پژوهشی

تعیین میزان و نحوه تغییرات فلزات(Cd-Pb) در بافت های مختلف تعدادی از گونه های ماهی رودخانه هراز (استان مازندران - ایران)

* علیرضا ریاحی بختیاری

کلمات کلیدی:
رودخانه هراز، فلزات سنگین، سیاه ماهی، ماهی سفید رودخانه ای، سرب، کادمیوم.

چکیده:
با توجه به منابع عمده وارد کننده فلزات سنگین در حواشی منطقه مورد مطالعه از قبیل فاضلاب شهری، پساب های کشاورزی (حاوی حشره کش ها، علف کش ها، کودهای شیمیایی فسفاته)، وسایل نقلیه موتوری، شیرابه زباله ها و معادن فلزات روی، سرب، کارگاهها و صنایع چرم سازی، محصولات چربی، چاپ و صحافی، صنایع شیمیایی و تولید فلزات، همواره مقادیر متنابهی از فلزات سنگین وارد رودخانه هراز شده که بالطبع بخشی از آن در بافت ارگانیزم های آبزی تجمع پیدا می کند. نظر به اینکه رودخانه هراز جزء رودخانه های حفاظت شده در ایران می باشد اهمیت این تحقیق در تعیین میزان آلاینده های فلزی برای کنترل، مدیریت و در نهایت حفاظت بهتر آن بارز و روشن می شود.
در این تحقیق برخی از ماهیان رودخانه شامل سیاه ماهی(Capoeta capoeta) ، ماهی سفید رودخانه ای (Leuciscus cephalus) ، ماهی کاراس(Carassius auratus) ، ماهی خیاطه (Albernoid bipunclatus) و ماهی قزل آلای رنگین کمان (Oncorhynchus mykiss) توسط دستگاه الکتروشوکر صید و پس از بیومتری و آماده سازی نمونه ها (بافت های عضله، آبشش، امعاء و احشاء) میزان غلظت فلزات سرب و کادمیوم به روش جذب اتمی تعیین گردید.
نتایج مذکور با استفاده از آنالیز تجزیه واریانس و آزمون F مورد تحلیل آماری قرار گرفت و مشخص گردید. مطالعه میزان جذب و تجمع سرب و کادمیوم در بافت های مختلف هر یک از گونه ها به طور مجزا متفاوت و معنی دار بوده و همچنین بین میانگین های غلظت سرب و کادمیوم در شش گونه مورد مطالعه تفاوت معنی داری نشان می دهد. اما در هر یک از گونه ها بین ماهیان بالغ و نابالغ در جذب و تجمع سرب و کادمیوم اختلاف معنی داری مشاهده نگردید. ضریب همبستگی پیرسون برای سرب و کادمیوم در بافت های مختلف از گونه های متفاوت (حدود ۰/۶۵) میزان نسبتاً بالایی از همبستگی را نشان می دهد.

* عضو هیأت علمی گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس.

سرآغاز

رودخانه هراز از زمان های کهن به عنوان یک منبع آبی مهم در زندگی مردم منطقه نقش مهمی را ایفاء نموده است که بقایای راه های سنگی و آثار باستانی حاشیه رودخانه نشان دهنده این حقیقت می باشد. اکنون نیز این رودخانه نقش مهمی را در زندگی مردم منطقه به خصوص در بخش کشاورزی ایفاء می کند. ولی متأسفانه عدم مدیریت صحیح و کم توجهی به آلودگی و حفاظت از این رودخانه، تجمع زباله های شهری در جوار آن، تخلیه فاضلاب های صنعتی و شهری و روستایی به داخل رودخانه هراز باعث گردیده تا از کیفیت آب آن کاسته شده و بر آلودگی آن افزوده شود.

در خصوص تعیین مقادیر فلزات سنگین در ماهیان آبهای شیرین مطالعاتی توسط Kargin (1996 19-98) Uysal & and Tuncer (1982), Voutsinou (1982), Mathis and Cummings (1973), Thomas et al (1983) گزارش شده است.

در این مطالعه علاوه بر تعیین میزان فلزات سرب و کادمیوم در بافتهای آبشش، امعاء و احشاء (شامل تمامی اعضاء دستگاه گوارش) و عضله در برخی از گونه های ماهی، گونه های حساس تر، پتانسیل جذب و تجمع فلزات در ماهیان بالغ و نابالغ و اختلاف تجمع فلزات در بافتها و گونه های مختلف نیز بررسی گردیدند. ریاحی بختیاری (۷۸-۱۳۷۷).

