های آب مزارع پرورش ماهی آنالیز شده، بیشترین مقدار آهن متعلق به مزرعه ۱ ( $57/410 \pm 1/01$ ) و کمترین مقدار آن مربوط به مزرعه ۳ ( $52/91 \pm 1/35$ ) بدست آمد (نمودار ۵). بیشترین مقدار سرب متعلق به آب مزرعه ۳ ( $2/433 \pm 0/110$ ) و کمترین مقدار آن مربوط به مزرعه ۲ ( $1/771 \pm 0/072$ ) می باشد (شکل ۶). براساس آنالیز آماری و آزمون دانکن اختلاف معنی داری بین مقادیر آهن و سرب آب مزارع ۱ و ۲

با توجه به شکل ۳ مقادیر آهن اندکی بیش از حد مجاز (حداکثر ۸ میلی گرم در کیلوگرم) پیشنهادی در جدول ترکیبات مواد غذایی انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور (۱۳۷۹) است ولی میزان سرب کمتر از حد مجاز (حداکثر ۰/۵ میلیگرم در کیلوگرم) بوده است. با توجه به جدول ترکیبات مواد غذایی انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور (۱۳۷۹) مقادیر آهن گوشت ماهیان تغذیه شده از خوراک کارخانه شماره ۱ و ۳ بالا تر از حد استاندارد و کارخانه شماره ۲ زیر حد استاندارد هستند. همچنین بر اساس آزمون دانکن، اختلاف مقادیر آهن نمونه های گوشت ماهی مزارع ۱ و ۳ معنی دار نبوده ( $p > 0/05$ ) ولی این اختلاف بین نمونه های ۱ و ۲ و همچنین ۲ و ۳ معنی دار بوده است ( $p < 0/05$ ). در مجموع به طور میانگین این مقادیر پایین

مشاهده نگردید ( $p > 0.05$ ) اما این اختلاف در بین مزارع ۱ و ۳ و نیز ۲ و ۳ معنی دار بوده است ( $p < 0.05$ ).



شکل ۵: میزان آهن اندازه گیری شده در آب مزارع پرورش ماهی قزل آلا



شکل ۶: میزان سرب اندازه گیری شده در آب مزارع پرورش ماهی قزل آلا

میزان فلز آهن در ماهیان تغذیه شده با خوراک مختلف بشکل زیر می باشد: کارخانه ۲ > کارخانه ۱ > کارخانه ۳ و همچنین ترتیب میزان آهن موجود در خوراک مختلف نیز بشکل زیر می باشد: کارخانه ۲ > کارخانه ۱ > کارخانه ۳.

با توجه به شکل ۶ نیز اختلاف میزان سرب در آب ورودی مزارع مختلف به چشم می خورد بطوریکه حداقل آن در آب استخر ۱ و حداکثر آن در آب استخر ۳ حضور دارد ولی این اختلاف در ( $p < 0.05$ ) معنی دار نیست. اما با ملاحظه نمودارهای ۱ و ۴ مجدداً ارتباط منطقی بین این دو نمودار را می توان مشاهده نمود بطوریکه حداقل و

میزان آهن و سرب در کل نمونه های آب مزارع مورد نمونه برداری کمتر از حد مجاز است و همانطور که در نمودار ۵ مشاهده می گردد در میزان آهن آب ورودی مزارع مختلف اختلاف معنی دار ( $p < 0.05$ ) مشاهده می شود. با توجه به شکل های ۲ و ۳ میزان آهن در خوراک کارخانجات مختلف و همچنین ماهیانی که از این خوراک تغذیه کرده اند متنوع و ارتباط منطقی بین این دو نمودار وجود دارد بطوری که حداقل میزان آهن در غذای کارخانه ۲ و حداکثر آن در غذای کارخانه ۳ وجود و چنین وضعیتی را بطور تقریبی در ماهیانی که از این خوراکها نیز مصرف کرده اند، می توان مشاهده نمود. لذا ترتیب

حال آنکه طبق گزارش Svobodova *et al.*, 1993 میزان این فلز در آب باید کمتر از ۰/۰۳ میلی گرم بر لیتر باشد. در خصوص عضلات ماهیان نیز طبق گزارشات سازمان خواروبار جهانی حداکثر محدوده برای سرب ۰/۵ میلی گرم بر کیلو گرم می باشد، در صورتیکه در مطالعه حاضر میزان بدست آمده ۰/۴۲ میلی گرم بر کیلو گرم بوده است که در واقع کمتر از حد مجاز می باشد و همچنین میزان آهن نیز با توجه به حداکثر مجاز پیشنهادی انستیتو تحقیقات تغذیه ای صنایع غذایی کشور (۱۳۷۹) ۸ میلی گرم بر لیتر را اعلام شده که در مطالعه حاضر کمی بیشتر بدست آمده است. در خصوص خوراک مصرفی ماهیان متاسفانه استاندارد خاصی که بتوان حداکثر مقادیر مجاز رسمی آن را اعلام نمود یافت نشد. در نهایت می توان نتیجه گیری نمود که براساس نتایج بدست آمده میزان آهن و سرب موجود در گوشت ماهیان قزل آلی پرورشی در مراکز مورد بررسی در حد استانداردهای موجود می باشد ولی برای تعمیم بخشیدن این نتایج به سطح وسیع تر باید پروژه های جامع با اندازه گیری سایر فلزات سنگین و نیز در سطح مزارع بیشتر انجام گیرد.

