اندازه گیری نیکل در عضله ماهی سوکلا (*Rachycentron Canadum*) در آب های شمال غربی خلیج فارس

معصومه جهانگیری*[1]، غلامحسین محمدی[2] و محمد ولایت زاده[3]

۱. گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲. پژوهشکده آبزی پروری جنوب، اهواز، ایران

۳. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۰۵

چکیده

تحقیق حاضر به منظور سنجش و مقایسه میزان تجمع فلز نیکل در بافت عضله ماهی سوکلا (*Rachycentron Canadum*) و ارتباط آن با طول کل، وزن کل و سن ماهی در آب های شمال غربی خلیج فارس در سال ۱۳۹۳ انجام شد. ۹۶ نمونه ماهی در ۶ گروه طولی تهیه شد. هضم شیمیایی نمونه ها به روش مرطوب و سنجش غلظت فلزات سنگین به روش جذب اتمی با دستگاه مدل Perkin Elmer 4100 انجام گردید. اختلاف بین داده ها با کمک آزمون آماری آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) نیز ارتباط معنی دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد بررسی شد. میانگین غلظت نیکل در بافت عضله ماهی سوکلا به ترتیب ۰/۰۵±۰/۱۴۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک بود. بالاترین میزان تجمع فلز نیکل متعلق به گروه طولی بزرگتر از ۱۲۷ سانتی متر (۰/۹±۰/۲۳۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود. بین عوامل طول کل، وزن کل و سن با تجمع فلز نیکل ارتباط مثبت و مستقیم برقرار بود که در سطح معنی دار دیده شد. غلظت نیکل در بافت عضله ماهی سوکلا از حد آستانه استاندارد سازمان بهداشت جهانی (۰/۳۸ میلی گرم در کیلوگرم) پایین تر بود.

واژگان کلیدی: فلزات سنگین، نیکل، بافت عضله، ماهی سوکلا، خلیج فارس

***نگارنده پاسخگو: masoumedjahangiri@yahoo.com**

مقدمه

خلیج فارس یکی از منابع مهم تامین پروتئین منطقه و جهان به شمار می رود و وجود گونه های متعدد ماهیان و جانوران دریایی مورد استفاده توسط انسان بر ویژگی های منحصر به فرد این منطقه می افزاید (Bohem *et al.*, 1998). خلیج فارس دارای تنوع فراوانی از گروه های مختلف اکولوژیک ماهیان شامل ماهیان سطح زی، کفزی، میان زی، جزایر مرجانی، ماهیان منطقه کرانه ای و ماهیانی که بین منطقه جزر و مدی زندگی می کنند، می باشد. این تنوع اکولوژیک ماهیان سبب شده است تا غنای گونه ای در این دریای نیمه بسته افزایش یابد (Carpenter *et al.*, 1997). وجود ذخایر عظیم سبب توسعه فعالیت های مربوط و وابسته به نفت مانند اکتشاف، حفاری و استخراج، پالایش، خطوط انتقال نفت در بستر دریا، بارگیری و حمل و نقل توسط تانکرهای غول پیکر و نظیر آن در مناطق ساحلی فلات قاره و همچنین توسعه مناطق ساحلی و جزیره شده است، عوامل اشاره شده هر کدام به طور بالقوه منبع آلوده کننده بوده و در شرایط کنونی همواره به طرق مختلف سبب افزایش بار آلودگی منابع آب خلیج فارس و محیط زیست دریایی می شود، تا جایی که خلیج فارس یکی از آلوده ترین دریاها محسوب می شود و لزوم حفاظت از آن بیشتر باید مد نظر قرار گیرد (Al-Yamani *et al.*, 2004).

از مهم ترین انواع آلودگی آب ها، آلودگی ناشی از وجود فلزات سنگین و ترکیبات آنها می باشد (Orhan *et al.*, 2010). فلزات سنگین با توجه به نقشی که در فعالیت های بیولوژیک دارند، به عنوان میکرونوترینت ها (آهن، روی، مس، منگنز، کبالت و مولیبدن) و یا یک عامل سمی (جیوه، سرب، روی، کروم، نیکل، نقره، کادمیوم) مورد توجه می باشند (Canli & Atli, 2003). فلزات سنگین ممکن است در اثر عوامل طبیعی مانند فرسایش خاک، سیلاب، چرخش آب اقیانوس و دریا و یا توسط عوامل مصنوعی از جمله ورود ورود فاضلاب های صنعتی و انسانی، نشت نفت و گاز وارد اکوسیستم های آبی می شوند (Turkmen *et al.*, 2010).

نیکل یکی از فلزات سنگین است که به طور گسترده در محیط زیست پراکنش دارد و غلظت های خیلی کم آن برای بدن موجودات زنده ضروری است (جلالی جعفری و آقازاده مشگی،۱۳۸۶)، اما افزایش تجمع این فلز در بدن می تواند سبب سرطان ریه، بینی، حنجره، پروستات، کاهش توانایی تولید مثل، آب آوردن ریه ها، خارش و مشکلات پوستی گردد. سازمان بهداشت جهانی، میزان دریافت روزانه قابل تحمل را در مورد فلز نیکل ۰/۰۰۵ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن تعیین کرده است (اسماعیلی ساری،۱۳۸۱). کارخانه ها و سوزاندن زباله ها دو عامل اصلی ورود این فلز به هوا است، مقدار نیکل موجود در هوا به مراتب از نیکل موجود در زمین بیشتر است. زمانی که رواناب ها جریان می یابند، نیکل وارد آب های سطحی می شود و در اندام های آبزیان نظیر عضله، کبد، پوست و کلیه تجمع می یابد. همچنین وجود آن در آب های سطحی سبب کاهش رشد جلبک ها می شود (عسکری ساری و ولایت زاده،۱۳۹۳). نیکل در محیط های آبی، پایدار بوده و در طولانی مدت اثر زیان آوری بر روی موجودات آبزی بر جای می گذارد. آلودگی نیکل در اکوسیستم های آبی معمولا ناشی از منابع انسانی مانند تردد کشتی‌ها، قایق‌ها، نفت‌کش‌ها و نفت خام است (El-Safy & Al-Ghannam, 1996 ; Nwani *et al.*, 2010; Coulibaly *et al.*, 2012). غلظت بالای این فلز اصولاً ناشی از منابع انسانی مانند تردد کشتی ها، قایق ها، نفت کش ها و نفت خام است. از آنجایی که در بندر چابهار، تخلیه و بارگیری توسط کشتی ها و نفت کش ها صورت می گیرد، انتظار می رود وجود نیکل در این مکان ناشی از نفت خام باشد. در فصل تابستان با توجه به اینکه سرعت تجزیه بسیار بالاست معمولا موجودات آبزی پس از مرگ در بستر تجزیه شده و باعث افزایش غلظت عناصر موجود در بدن خود در حاشیه بستر می شود و باعش افزایش عناصر سنگین در تابستان در کفزیان می گردد (Abdel-Baky *et al.*, 2011; Kotze *et al.*, 1999; Ali & Abdel-Satar, 2005). ترکیبات نیکل دارای سمیت به نسبت زیاد هستند (اسماعیلی