مواد و روشها

پس از بررسی های مقدماتی و شناسایی های اولیه از منطقه، در محدوده ۳۰ کیلومتری قبل از شهرستان آمل تا ناحیه مصبی رودخانه هراز (سرخرود) و در محدوده زمانی مرداد تا اواسط زمستان سال ۱۳۷۷ تعداد ۵۷ نمونه ماهی با نامهای علمی Capoeta capoeta, Oncorthynchus mykiss, Carassius auratus, Leuciscus cephalus Albernoid bipunctatus صید گردید.

نمونه های ماهی به وسیله دستگاه الکتروشوکر و تور، صید و در یونولیت محتوی یخ بلافاصله به آزمایشگاه دانشکده منابع طبیعی (دانشگاه تربیت مدرس) منتقل گردید. در آنجا پس از بیومتری های اولیه شامل وزن کل، طول کل، طول استاندارد و طول فورک، نمونه های ماهی در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری و تا مرحله Freeze drying را پشت سرگذارند. قبل از کالبد شکافی و آماده سازی، نمونه های ماهی با آب مقطر شستشو شد تا پوشش لزج و ذرات خارجی جذب کننده فلزات از سطح بدن دفع گردند.

سپس بافت های عضله سینه ای، آبشش و امعاء و احشاء (شامل تمامی اعضاء دستگاه گوارش) در ماهیان مختلف طبق دستورالعمل (Bernhard, 1976) جداسازی گردید. بافت های تهیه شده در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت در آون خشک و سپس در هاون سنگی کاملاً کوبیده شد تا به صورت پودر درآیند. سپس از هر نمونه مقدار یک گرم با ترازوی الکتریکی توزین و بعد با اسید نیتریک و پرکلریک به نسبت حجمی ۱:۲ به مدت سه ساعت در دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد گذارده شد تا عمل هضم انجام پذیرد(Muramoto, 1983).

نمونه‌ها پس از رقیق سازی با اسیدنیتریک ۴٪ به‌حجم نهایی ۲۰ میلی لیتر رسیده و جهت تعیین میزان فلزات سرب و کادمیوم از دستگاه جذب اتمی فیلیپس مدل Pu 9400 استفاده گردید.

نتایج:

نتایج بررسی در جدول یک و نمودار یک و آزمون آماری سرب و کادمیوم در جدولهای ۲ و ۳ نشان داده شده اند.

جدول شماره (۱): مقادیر فلزات سرب و کادمیوم بر حسب ppm در بافتهای مختلف ماهیان رودخانه هراز

ردیف	گونه	سن	بافت	سرب	کادمیوم
۱	L	a	G	۲۷/۴۲۸	۲/۸۵۷
۲	L	a	M	۶/۵۴۵	۱/۲۳۵
۳	L	a	I.V	۵/۵۳۱	۱/۳۴۵
۴	L	a	G	۳۶/۴۴۴	۲/۸۸۹
۵	L	a	M	۶/۳۳	۰/۴۷
۶	L	a	I.V	۷/۴۸۴	۱/۰۶۴
۷	L	a	G	۴۰/۷۷۸	۳/۴۴۴
۸	L	a	M	۵/۷۴	۰/۵۶
۹	L	a	I.V	۶/۵	۱/۱۲۵
۱۰	L	a	G	۳۳/۵	۴/۲۵
۱۱	L	a	M	۶/۷	۱/۰۵
۱۲	L	a	I.V	۶/۲۸۳	۰/۴۵۳
۱۳	L	a	G	۱۸/۱۳۶	۱/۸۶۴
۱۴	L	a	M	۴/۰۷	-
۱۵	L	a	I.V	۱/۲۳۳	۰/۱۷۸
۱۶	L	J	G	۱۲/۲۸۹	۱/۳۶۸

ادامه جدول شماره (۱): مقادیر فلزات سرب و کادمیوم بر حسب ppm در بافتهای مختلف ماهیان رودخانه هراز