این تحقیق با حمایت مالی اداره کل دامپزشکی استان گیلان در قالب پروژه مصوب موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور با کد ۹۲۱۱۴-۹۲-۱۲-۷۹-۲ انجام گردیده است.

#### منابع

شهریاری، ع.، ۱۳۸۴. اندازه گیری مقادیر فلزات سنگین کادمیوم، کروم، سرب و نیکل در بافت خوراکی ماهیان شوریده و سرخو خلیج فارس. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان، ۶۷-۶۵ (۲): ۷.

عسکری ساری، ا.، ۱۳۸۸. بررسی عناصر سنگین (جیوه، کادمیوم و سرب) در ماهیان بومی آب شیرین شیربت (*Barbus grypus*) و بیاح (*Liza abu*) صید رودخانه های کارون و کرخه در فصل زمستان. مجله علمی پژوهشی بیولوژی دریا. ۱۰۷-۹۵ (۴): ۱.

حداکثر میزان سرب در خوراک کارخانجات مختلف و همچنین ماهیان تغذیه شده با این خوراک به ترتیب کارخانه ۱ و کارخانه ۳ می باشد. لذا میزان سرب در خوراک کارخانجات مختلف به ترتیب زیر است: کارخانه ۱ > کارخانه ۲ > کارخانه ۳ و در خصوص میزان سرب در ماهیان تغذیه شده با خوراک کارخانجات فوق نیز بشکل زیر می باشد: کارخانه ۱ > کارخانه ۲ > کارخانه ۳.

بدون توجه به نوع ماهی، غلظت فلزات سنگین در بافت های عضلانی پایین تر از حداکثر محدوده ای است که توسط سازمان خار و بار جهانی تعیین شده است. حداکثر محدوده تعیین شده، توسط این سازمان در ماهی برای سرب ۰/۵ میلی گرم در کیلو گرم، کادمیوم ۰/۵ میلی گرم در کیلو گرم، مس ۳۰ میلی گرم در کیلو گرم و روی ۳۰ میلی گرم در کیلو گرم می باشد (Ikem *et al.*, 2004). (Anderji *et al.* (2005) بر روی گوشت چهار گونه ماهی معمولی اسلواکی در رودخانه نیترا توسط تکنیک اسپکترومتری جذب اتمی Unicam spa مطالعه و نشان دادند که ارتباط معنی دار  $p < 0/05$  بین آهن و مس، آهن و نیکل، آهن و کروم، منگنز و نیکل، منگنز و کروم، مس و نیکل، نیکل و کروم مشاهده شد. میزان سرب در اکثر نمونه ها (۶۷/۲٪) بیشتر از حد مجاز بود (Andreji *et al.*, 2005). (Schaeperclaus (1992) عامل اصلی صدمات ناشی از آهن را رسوب ترکیبات این عنصر بر روی آبشش می داند و معتقد است رسوب این عنصر باعث ایجاد مناطق نکروتیک بر روی آبشش ماهی قزل آلی جوان می شود. همچنین طی تحقیق صورت گرفته توسط Coguy *et al.* (2006) بر روی ماهی کفال و ماهی خاردار در شمال شرقی دریای مدیترانه ترکیه، آهن، روی و مس بیشترین فراوانی و کادمیوم و سرب کمترین فراوانی را در بافت های مختلف این ماهیان داشته اند. با توجه به نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر میزان دو فلز آهن و سرب در منابع آب ورودی مزارع مورد مطالعه کمتر از حد مجاز است بطوریکه Holliman (1993) میزان آهن آب مورد استفاده قزل آلی رنگین کمان را کمتر از ۰/۱ میلی گرم بر لیتر پیشنهاد، در صورتیکه میزان آهن در آب های مورد مطالعه تحقیق حاضر تقریباً ۰/۰۶ میلی گرم بر لیتر و سرب نیز برابر با ۰/۰۰۲ میلی گرم بر لیتر بوده است