ساری، ۱۳۸۱). این فلز در کبد، آبشش، کلیه و ماهیچه های ماهیان تجمع می یابد. جذب و سمیت نیکل در حضور یون مس و فلز روی افزایش می یابد (جلالی جعفری و آقازاده مشگی، ۱۳۸۶). تجمع نیکل در ماهیان شوریده و حلوا سفید (عریان و همکاران، ۱۳۸۵)، کفال پشت سبز (*Liza dussumieri*) (ناصری و همکاران، ۱۳۸۴)، ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coiodes*) (گرجی پور و همکاران، ۱۳۸۸)، سنگسر (*Pomadasys sp.*) شوریده (*Otolithes ruber*)، هامور معمولی (*Epinephelus coioides*)، زمین کن (*Platycephalus* sp.) و حلوا سفید (*Pampus argenteus*) (Agah *et al.*, 2009) گزارش شده است.

تحقیق حاضر، به منظور سنجش و مقایسه میزان تجمع فلز نیکل در بافت عضله ماهی سوکلا (*Rachycentron Canadum*) و ارتباط آن با طول کل، وزن کل و سن ماهی در آب های شمال غربی خلیج فارس انجام شد.

مواد و روش ها

در بهار سال ۱۳۹۳ تعداد ۹۶ نمونه ماهی از اسکله صیادی ثامن آبادان و بحرکان هندیجان در استان خوزستان تهیه شد. اسکله صیادی بحرکان بزرگترین اسکله صیادی ایران در ۱۳ کیلومتری جنوب شرقی شهر هندیجان واقع شده است. اسکله صیادی ثامن در شهرستان آبادان در ۴۸ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی واقع گردیده است. دارای ۱۱۹ فروند قایق و ۹۱ فروند لنج می باشد که صید خود را در این اسکله تخلیه می کنند.

پس از انتقال ماهیان به آزمایشگاه، نمونه‌ها کدگذاری و سپس بیومتری شدند توزین نمونه‌ها به وسیله ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم صورت گرفت، زیست سنجی نمونه‌ها نیز با خط کش ساده زیست سنجی انجام شد. پس از این مرحله جداسازی بافت عضله توسط تیغه ای از جنس استیل صورت گرفت. نمونه های ماهی سوکلا (*Rachycentron canadum*) در ۶ گروه سنی ۱۰>، ۱۰-۸، ۸-۶، ۶-۴، ۴-۲ و ۲> سال و گروه های طولی ۱۲۷>، ۱۲۷-۱۲۳،۱۲۳-۱۱۰، ۱۱۰-۱۰۲، ۱۰۲-۷۵و ۷۵> سانتی متر قرار گرفتند (Franks & Brown-Peterson, 2002). هر گروه سنی شامل ۱۶ عدد ماهی، به ۴ گروه ۴ تایی تقسیم و عضلات از قسمت های مختلف جداسازی و با یکدیگر مخلوط گردید و یک نمونه مرکب بدست آمد. بدین ترتیب تعداد نمونه های مرکب هر گروه سنی ۴ عدد گردید (MOOPAM, 1999). بافت های به دست آمده پس از توزین در شیشه ساعت قرار گرفتند و به مدت ۶۰ تا ۱۵۰ دقیقه در آون با دمای ۶۵ درجه سانتی گراد قرار داده شدند تا به وزن ثابت برسند و سپس از داخل آون خارج گردیدند.

هضم نمونه ها

برای هضم نمونه ها از روش مرطوب استفاده شد. ابتدا ۰/۵ گرم از نمونه در بالن ۲۵۰ میلی لیتر ریخته شد و ۲۵ میلی لیتر سولفوریک اسید غلیظ، ۲۰ میلی لیتر نیتریک اسید ۷ مولار و ۱ میلی لیتر محلول سدیم مولیبدات ۲ درصد به آن اضافه شد و چند عدد سنگ جوش برای اینکه جوش به طور منظم و یکنواخت صورت گیرد در بالن قرار داده شد. سپس بالن به یک مبرد مجهز شده و مخلوط به مدت یکساعت در حالیکه عمل رفلاکس انجام می شد توسط اجاق برقی در زیر هود حرارت داده شد. در ادامه از بالای مبرد به نمونه سرد شده به آرامی ۲۰ میلی لیتر مخلوط نیتریک اسید غلیظ و پرکلریک اسید غلیظ به نسبت ۱:۱ اضافه شد و در حالی که جریان آب سرد قطع شده بود، ترکیب حرارت داده شد تا بخار سفید رنگ اسید به طور کامل محو شود. پس از سرد شدن مخلوط، در حالی که بالن چرخانده می شد، ۱۰ میلی لیتر آب مقطر از بالای مبرد به آرامی به آن اضافه شد. با حرارت دادن (حدود ۱۰۰ دقیقه) محلول کاملا شفافی به دست آمد، این محلول پس از سرد شدن به داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری انتقال و به حجم رسانده شد (Farkas *et al.*, 2000).