ردیف	گونه	سن	بافت	سرب	کادمیوم
۱۷	L	J	M	۳/۹۳۵	۰/۵۴۵
۱۸	L	J	I.V	۱/۳۳۹	۰/۰۹۶
۱۹	L	J	G	۱۴/۱۱۵	۰/۹۲۳
۲۰	L	J	M	۶/۴۲۵	۱/۲۰۷
۲۱	L	J	I.V	۸/۱۴۹	۰/۸۹۴
۲۲	L	J	G	۴۴/۸۵۷	۳/۲۸۶
۲۳	L	J	M	۱۶/۵۵	۰/۸۸
۲۴	L	J	I.V	۵/۵۷	۰/۷۷۲
۲۵	L	J	G	۲۵/۸۸۲	۳/۶۴۷
۲۶	L	J	M	۶/۲۵۶	۰/۵۴۳
۲۷	L	J	I.V	۳/۳۷۲	۰/۱۰۷
۲۸	L	a	G	۴۱/۳۳۳	۴/۵۵۵
۲۹	L	a	M	۷/۸۰۸	۰/۳۹۲
۳۰	L	a	I.V	۲/۰۶۴	۰/۴۸۶
۳۱	L	a	G	۳۵/۶	۲/۹
۳۲	L	a	M	۷/۲۶	۰/۲۰۷
۳۳	L	a	I.V	۶/۴۶۹	۰/۳۸۸
۳۴	L	a	G	۱۴/۷۹۴	۱/۲۰۶
۳۵	L	a	M	۵/۴۵۴	۰/۴۴
۳۶	L	a	I.V	۴/۵۳۶	۰/۱۹۵
۳۷	L	a	G	۲۲/۳۴۴	۲/۱۸۷
۳۸	L	a	M	۷/۴۹۳	۰/۸۵۲
۳۹	L	a	I.V	۹/۳۱۶	۰/۱۳۱
۴۰	L	J	G	۳۹/۶۲۵	۳
۴۱	L	J	M	۱۱/۱۷۳	۱/۰۳۷
۴۲	L	J	I.V	۲۲/۵۳۳	۱/۴۶۷
۴۳	L	J	G	۲۲/۵	۲/۴۳۷
۴۴	L	J	M	۶/۳۴۱	۰/۷۶۷
۴۵	L	J	I.V	۸/۵۲۶	۰/۲۴۶
۴۶	L	J	G	۳۷/۲۷۳	۳/۷۲۷
۴۷	L	a	M	۷/۲۱۶	۰/۵۸۵
۴۸	L	a	I.V	–	–
۴۹	L	a	G	۹۰۸	۲/۸۴
۵۰	L	J	M	۵۰۳۴	۰/۲۶
۵۱	L	J	I.V	۱۴۰۷	۴/۱
۵۲	L	J	G	۳۰/۳۲	۸/۳۲
۵۳	L	J	M	۱۳/۳۴	۲/۹۴
۵۴	L	J	I.V	۱۹/۲۷	۸/۴۵

ادامه جدول شماره (۱): مقادیر فلزات سرب و کادمیوم بر حسب ppm در بافتهای مختلف ماهیان رودخانه هراز

ردیف	گونه	سن	بافت	سرب	کادمیوم
۵۵	L	a	G	۵۸/۶۴	۱۶/۹۶
۵۶	L	a	M	۱۴/۶۶	۳/۴
۵۷	L	a	I.V	۲۷/۴۵	۸/۹
۵۸	L	a	G	۳۱/۳۶	۶/۸۸
۵۹	L	a	M	۱۰/۶	۱/۵۶
۶۰	L	a	I.V	۱۹/۱۶	۴/۲۸
۶۱	L	a	G	۱۷/۴۴	۶/۲۴
۶۲	L	a	M	۴/۶۴	۰/۵۴
۶۳	L	a	I.V	۱۲/۹۵	۲/۳۵
۶۴	L	a	G	۱۸/۸۸	۳/۳۲
۶۵	L	a	M	۱۲/۶۴	۲/۲
۶۶	L	a	I.V	–	–
۶۷	L	a	G	۱۸/۹	۳
۶۸	L	a	M	۱۲/۷	۲/۸
۶۹	L	a	I.V		–
۷۰	L	a	G	۲۸/۳۵	۷/۴۵
۷۱	L	a	M	۱۱/۸	۲/۳۶
۷۲	L	a	I.V	۱۳/۸۲	۵/۵
۷۳	L	a	G	۱۷/۲	۴/۲۴
۷۴	L	a	M	۲۰/۶	۴/۳۶
۷۵	L	a	I.V	۴۰/۳۶	۶/۴۴
۷۶	L	a	G	۱۷/۲۵	۴/۳۶
۷۷	L	a	M	۲۰/۵۶	۴/۳۸
۷۸	L	a	I.V	۴۰/۵	۶/۵
۷۹	L	a	G	۲۱/۸۲	۵/۴۳
۸۰	L	a	M	۱۴/۸۴	۱/۶
۸۱	L	a	I.V	۱۲/۷۵	۴/۶
۸۲	L	a	G	۲۷/۳۷	–
۸۳	L	a	M	۴/۱۹۵	۰/۲۶
۸۴	L	a	I.V	۴/۶۲	۰/۵۷
۸۵	L	a	G	۱۶/۴۳	۰/۳۴
۸۶	L	a	M	۴/۱۸	۰/۳۶
۸۷	L	a	I.V	۳/۴۳	۰/۲۶
۸۸	L	a	G	۱۶/۵۹	۰/۱۶
۸۹	L	a	M	۵/۵۵	۰/۲۸
۹۰	L	a	I.V	۱/۱	۰/۱۴
۹۱	L	a	G	۴۱/۳۷	۱/۰۷
۹۲	L	a	M	۷/۱۹	۰/۵۹