- Holliman, A., 1993.** The veterinary approach to trout. In Aquaculture for veterinarians: Fish husbandry and medicine, ed., L. Brown, Pergamon Press, Oxford.
- Ikem, A., Egiebor, N.O. and Nyavor, K., 2004.** Trace elements in water, fish and sediment from Tuskegee Lake southeastern USA, Water, Air, Soil pollution, 149(1-4): 51-75.
- Krogh, M. and Scanes, P., 1996.** Organochlorine compound and trace metal contaminants in fish near Sydney's Ocean outfall. Marine Pollution Bulletin, 33(7-12): 213-225.
- Plaskett, D. and Potter, I., 1979.** Heavy metal concentrations in the muscle tissue of 12 species of teleost's from cockburn sound, Western Australia. Australian Journal of Marine and Freshwater Research, 30(5): 607.
- Schaepferclaus, W., 1992.** Fish diseases, vol 1 and 2 A .A .Balkema. Rotterdam. Netherland. p.65.
- Svobodova, Z., Loyd, R., Machova, J. and Vykusova, B., 1993.** Water quality and fish health, EIFAC technical paper, No. 54 ROME, FAO, pp.59-64.
- Wicker, A.M. and Gantt, L.K., 1994.** Contaminant assessment of fish Rangia clams and sediments in the Lower Pamlico River, North Carolina U.S. Fish and Wildlife Service, Ecological services. 16p.
- عسکری ساری، ا.، خدادادی، م.، کاظمیان، م.، ولایت زاده، م. و بهشتی، م.، ۱۳۸۹. اندازه گیری و مقایسه فلزات سنگین ( Cu ،Mn ، Zn ،Fe) در ماهی بیاح (*Liza abu*) رودخانه های کارون و بهمنشیر استان خوزستان. مجله پژوهش های علوم و فنون دریایی. ۷۰-۶۱: (۱)۵.
- گرچی پور، ع.، صدوق نیری، ع.، حسینی، ا.ر. و بیتا، س.، ۱۳۸۸. بررسی تجمع برخی فلزات سنگین در بافتهای عضله، کبد و آبشش ماهی هامور (*Epinephelus coioides*). مجله علمی شیلات ایران. ۱۰۷-۱۰۱: (۱)۱۸.
- Anonymous, 2001.** Codex Committee on Food Additive and Contaminants (CCFAC), Comments submitted on draft maximum levels of lead and cadmium. Agenda 16c/16d. Joint FAO/WHO food standards programme, thirty-third session. The Hague, Netherlands, 12-16 March 2001.
- Andreji, J., Stranai, I., Massanyi, P. and Valent, M., 2005.** Concentration of selected metals in muscle of various fish species, Environ Science Health. A toxique hazard substances Environnemental Engineering, 40(4): 899-912.
- Bugdahl, V. and Vonjan, E., 1975.** Quantitative determination of trace metals in frozen fish , fish oil and fish meal. Zlebensm unters Fosch, 157(3): 133.
- Coguy, H.Y., Yuzereroglu, T.A., Firat, O., Gok ,G. and Kargin, F. , 2006.** Metal concentrations in fish species from the northeast Mediterranean sea, Environ Monit Assess.

**Short Communication****The study of heavy metals (Lead and Iron) contamination in cultured  
*Oncorhynchus mykiss* of Guilan province**Nekuie Fard A.<sup>1\*</sup>; Moradi Y.<sup>2</sup>; Seidgar M.<sup>1</sup>; Javan S.<sup>3</sup>; Aghebati S.<sup>3</sup>

\* dr.nekuiefard@gmail.com

1- Iranian Artemia Research Center, Iranian Fisheries Science Research Organization, Agricultural Research, Training & Extension Organization

2- Iranian Fisheries Research Organization, Agricultural Research, Training & Extension Organization

3- Guilan Veterinary Organization, Rasht,

**Keywords:** *Oncorhynchus mykiss*, Contamination, Heavy metals, lead, Iron, Guilan

**Abstract**

This study was carried out in three farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) of Guilan Province. Heavy metals (Iron and Lead) were measured using Atomic absorption spectrometry in food, water and fish muscles of farms. The amounts of Iron and Lead (Mean  $\pm$ SD) in all water samples from studied farms were  $55.29 \pm 2.71$  and  $2.066 \pm 0.714$   $\mu$ g/L, respectively. The amounts of Iron and Lead (Mean  $\pm$  SD) in consumed feed of studied farms were  $494.51 \pm 89.18$  and  $3.494 \pm 1.462$  mg/kg, respectively. Also, the amounts of Iron and lead in fish muscle of studied farms were measured as  $7.715 \pm 1.050$  and  $0.39970 \pm 0.073$  mg/kg, respectively. The obtained results revealed the existence of higher amounts of iron in fish muscle above Codex standard, 2001 and lower amounts of lead levels from the mentioned standard in studied farms. The obtained data showed no significant differences in water, food and muscle of fish in studied areas ( $p > 0.05$ ).

---

\*Corresponding author