برای اندازه گیری عنصر مورد نظر در نمونه ها، ابتدا به ۱۰ میلی لیتر محلول هضم شده، ۵ میلی لیتر محلول آمونیوم پیرولیدن کاربامات ۵ درصد اضافه شد و به مدت

۲۰ دقیقه مخلوط شدند تا عناصر به صورت 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 نمونه ها مخلوط شدند و پس از ۱۰ دقیقه در دور ۲۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردید و به این ترتیب 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 عنصر به کمک استانداردها و ماتریکس مودیفایر پلادیم توسط نرم افزار WinLab32 رسم گردید و مقدار آن در محلول های آماده شده اندازه گیری گردید.

آنالیز آماری

در تحقیق جاضر، آزمایش ها به صورت کاملاً تصادفی (CRD= Completely Randomized Design) انجام شد. نتایج حاصل از این تحقیق با استفاده از نرم افزار SPSS20 و آزمون آماری آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA)، همچنین آنالیز همبستگی و رگرسیون چندگانه (Multiple Regression) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. ضریب اطمینان مطالعه در سطح ۹۵ درصد تعیین شد. همچنین برای رسم جدول و نمودارها از نرم افزار Excel 2010 استفاده گردید.

نتایج

نتایج حاصل از زیست سنجی ماهی سوکلا تهیه شده از اسکله صیادی بحرکان بندر هندیجان و آبادان در جدول (۱) نشان داده شده است. در این جدول میانگین طول کل، وزن کل ماهیان و سن به ترتیب بر حسب سانتی متر، گرم و سال محاسبه شده است. در جدول (۲) گروه های طولی و سنی ماهی سوکلا بر اساس یافته های (Franks & Brown-Peterson, 2002) مشخص شده و با توجه به آن ها کدگذاری شده اند.

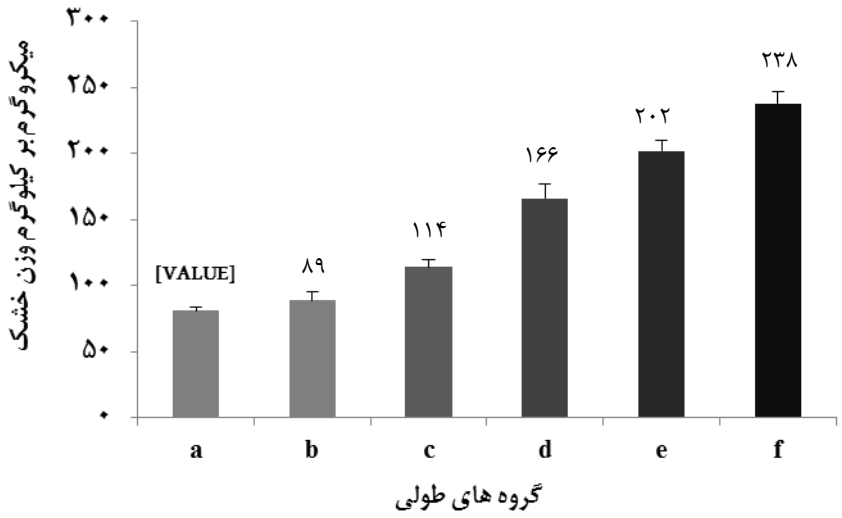
جدول ۱- زیست سنجی ماهی سوکلا (*Rachycentron canadum*) صید شده از اسکله بنادر آبادان و بحرکان در سال ۱۳۹۳

منطقه مورد مطالعه	پارامتر	طول کل (سانتی متر)	وزن کل (گرم)	سن (سال)
بنادر صیادی هندیجان و آبادان	بیشینه	۱۶۷	۴۳۲۰۰	>۱۰
	کمینه	۵۸	۱۸۰۰	۱>
	میانگین	۱۰۸/۲۶±۲۷/۳۶	۱۱۷۹۷/۲۹±۱۰۱۵۸/۲۰	۵/۹۰±۳/۵۵

جدول ۲- گروه های طولی و سنی ماهی سوکلا (*Rachycentron canadum*) صید شده از اسکله بنادر صیادی آبادان و بحرکان در سال ۱۳۹۳(Franks & Brown, 2002)

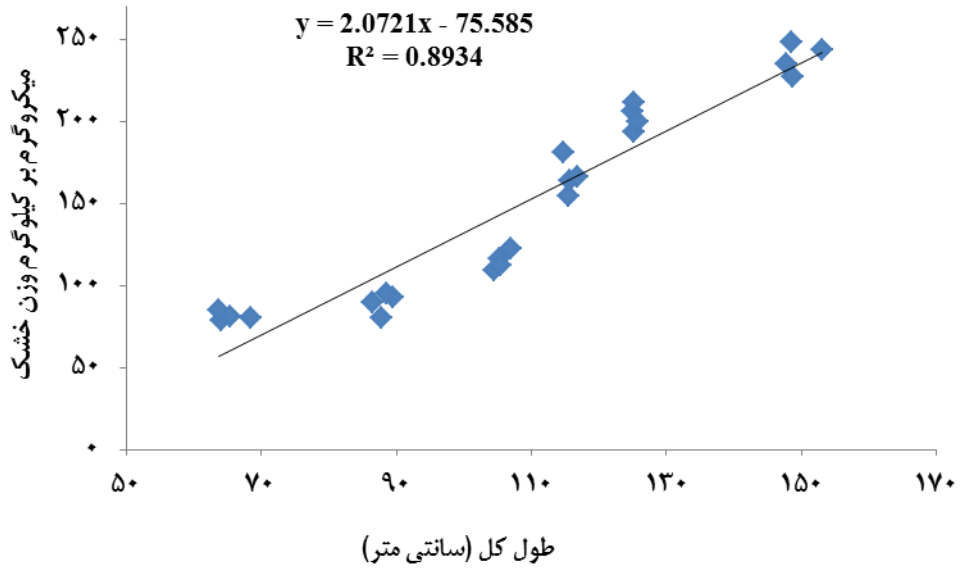
گروه طولی (سانتی متر)	گروه سنی (سال)	مولفه مورد استفاده
۷۵>	۲>	a
۷۵-۱۰۲	۲-۴	b
۱۰۲-۱۱۰	۴-۶	c
۱۱۰-۱۲۳	۶-۸	d
۱۲۳-۱۲۷	۸-۱۰	e
۱۲۷<	۱۰<	f