ادامه جدول شماره (۱): مقادیر فلزات سرب و کادمیوم بر حسب ppm در بافتهای مختلف ماهیان رودخانه هراز

ردیف	گونه	سن	بافت	سرب	کادمیوم
۹۳	L	a	I.V	۱۴/۹۸	۰/۴۹
۹۴	L	a	G	۳۴/۵۴	۰/۸۱
۹۵	L	a	M	۴/۸۴	۰/۲۳
۹۶	L	a	I.V	۱/۱۱	–
۹۷	A	a	G	۳۸/۳۶۴	۳/۶۳۶
۹۸	A	a	M	۷/۴۵	۰/۷۳
۹۹	A	a	I.V	۱۱/۰۱۵	۲/۷۶۶
۱۰۰	A	a	G	۳۷/۰۹۱	۳/۲۷۳
۱۰۱	A	a	M	۵/۸۰۳	۰/۴۲۹
۱۰۲	A	a	I.V	۸/۱۶۳	۱/۷۵۴
۱۰۳	A	a	G	۳۷/۸	۳/۸
۱۰۴	A	a	M	۷/۳۳۷	۰/۶۸۳
۱۰۵	A	a	I.V	۱۳/۸۰۶	۱/۰۹۳
۱۰۶	A	a	G	۳۸/۴۵۸	۴/۱۶۷
۱۰۷	A	a	M	۷/۶۳	۰/۳۶
۱۰۸	A	a	I.V	۱۵/۷۵۹	۰/۸۲۷
۱۰۹	A	a	G	۵۶/۵۷۱	۴/۷۱۴
۱۱۰	A	a	M	۷/۱۵۳	۰/۴۴۹
۱۱۱	A	a	I.V	۳۱/۴۱۷	۰/۶۶۷
۱۱۲	A	a	G	۳۷/۳	۳/۴
۱۱۳	A	a	M	۶/۳۳۹	۰/۳۴۹
۱۱۴	A	a	I.V	۲۰/۳۸۹	۰/۲۷۸
۱۱۵	A	a	G	۶۲/۴۴۴	۶/۶۶۷
۱۱۶	A	a	M	۷/۵۴۴	۰/۸۵۷
۱۱۷	A	a	I.V	۳۱/۱۵۴	۱/۰۷۷
۱۱۸	A	a	G	۴۶/۵	۵/۹
۱۱۹	A	a	M	۷/۳۰۳	۰/۷۱۹
۱۲۰	A	a	I.V	۱۷/۶۳۱	۰/۶۸۴
۱۲۱	A	a	G	۱۴/۳۰۹	۰/۹۴۱
۱۲۲	A	a	M	۱/۲۹۸	۰/۲۷۸
۱۲۳	A	a	I.V	۱۳/۶۸۷	۰/۳۷
۱۲۴	A	a	G	۳۲/۲۴	۶/۷۳
۱۲۵	A	a	M	۱۸/۰۲	۰/۳۲
۱۲۶	A	a	I.V	۱۴	۴/۵۲
۱۲۷	A	a	G	۳۲/۱	۶/۷۷
۱۲۸	A	a	M	۱۸	۰/۳۵
۱۲۹	A	a	I.V	۱۴/۰۱	۴/۶
۱۳۰	A	a	G	۸۵/۸۵	۰/۴۶

ادامه جدول شماره (۱): مقادیر فلزات سرب و کادمیوم بر حسب ppm در بافتهای مختلف ماهیان رودخانه هراز