نتایج این تحقیق نشان داد، بالاترین میزان نیکل در عضله ماهی سوکلا مربوط به گروه طولی f و پایین ترین میزان تجمع نیکل در گروه طولی a بود. میزان نیکل در بافت عضلانی ماهی سوکلا بین گروه طولی a با b اختلاف معنی دار نبود (P≥۰/۰۵)، اما بین سایر گروه های طولی اختلاف معنی دار بود (P<۰/۰۵). مقایسه غلظت فلز نیکل در بافت عضلانی ماهی سوکلا در شکل (۱) نشان داده شده است.



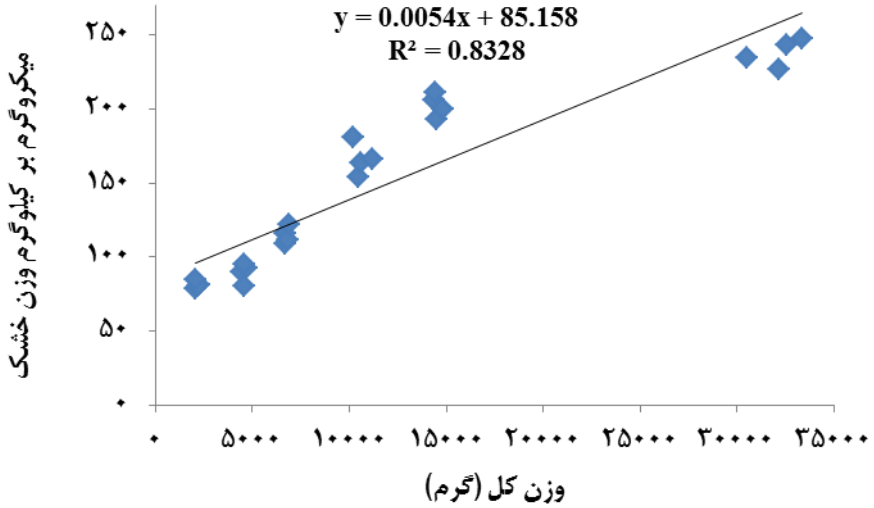
شکل ۱- میانگین غلظت فلز نیکل در بافت عضلانی ماهی سوکلا (*Rachycentron canadum*) در سال ۱۳۹۳

از رابطه غلظت نیکل و طول کل ماهی معادله y=2.072x-75.58 و R^2= ۰/۸۹ به دست آمد که دارای همبستگی مثبت و ۸۹ درصد است به این معنی که ۸۹ درصد متغیر وابسته (غلظت عنصر نیکل) توسط متغیر مستقل (طول کل ماهی) تعریف می شود. نتایج آماری در ارتباط با میزان تجمع فلز نیکل در بافت عضله ماهی مورد مطالعه حاکی از وجود رابطه معنی دار با عامل طول کل دارد (P<۰/۰۵) (شکل ۲).

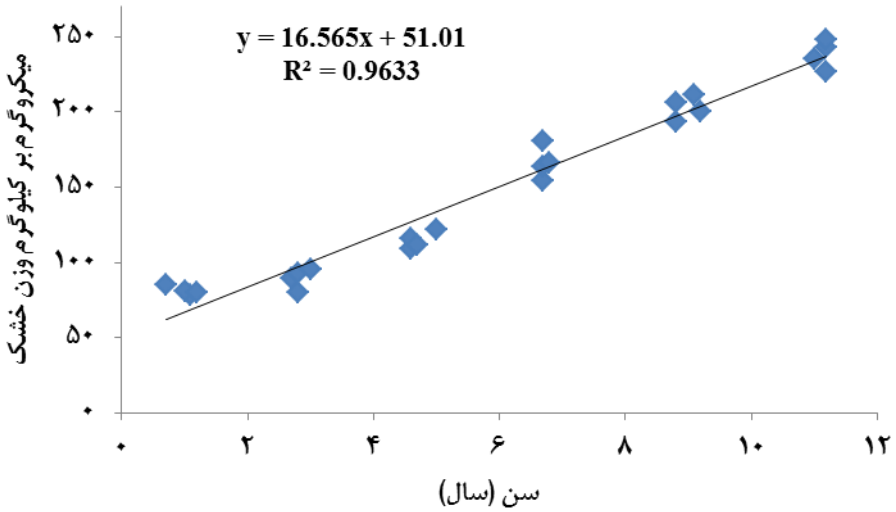


شکل ۲- رابطه غلظت نیکل در عضله ماهی و طول کل ماهی سوکلا (*Rachycentron canadum*) در سال ۱۳۹۳

از رابطه غلظت نیکل و وزن کل ماهی معادله $y=0.005x+85.15$ و $R^2=0.83$ به دست آمد که دارای همبستگی مثبت و ۸۳ درصد است به این معنی که ۸۳ درصد متغیر وابسته (غلظت عنصر نیکل) توسط متغیر مستقل (وزن کل ماهی) تعریف می شود. نتایج آماری در ارتباط با میزان تجمع فلز نیکل در بافت عضله ماهی مورد مطالعه حاکی از وجود رابطه معنی دار با عامل وزن کل دارد ($P<۰/۰۵$) (شکل ۳). از رابطه غلظت نیکل و سن ماهی معادله $y=16.565x+51.01$ و $R^2=0.96$ به دست آمد که دارای همبستگی مثبت و ۹۶ درصد است به این معنی که ۹۶ درصد متغیر وابسته (غلظت عنصر نیکل) توسط متغیر مستقل (سن ماهی) تعریف می شود. نتایج حاصل از انجام آنالیز همبستگی مبین وجود رابطه مثبت معنی داری بین میزان تجمع فلز نیکل در بافت عضله ماهی سوکلا با عامل سن می باشد ($P<۰/۰۵$) (شکل ۴).



شکل ۳- رابطه غلظت نیکل در عضله ماهی و وزن کل ماهی سوکلا (*Rachycentron canadum*) در سال ۱۳۹۳



شکل ۴- رابطه غلظت نیکل در عضله ماهی و سن ماهی سوکلا (*Rachycentron canadum*) در سال ۱۳۹۳

بحث و نتیجه گیری

میانگین میزان نیکل در عضله ماهی سوکلا ۰/۱۴۸ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک به دست آمد. در مقایسه میانگین غلظت نیکل در بافت خوراکی ماهی سرخو و شوریده به ترتیب ۰/۳۲۲ و ۰/۴۸ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک (شهریاری، ۱۳۸۴)، در عضله و آبشش ماهی شیربت (*Barbus grypus*) به ترتیب ۰/۷۷ و ۱/۵۲ میکروگرم برگرم وزن خشک (خیرور و دادالهی سهراب، ۱۳۸۹)، در عضله و کبد ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coiodes*) ۰/۹۴ و ۱/۳۱ میکروگرم بر گرم وزن خشک (گرجی پور و همکاران، ۱۳۸۸)، در عضله کفشک گرد (*Euryglossa orientalis*) ۱۴/۴۸ میکروگرم بر گرم وزن خشک (پروانه و همکاران، ۱۳۹۰)، ماهی سرخو و شوریده به ترتیب ۰/۳۲ و ۰/۲۸ میلی گرم در کیلوگرم (پورمقدس و شهریاری، ۱۳۸۹) و در عضله میش ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*) ۰/۴۲۷ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک گزارش شده است (بهمئی، ۱۳۹۲). در ماهیان گوشتخوار یکی از مهم ترین راه های ورود عناصر سنگین تغذیه از جانداران رده های پایین تر در زنجیره غذایی می باشد (عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۳). با توجه به اینکه تغذیه شدید به علت ذخیره چربی و انرژی در بدن معمولا در فصل بهار اتفاق می افتد از آنجایی که ماهی سوکلا گونه ای گوشتخوار است (ستاری و همکاران، ۱۳۸۲ ؛ Franks & Brown-Peterson, 2002)، تغذیه زیاد باعث ورود فلز نیکل به بدن شده و غلظت این عنصر در عضله افزایش می یابد (Bahnasawy *et al*., 2011; Bellassoued *et al*., 2013).

در این تحقیق بالاترین و پایین ترین میزان نیکل در این گونه به ترتیب در گروه های طولی بیشتر از ۱۲۷ سانتی متر (f) و کمتر از ۷۵ سانتی متر (a) یدست آمد. میزان نیکل در بافت عضلانی ماهی سوکلا بین گروه طولی کمتر از ۷۵ سانتی متر با ۱۰۲-۷۵ سانتی متر اختلاف معنی دار نبود ($P\geq$۰/۰۵)، اما بین سایر گروه های طولی اختلاف معنی دار بود ($P<$۰/۰۵). به عبارت دیگر بالاترین میزان تجمع فلز نیکل در ماهی سوکلا ۱۰ ساله و کمترین میزان تجمع این عنصر در ماهیان کمتر از ۲ سال مشاهده شد.

در این تحقیق میزان تجمع فلز نیکل در بافت عضله ماهی سوکلا با عامل طول کل، وزن و سن ارتباط معنی داری دارد ($P<$۰/۰۵). به عبارت دیگر فلز نیکل با افزایش سن، تجمع بیشتری در عضله ماهی سوکلا داشته است. گزارش شده است در عضله میش ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*) تجمع فلز نیکل با افزایش سن افزایش یافته است، به طوری که میزان این فلز در ماهیان کمتر از ۲ سال ۰/۲۴۶ و در ماهیان ۱۰ -۸ ساله ۰/۵۵۳ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک گزارش شده است (بهمئی، ۱۳۹۲) که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. همچنین تجمع میزان جیوه در عضله میش ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*) با عامل سن ارتباط مثبت و معنی داری داشته است (فرکیان و همکاران، ۱۳۹۲) که با نتایج این تحقیق مطابقت نشان می دهد. به طور کلی در گونه های با سایز کوچک و متوسط، افزایش اندازه بدن و رشد ماهی اغلب تاثیر چندانی بر روی افزایش تجمع فلزات سنگین در بافت های ماهی ندارد (Huggett *et al*., 2001).

در مطالعه ای بر روی ماهی گل خورک (*Periophthalmus waltoni*) بنادر صیادی استان هرمزگان گزارش شده است که میزان تجمع غلظت فلز سرب با طول و وزن این گونه ارتباط مستقیم و همبستگی معنی داری دارد، به طوری که با افزایش طول و وزن بدن ماهی گل خورک میزان عنصر سرب افزایش یافته است (کوسج و همکاران، ۱۳۹۲). با توجه به اینکه ماهی سوکلا رژیم غذایی گوشتخواری دارد (صادقی، ۱۳۸۰ ؛ ستاری و همکاران، ۱۳۸۲) می توان رابطه تجمع فلزات سنگین با افزایش طول و وزن بدن را با عادات غذایی این گونه نسبت داد. درباره ماهی گل خورک در خلیج فارس نیز رژیم غذایی گوشتخواری و رابطه آن با افزایش طول و وزن بدن و افزایش تجمع فلز سرب تایید شده است (کوسج و همکاران، ۱۳۹۲). عوامل زیادی از جمله رژیم غذایی، زیستگاه، جنسیت، طول بدن، سن، و نوع بافت در توزیع فلزات بین بافت های مختلف موثر

است (Farkas *et al*., 2001; Farkas *et al*., 2003; Mendil *et al*., 2010; Agah *et al*., 2009).