ردیف	گونه	سن	بافت	سرب	کادمیوم
۱۳۱	A	a	M	۶/۶۷	۰/۲۷
۱۳۲	A	a	I.V	–	–
۱۳۳	A	a	G	۲۴/۷۳	۰/۲۵
۱۳۴	A	a	M	–	۰/۱۵
۱۳۵	A	a	I.V	۱۲/۸۷	۰/۱۹
۱۳۶	Cap	a	G	۱۵/۶۳۸	۱/۱۴۸
۱۳۷	Cap	a	M	۴/۷۹۵	۰/۷۳۲
۱۳۸	Cap	a	I.V	۱۰/۷۰۶	۰/۷۷۱
۱۳۹	Cap	a	G	۱۳/۷۶۹	۱/۱۱۵
۱۴۰	Cap	a	M	۴/۹۷۵	۰/۸۱۸
۱۴۱	Cap	a	I.V	۱۲/۸۶	۱/۰۱۱
۱۴۲	Cap	a	G	۱۲/۹۲۲	۱/۱۰۷
۱۴۳	Cap	a	M	۴/۹۳۲	۰/۷۳۱
۱۴۴	Cap	a	I.V	۱۱/۷	۱/۱۴
۱۴۵	Cap	a	G	۲۷/۲۴	۵/۶
۱۴۶	Cap	a	M	۷/۷۶	۱/۳۶
۱۴۷	Cap	a	I.V	۲۸/۸۸	۴/۴۲
۱۴۸	B	a	G	۵۷/۱۲	۱۱/۶
۱۴۹	B	a	M	۱۴/۱۲	۳/۲۴
۱۵۰	B	a	I.V	۲۰	۷/۲۸
۱۵۱	B	a	G	۵۵	۱۰/۱۱
۱۵۲	B	a	M	۱۳/۳	۲/۸
۱۵۳	B	a	I.V	۱۸/۲۵	۷
۱۵۴	B	a	G	۳۴/۶۴	۶/۴۸
۱۵۵	B	a	M	۱۰/۸۲	۱/۹۴
۱۵۶	B	a	I.V	۱۷/۲۴	۷/۲
۱۵۷	Car	a	G	۲۳/۴	۶/۸
۱۵۸	Car	a	M	۱۱/۱	۰/۵۶
۱۵۹	Car	a	I.V	۲۲/۶۸	۱۲
۱۶۰	O	a	G	۲۶/۹۸	–
۱۶۱	O	a	M	۵/۶	۰/۲۷
۱۶۲	O	a	I.V	۸/۸۴	۰/۳۴
۱۶۳	O	a	G	۳۹/۱۹	–
۱۶۴	O	a	M	۱۹/۷۵	۰/۲۶
۱۶۵	O	a	I.V	۱۵/۶	۰/۶۳
۱۶۶	O	a	G	۳۳/۹۲	–
۱۶۷	O	a	M	۴/۹۳	۰/۱۵
۱۶۸	O	a	I.V	۸/۲	۰/۴۶

ادامه جدول شماره (۱): مقادیر فلزات سرب و کادمیوم بر حسب ppm در بافتهای مختلف ماهیان رودخانه هراز

ردیف	گونه	سن	بافت	سرب	کادمیوم
۱۶۹	O	a	G	۱۶/۷۳	۰/۷۹
۱۷۰	O	a	M	۵/۴۶	۰/۲۳
۱۷۱	O	a	I.V	۴/۵۲	۰/۳۸

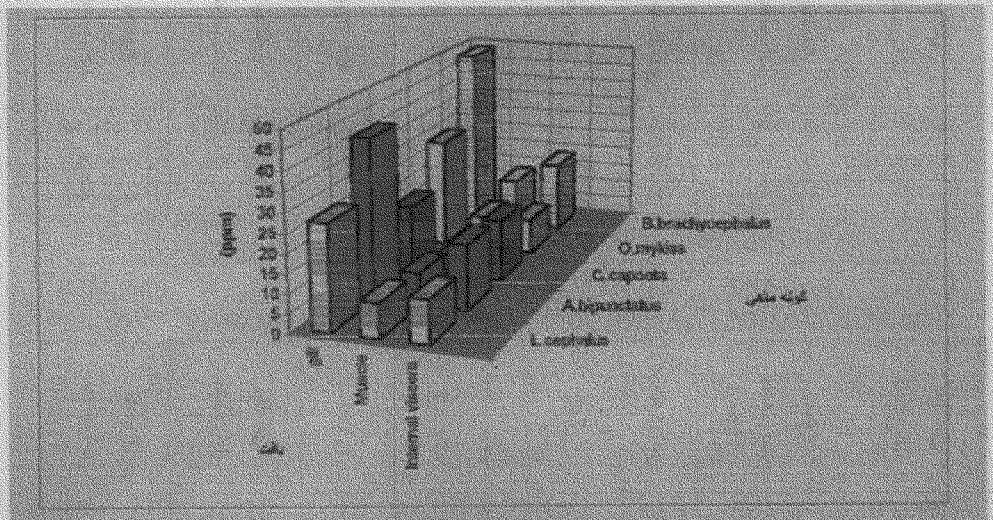
J = Juvenile a = adult I.V = Internal Viscera