در تحقیقی بر روی ماهی خیاطه (*Alburnoides bipunctatus*) تجمع فلز روی در عضله این ماهی با طول، وزن و سن ارتباط معنی داری نداشت (حسین زاده و همکاران، ۱۳۹۱). مطالعه ای بر روی تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) نشان داد که بین تجمع فلزات سنگین نیکل و وانادیوم با طول این گونه همبستگی معنی داری وجود ندارد (رسولی و همکاران، ۱۳۹۲). مطالعات بر روی اردک ماهی (*Esox lucius*) نیز نشان داده که بین فلزات سرب، روی و مس با طول و وزن (ابراهیمی سیریزی و همکاران، ۱۳۹۱)، سرب با وزن بدن (Imanpour Namin *et al*., 2011) همبستگی معنی داری وجود ندارد. همچنین بین غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم، کروم و نیکل در عضله دو گونه ماهی شورت (*Sillago sihama*) و زمین کن (*Platycephalus indicus*) با عوامل زیستی طول، وزن و سن همبستگی منفی معنی داری گزارش شده است (محمد نبی زاده و پورخباز، ۱۳۹۲). تحقیقات نشان داده است که میان فلزات سنگین سرب، کادمیوم و روی با طول ماهی هامور معمولی ارتباط مثبت و معنی داری وجود ندارد ($P\geq$۰/۰۵)، همچنین ارتباط معنی داری بین فلزات کادمیوم و روی با طول ماهی زمین کن دم نواری وجود ندارد ($P\geq$۰/۰۵)، اما بین فلز سرب با طول این گونه ارتباط معنی داری گزارش شده است ($P<$۰/۰۵) (کنعانی،۱۳۹۰). از سوی دیگر نتایج تعدادی از مطالعات نشان داده که با افزایش وزن، طول و سن ماهیان میزان تجمع فلزات سنگین کاهش می یابد (امینی رنجبر و ستوده نیا، ۱۳۸۴ ؛ Farkas *et al*., 2000; Canli & Atli, 2003) میزان فلزاتی که در متابولیسم ماهیان نقش دارند با افزایش سن کاهش می یابند. 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 فلزات در ماهیان جوان تر (با طول کمتر) بیشتر است (Canli & 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 می نمایند، ضمن آنکه یون های فلزات از طریق فلس های ماهی با آب تبادل داشته و احتمالاً به کاهش جذب عناصر در بافت های ماهی منجر خواهد شد (Rashed, 2001). دلیل دیگر این است که به سبب کاهش جیره غذایی ماهی با افزایش سن، میزان فلزات در بدن پایین تر بوده است (Farkaes *et al*., 2003). بطور کلی کاهش تجمع فلزات سنگین در بافت های مختلف ماهیان با افزایش طول نسبت مستقیم داشته و احتمالاً ناشی از کاهش سطح به حجم در نمونه های بزرگتر است. موجودات آبزی کوچکتر دارای سوخت و ساز بیشتری در مقایسه با موجودات بزرگتر بوده و فلزات سنگین را سریعتر جذب می کنند (عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۳).

سازمان بهداشت جهانی (WHO)، میزان دریافت روزانه قابل تحمل (Tolerable Daily Intake) یا TDI را در مورد فلز نیکل ۰/۰۰۵ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن تعیین کرده است (Mello, 2003). سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) حداکثر غلظت مجاز نیکل را، ۲۰ نانوگرم بر کیلوگرم در روز و حداکثر میزان قابل تحمل روزانه را ۱/۲ میلی گرم در یک انسان ۶۰ کیلوگرمی پیشنهاد کرده است. هرچند که این مقدار در افرادی که حساسیت شدیدی نسبت به نیکل دارند، منجر به التهابات پوستی می گردد. در این تحقیق میزان نیکل در عضله ماهی سوکلا در مقایسه با حد مجاز سازمان بهداشت جهانی (۰/۳۸ میلی گرم در کیلوگرم) پایین تر بود.

منابع

ابراهیمی سیریزی، ز.، ساکی زاده، م.، اسماعیلی ساری، ع.، بهرامی فر، ن.، قاسمپوری، س.م. و عباسی، ک. ۱۳۹۱. بررسی فلزات سنگین کادمیوم، سرب، مس و روی در بافت عضله اردک ماهی تالاب بی نالمللی انزلی، انباشتگی و ارزیابی خطرات. *مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران*، ۲۲ (۸۷): ۶۳-۵۷.

اسماعیلی ساری، ع. ۱۳۸۱. آلاینده ها، بهداشت و استاندارد محیط زیست. انتشارات نقش مهر، چاپ اول، تهران.

امینی رنجبر، غ. و 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*، ۱۴(۳): ۱۸-۱.

بهمئی، ز. ۱۳۹۲. اندازه گیری مقادیر فلزات سنگین (آهن، روی و نیکل) در بافت عضلانی میش ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*) در گروه های مختلف سنی در صید آب های شمال غربی خلیج فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ایران.

پروانه، م.، خیرور، ن.، نیک پور، ی. و نبوی، س. م. ب. ۱۳۹۰. غلظت فلزات سنگین در ماهی کفشک گرد و رسوبات خور موسی در استان خوزستان. *مجله علمی شیلات ایران*، ۲۰ (۲): ۱۵۸-۱۵۳.

پورمقدس، ح. و شهریاری، ع. ۱۳۸۹. غلظت کادمیوم، کروم، سرب، نیکل و جیوه در سه گونه از ماهیان مصرفی شهر اصفهان. *مجله تحقیقات نظام سلامت*، ۶ (۱): ۳۶-۳۰.

خیرور، ن. و دادالهی سهراب، ع. ۱۳۸۹. غلظت فلزات سنگین در رسوبات و ماهی شیربت (*Barbus grypus*) در اروند رود. *مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۱۲ (۲): ۱۳۱-۱۲۳.