M = Muscle G = Gill

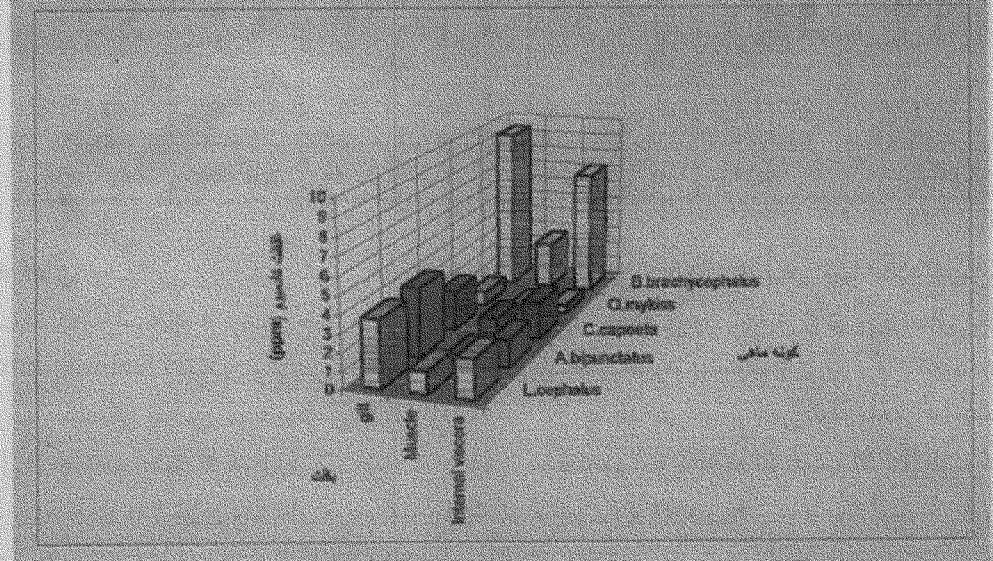
Cap = Capoeta capoeta L = Leuciscus cephalus

A = Albernoid bipunclatus B = Barbus brachycephalus

C = Carassius auratus O = Oncorhynchus mykiss



نمودار (۱) : میانگین غلظت سرب در بافتهای مختلف ماهیان رودخانه هراز



نمودار (۲) : میانگین غلظت کادمیوم در بافتهای مختلف ماهیان رودخانه هراز

نمودارهای ۱و۲ بیانگر آنند که ترتیب میانگین غلظتهای سرب و کادمیوم در سه بافت مورد بررسی از شش گونه ماهی رودخانه هراز بصورت زیر می باشد:

عضله ضعاء و امشاء آبشش

نمودارهای ۱ و ۲ بیانگر آنند که ترتیب میانگین غلظتهای سرب و کادمیوم در سه بافت مورد بررسی از شش گونه ماهی رودخانه هراز به صورت زیر می باشد: عضله، امعاء و احشاء و آبشش.

جدول شماره (۲): تجزیه واریانس داده های جدول ۱ (متغیر وابسته سرب)

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مجذورات	میانگین مجذورات	F Value	Pr > F
مدل	۱۹	۲۰۱۳۰/۴۵۳۳	۱۰۵۹/۴۹۷۵	۱۱/۱۶	۰/۰۰۰۱
اشتباه	۱۴۵	۱۳۷۶۵/۸۶۸۱	۹۴/۹۳۷۰		
کل	۱۶۴	۳۳۸۹۶/۳۲۱۴			

R – Square ۰/۵۹۳۸۸۳ | C.V. ۵۴/۴۸۷۶۳ | Root MSE ۹/۷۴۳۵۶ | LEAD Mean ۱۷/۸۸۲۲

مدل	درجه آزادی	مجموع مجذورات Type I	میانگین مجذورات	F Value	Pr > F
گونه	۵	۲۳۳۳/۴۳۶۴	۴۶۶/۶۸۷۳	۴/۹۲	۰/۰۰۰۳
سن	۱	۶۵/۷۸۰۱	۵۶/۷۸۰۱	۰/۶۹	۰/۴۰۶۶
بافت	۱۳	۱۷۷۳۱/۲۳۶۸	۱۳۶۳/۹۴۱۳	۱۴/۳۷	۰/۰۰۰۱

مدل	درجه آزادی	مجموع مجذورات Type III	میانگین مجذورات	F Value	Pr > F
گونه	۵	۲۲۱۳/۴۳۸۲	۴۴۲/۶۸۷۶	۴/۶۶	۰/۰۰۰۶
سن	۱	۵۵/۱۸۷۹	۵۵/۱۸۷۹	۰/۵۸	۰/۴۴۷۰
بافت	۱۳	۱۷۷۳۱/۲۳۶۸	۱۳۶۳/۹۴۱۳	۱۴/۳۷	۰/۰۰۰۱

جدول شماره (۳): تجزیه واریانس داده های جدول ۱ (متغیر وابسته کادمیوم)

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مجذورات	میانگین مجذورات	F Value	Pr > F
مدل	۱۹	۵۴۹/۱۲۲۹۱۲	۲۸/۹۰۱۲۰۶	۶/۰۶	۰/۰۰۰۱
اشتباه	۱۴۰	۶۶۸/۰۶۹۶۱۱	۴/۷۷۱۹۲۶		
کل	۱۵۹	۱۲۱۷/۱۹۲۵۲۳			