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

حسین زاده، ص.، قلی نژاد، ز. و بزرگ نیا، ع. ۱۳۹۱. تجمع فلزات سنگین در بافت عضله ماهی خیاطه *Alburnoides bipunctatus* در ارتباط با برخی مشخصات بیومتریک (طول استاندارد، وزن، سن و جنسیت). همایش ملی پژوهشهای آبزیان و اکوسیستم های آبی، سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سوادکوه، ایران.

رسولی، ث.، ریاحی بختیاری، ع.، عسکری ساری، ا. و حسینی الهاشمی، ا. ۱۳۹۲. میزان تجمع زیستی نیکل و وانادیوم در بافت های کبد و قلب تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) در سواحل جنوبی دریای خزر. *مجله شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر*، ۷ (۳): ۲۴-۱۷.

ستاری، م.، شاهسونی، د. و شفیعی، ش. (۱۳۸۲). ماهی شناسی ۲ (سیستماتیک). انتشارات حق شناس، چاپ اول. ایران.

شهریاری، ع. ۱۳۸۴. اندازه گیری مقادیر فلزات سنگین کادمیوم، کروم، سرب و نیکل در بافت خوراکی ماهیان شوریده و سرخو خلیج فارس در سال ۱۳۸۲. *مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان*، ۷ (۲): ۶۷-۶۵.

صادقی، س.ن. ۱۳۸۰. ماهیان جنوب ایران (خلیج فارس و دریای عمان). تهران: انتشارات نقش مهر، چاپ اول. تهران.

عریان، ش.، عمادی، ح. و قاسمی مجد، پ. ۱۳۸۵. سنجش تجمع زیستی نیکل، وانادیوم، کادمیوم و سرب در بافت های ماهیان حلوا سفید، شوریده و هامور معمولی در خلیج فارس. *مجله پژوهش های علوم و فنون دریایی*، ۱ (۲): ۱۴-۱.

عسکری ساری، ا. و ولایت زاده، م. ۱۳۹۳. فلزات سنگین در آبزیان. انتشارات دانشگاه ازاد اسلامی واحد اهواز. چاپ اول. ایران.

فرکیان، ن.، محمدی، غ. و عسکری ساری، ا. ۱۳۹۲. میزان جیوه در عضله میش ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*) در گروه های سنی مختلف در

صید آب های شمال غربی خلیج فارس. *فصلنامه زیست شناسی دریا*، ۵ (۱۹): ۳۴- ۲۵.

کنعانی، ر، ۱۳۹۰، تعیین و مقایسه میزان فلزات سنگین Zn, Cd, Pb در بافت های عضله، آبشش و امعاء و احشا دو گونه ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) و زمین کن دم نواری (*Platycephalus indicus*) و رسوبات منطقه جزر و مدی خورموسی (خور ماهشهر). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان.

کوسج، ن.، رحمانی، ع.، کامرانی، ا.، طاهری زاده، م.ر. و علی نیا، م. ۱۳۹۲. بررسی میزان ارتباط طول بدن با میزان تجمع سرب در ماهی گل خورک والتونی (*Periophthalmus waltoni*) در شمال خلیج فارس. *فصلنامه اقیانوس شناسی*، ۴ (۱۵): ۹-۱.

گرجی پور، ع.، صدوق نیری، ع.، حسینی، ا.ر. و بیتا، س. ۱۳۸۸. بررسی تجمع برخی فلزات سنگین در بافت های عضله، کبد و آبشش ماهی هامور معمولی. *مجله علمی شیلات ایران*، ۱۸ (۱): ۱۰۸-۱۰۱.

محمد نبی زاده، س. و پورخباز، ع.ر. ۱۳۹۲. ردیابی زیستی فلزات سنگین در بافت های ماهیان شورت و زمین کن در ذخیره گاه زیست کره حرا. *مجله دامپزشکی ایران*، ۹ (۱): ۷۵-۶۴.

ناصری، م.، رضایی، م.، عابدی، ع. و افشار نادری، ا. ۱۳۸۴. سنجش مقادیر برخی عناصر سنگین (آهن، مس، روی، منیزیم، منگنز، جیوه، سرب و کادمیوم) در بافت های خوراکی و غیر خوراکی ماهی کفال پشت سبز (*Liza dussumieri*) سواحل بوشهر. *مجله علوم دریایی ایران*، ۴ (۳و۴): ۶۷-۵۹.

Abdel-Baki, A.S., Dkhil, M.A. & Al-Quraishy, S. 2011. Bioaccumulation of some heavy metals in tilapia fish relevant to their concentration in water and sediment of Wadi Hanifah, Saudi Arabia. *African Journal Biotechnology*, 10(13): 2541-2547.

Agah, H., Leermakers, M., Elskens, M., Fatemi, S.M.R. & Baeyens, W. 2009. Accumulation of trace metals in the muscle and liver tissues of five species from the Persian Gulf. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, 157: 499-514.

Ali, M.H. & Abdel-Satar, A.M. 2005. Studies of some heavy metals in water, sediment, fish and fish diets in some fish farms in El-Fayoum province. *Egyptian Journal Aquatic Research*, 31: 261-273.

Al-Yamani, F.Y., Bishop, J., Ramadhan, E., Al-Husaini, M. & Al-Ghadban, A.N. 2004. Oceanographic Atlas of Kuwaits Waters. Kuwait Institute Scientific Research. Kuwait.

Bahnasawy, M., Khidr, A. & Dheina, N. 2011. Assessment of heavy metal concentrations in water, plankton, and fish of Lake Manzala, Egypt. *Turkish Journal Zoology*, 35 (2): 271-280.

Bellassoued, K., Hamza, A., Pelt, J. & Elfeki, A. 2013. Seasonal variation of Sarpa salpa fish toxicity, as related to phytoplankton consumption, accumulation of heavy metals, lipids peroxidation level in fish tissues and toxicity upon mice. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185: 1137–1150.