R – Square ۰/۴۵۱۱۳۹ | C.V. ۹۰/۶۵۱۹۴ | Root MSE ۲/۱۸۴۴۷ | LEAD Mean ۲/۴۰۹۷۴

مدل	درجه آزادی	مجموع مجذورات Type I	میانگین مجذورات	F Value	Pr > F
گونه	۵	۲۲۳/۸۸۳۸۶۹	۴۴/۷۷۶۷۷۴	۹/۳۸	۰/۰۰۰۱
سن	۱	۴/۴۶۳۷۹۹	۴/۴۶۳۷۹۹	۰/۹۴	۰/۳۳۵۱
بافت	۱۳	۳۲۰/۷۷۵۲۴۵	۲۴/۶۷۵۰۱۹	۵/۱۷	۰/۰۰۰۱

مدل	درجه آزادی	مجموع مجذورات Type III	میانگین مجذورات	F Value	Pr > F
گونه	۵	۲۱۱/۲۶۴۲۶۰	۴۲/۲۵۲۸۵۲	۸/۸۵	۰/۰۰۰۱
سن	۱	۴/۴۲۴۸۴۴	۴/۴۲۴۸۴۴	۰/۹۳	۰/۳۳۷۲
بافت	۱۳	۳۲۰/۷۷۵۲۴۵	۲۴/۶۷۵۰۱۹	۵/۱۷	۰/۰۰۰۱

بحث و نتیجه گیری

اطلاعات بدست آمده با استفاده از آزمون های F-Test, Kolmogorov-Smirnov ، دانکن و توکی، آنالیز تجزیه واریانس و ضریب همبستگی پیرسون مورد پردازش قرار گرفته، که نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل به شرح زیر می باشد.

در ماهی سفید رودخانه ای فقط توزیع داده های مربوط به بافت عضله به توزیع نرمال نزدیک است و سایر اطلاعات مربوط به بافت های آبشش و امعاء و احشاء از توزیع نرمال تبعیت نمی کنند.

در ماهی خیاطه هیچیک از اطلاعات بدست آمده از توزیع نرمال تبعیت نمی کند. در سیاه ماهی فقط اطلاعات مربوط به کادمیوم در هر سه بافت مورد تحقیق از توزیع نرمال تبعیت نموده و داده های مربوط به سرب از توزیع نرمال تبعیت نمی کنند.

به طورکلی در هر شش گونه ماهیان مورد مطالعه میانگین غلظت سرب و کادمیوم (بر حسب PPm) بافت های آبشش به مراتب بالاتر از سایر بافت ها بدست آمد.

عضله > امعاء و احشاء > آبشش

Kargin (1998) مطالعه ای بر روی گونه Capoeta barroisi در رودخانه سیهان ترکیه انجام داد. نتایج این مطالعه

نیز نشان می دهد که غلظت فلزات (Pb، Cd، Fe، Cu، Zn) در آبشش و کبد به مراتب بیشتر از بافت عضله می باشد.

نتایج بدست آمده از میانگین غلظت فلزات سرب و کادمیوم در گونه های مورد مطالعه بیانگر آنست که میزان جذب و تجمع فلز سرب به ترتیب در گونه ها عبارتند از: (نمودار ۱)

B. brachycephalus > A. bipunclatus > O.mykiss > L.cephalus > C. capoeta

و میزان جذب و تجمع فلز کادمیوم به ترتیب در گونه ها عبارتند از: (نمودار ۲)

B. brachycephalus >L. cephalus >A.bipunclatus > C. capoeta > O. mykiss

با استفاده از آنالیز تجزیه واریانس و آزمون F مقادیر سرب و کادمیوم در بافت های مختلف گونه های مورد مطالعه بررسی و نتایج مؤید آنند که میزان جذب و تجمع سرب و کادمیوم در بافت های مختلف هر یک از گونه ها به طور مجزا متفاوت و معنی دار است، به نحوی که نتایج بدست آمده از آزمون دانکن و توکی این اختلاف را بین بافت آبشش با دو بافت دیگر نشان می دهد. همچنین بین میانگین های غلظت سرب و کادمیوم در شش گونه مورد مطالعه تفاوت معنی داری وجود دارد، اما در هر یک از گونه ها بین بالغین و نابالغین در جذب و تجمع سرب و کادمیوم تفاوت معنی داری وجود ندارد (ریاحی بختیاری، ۷۸-۱۳۷۷).

Mathis and Cummings در سال (۱۹۷۳) مطالعه ای در خصوص تجمع فلزات روی ده ماهی آب شیرین از رودخانه Illinois انجام دادند. نتایج مؤید آن است که تجمع فلزات در ماهیان همه چیزخوار(omnivorous) به مراتب بیشتر از ماهیان گوشتخوار (carnivorous) می باشد.

بالا بودن مقادیر فلزات (خصوصاً سرب) در گونه های مورد مطالعه در فصل تابستان و زمستان احتمالاً در ارتباط با کاربرد کودها و علف کش های شیمیایی از قبیل سوپر فسفات ها، مانکوزب و سولفات مس در طول فصل بهار بوده. همچنین حجم بالای تردد وسایل نقلیه موتوری در فصول بهار و تابستان که به تبع آن افزایش توریسم در منطقه و بالا رفتن حجم فاضلاب های شهری و شیرابه های ناشی از زباله ها را می تواند دربرداشته باشد. از دیگر عوامل این افزایش بشمار می آیند. ضمناً با توجه به افزایش متابولیسم در اثر بالا بودن درجه حرارت، افزایش مشابهی در میزان جذب و تجمع فلزات در بافت های برخی آبزیان در خلال ماههای تابستان گزارش شده است (kargin 1996).

با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون برای تمامی گونه‌های مورد مطالعه، بین سرب و کادمیوم ضریب همبستگی بالائی مشاهده شد. همچنین در بافت های مختلف (آبشش، عضله، امعاء و احشاء) ضریب همبستگی پیرسون برای سرب و کادمیوم به ترتیب ۰/۴۴، ۰/۶۴ و ۰/۵۷ تعیین گردید.

مدل تابع متغیر سرب (نسبت به گونه های مختلف، سنین مختلف، بافت های مختلف) با توجه به آنالیز انجام شده عبارتست از:

Pb=۰/۲۲۱+۱۳۲/۳۹(SPP)-۳/۳۷۰(age)–۸/۸۳۹(Tissue)

مدل تابع متغیر کادمیوم (نسبت به گونه های مختلف، سنین مختلف، بافت های مختلف) با توجه به آنالیز انجام شده عبارتست از:

Cd=۴/۳۹۰+۰/۰۷۲(SPP)-۰/۴۵۳(age)–۰/۷۹۷(Tissue)

که با توجه به عدم معنی دار بودن ضرایب مربوط به سن و گونه به صورت رابطه زیر نتیجه گیری گردید:

Cd=۳/۹۹۳–۰/۷۸۴(Tissue)

از آنجائیکه ضریب همبستگی بین فلزات با منابع آلاینده احتمالی فلزات در طبیعت ارتباط دارد، لذا با احتمال نسبتاً ضعیفی می توان نتیجه گیری نمود که فلزات سرب و کادمیوم تجمع یافته در گونه های مورد مطالعه از منابع یکسانی به رودخانه راه یافته اند.

تشکر و قدردانی

از همکاران گرامی آقای مهندس محسن محمدی و خانم منظر حقدوست صمیمانه تشکر و قدردانی نموده و از اینکه نگارنده را در انجام امور مربوط به آنالیز نمونه ها یاری فرمودند، خالصانه تشکر و تقدیر می نمایم.

منابع مورد استفاده

- ریاحی بختیاری، علیرضا. ۷۸-۱۳۷۷. تعیین میزان و نحوه تغییرات مقادیر فلزات(Cd,Pb)دربافتهای مختلف دوگونه ماهی

(Capoeta capoeta, Leuciscus cephalus) بومی رودخانه هراز (از شهرستان آمـل – ناحیـه مصبـی سـرخرود). گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی دانشگاه تربیت مدرس.

- Bernhard, M. 1976. Manual of methods in aquatic environment research, Part. 3: sampling and analysis of biological material. FAO fish tech paper No 158, UNEP Rome.

- Kargin, F. 1996. Seasonal changes in levels of heavy metals in tissues of mullus barbatus and Sparus aurata collected from Iskenderum Gulf (Turkey). Water, Air and soil pollution. 90: 557-562.

- Kargin, F. 1998. Metal concentrations in tissues of the fresh water fish Capoeta barroisi from the seyhan River (Turkey). Bull. Environ. Contam. Toxicol. 60: 822-828.

- Mathis, B.J. and Cummings, T.F. 1973. Selected metals in sediments, water and biota in the Illinois River. J. Water Pollut. Control Fed 48: 1913-1918.

- Muramoto, S. 1983. Elimination of copper from Cu-Contaminated fish by long term exposure to EPTA and fresh water. J. Environ Sci. Health 18: 455-461.

- Thomas, D.G. et al. 1983. Comp. Biochem. Phsiol 2, 241.

- Uysal, H and Tuncer, S. 1982. Levels of heavy metals in some commerical food species in the Bay of Izmir. VI cs Journees Etud pollutions, Cannes, C.I.E.S.M. 323-327.

- Voutsinou T. F. 1982. Monitoring of some metals in somemarine organisms from the saronikos Gulf. Vics Journees Etud pollutions, Cannes, C.I.E.S.M: 329-333.