Bohem, P.D., Page, D.S., Gilfillan, E.S., Bence, A.E. Burns, W.A. & Mankiewicz, P.J. 1998. Study of the fates and effects of the *Exxon Valdez* oil spill on benthic sediments in two bays in Prince William Sound, Alaska. 1. study design, chemistry, and source fingerprinting. *Environment Science and Technology*, 32: 567-576.

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.

Caribbean Fisheries institute. Biloxi, Mississippi.

Huggett, D. B., Steevens, J. A., Allgood, J. C., Lutken, C. B., Grace, C. A. & Benson, W. H., 2001. Mercury in sediment and fish from North Mississippi Lakes. Chemosphere, 42: 923-929.

Imanpour Namin J., Mohammadi, M., Heydari, S. & Monsef Rad, F. 2011. Heavy metals Cu, Zn, Cd and Pb in tissue, liver of *Esox lucius* and sediment from the Anzali international lagoon-Iran. *Caspian Journal* of *Environmental Sciences*, 9(1): 1-8.

Kotze, P., Du Preez, H.H. & Van Vuren, J.H. 1999. Bioaccumulation of copper and zinc in *Oreochromis mossambicus* and *Clarias gariepinus*, from the Olifants River, Mpumalanga, South Africa. Water SA, 25: 99-110.

Mello, D.J.P.F. 2003. Food safety contaminants and toxins. CAB International Publishing. UK. DOI 10.1079/9780851996073.0000.

Mendil, D, Demirci, Z, Tuzen, M. & Soylak, M. 2010. Seasonal investigation of trace element contents in commercially valuable fish species from the Black sea, Turkey. *Journal of Food and chemical Toxicology*, 48*:* 865–870.

MOOPAM. 1999. Manual of oceanographic observations and pollutant analysis methods. ROPME. Kuwait, Vo1 20.

Nwani, C.D., Nwachi, D.A., Okogwu, O.I., Ude, E.F. & Odoh, G.E. 2010. Heavy metals in fish species from lotic freshwater ecosystem at Afikpo, Nigeria. *Journal of Environmental Biology*, 31 (5): 595-601.

Orhan, A., Murat, K., Ozcan, Y. & Rehber, T. 2010. Calcium, Magnesium, Iron, Zinc, Cadmium, Lead, Copper and

Carpenter, K.F., Krupp, F., Jons, D.A. & Zajonz, U. 1997. Living marine resources of Kuwait, Estern Sandi Arabia, Bahraine, Qatar and the United Arabia Emarates. FAO, Rome.

Coulibaly, S., Celestin Atse, B., Mathias Koffi, K., Sylla, S., Justin Konan, K. & Joel Kouassi, N. 2012. Seasonal accumulations of some heavy metal in water, sediment and tissues of Black-chinned Tilapia *Sarotherodon melanotheron* from Bietri Bay in Ebrie Lagoon, Ivory Coast. Bulletin of *Environmental Contamination and Toxicology,* 88:571–576.

El-Safy, M.K. & Al-Ghannam, M.L. 1996. Studies on some heavy metal pollutants in fish of El-Manzala Lake. In: Proceedings of the Conference on Food Borne Contamination and Egyptians Health, Mansoura November 26-27, pp. 151-180.

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.

Farkas, A., Salanki, J., Speczira, A. & Varanka, I. 2001. Metal pollution as health indicator of lake ecosystems. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 14(2): 163-170.

Farkas, A., Salanki, J. & Specziar, A. 2003. Age and size specific patterns of heavy metals in the organs of freshwater fish *Abramis brama* L. Populating a Low-contaminated site. *Water Research*, 37(5): 959-964.

Franks, J. S. & Brwon- Peterson, N. J. 2002. A review of age, growth and reproduction of Cobia, *Rachycentron canadum*, from U.S. waters of the Gulf of Mexico and Atlantic Ocean. Proceedings of the 53d annual Gulf and

Chromium determinations in Brown meagre (*Sciaena umbra*) bone stone by Flame and Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry. *Journal of Sciences*, 23 (1): 41-48.

Rashed, M.N. 2001. Monitoring of environmental heavy metals in fish from Nassar Lake. *Environment International*, 27: 27-33.

Turkmen, A., Turkmen, M., Tepe, Y. & Cecik, M. 2010. Metals in tissues of fish from Yelkoma Lagoon, northeastern Mediterranean. *Environmental Monitoring and Assessment*, 168: 223-230.

Measurement of Ni in muscle of *Rachycentron canadum* in west northern waters from Persian Gulf

Jahangiri[*1], M., Mohammadi[2], G.H. & Velayatzadeh[3], M.
1. Dept. of Fishery, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University, Ahvaz Branch
2. South of Iran Aquaculture Research Center, Ahvaz
3. Young Researchers and Elite Club, Islamic Azad University, Ahvaz Branch, Ahvaz

Abstract
This study evaluated and compared the accumulation of Ni in the muscle tissue of fish Cobia (*Rachycentron Canadum*) and its relation to total length, total weight and age of the fish in the waters of the northwest of Persian Gulf in 2014. Ninety six fish samples were collected at 6 length groups. To measure the level of essential elements, the samples were digested by wet digestion method and by Perkin Elmer 4100 AAS instrument. The means were compared using analysis of variance (ANOVA) and correlations and significant differences were estimated at 95% significance level. Mean concentration of Ni in the muscle tissue of Rachycentron *Canadum* was 0.148±0.05 mg/kg dry weight ($P<0.05$). The highest concentration of Ni was found in the group with larger than 127 cm length (0.238±0.9 mg/kg dry weight). A positive correlation was established between the total length and total weight and age and accumulation of Ni at $P<0.05$ level of significance. Concentrations of Ni in muscle of *Rachycentron Canadum* were lower than international standard of WHO (0.38 mg/kg).

Keywords: Heavy metals, Ni, muscle, *Rachycentron Canadum*, Persian Gulf

*Corresponding author: masoumedjahangiri@yahoo.com