

میزان تجمع فلزات سنگین سرب و کادمیوم در ماهی قزل‌آلای پرورشی (*Oncorhynchus mykiss*) ناحیه تالش استان گیلان

مینا سیف زاده^{۱*}، عیسی گلشاهی^۲ و شهرام صفی‌یاری^۲

تاریخ دریافت: ۹۵/۵/۳ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۲۴

^۱ دانشجوی دکتری، مربی پژوهشی، پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی

^۲ کارشناس ارشد سازمان شیلات ایران، تهران

*مسئول مکاتبه: Email: m_seifzadeh_ld@yahoo.com

چکیده

زمینه مطالعاتی: فلزات سنگین از آلاینده‌های محیط‌زیست محسوب می‌شوند. آلودگی ماهیان به این آلاینده‌ها و انتقال به انسان می‌تواند بیماری‌های متعددی را برای انسان ایجاد کند. هدف: این تحقیق باهدف بررسی میزان تجمع فلزات سرب و کادمیوم در عضله قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورشی ناحیه تالش استان گیلان، مقایسه میزان تجمع این فلزات در گوشت جنس‌های نر و ماده و همچنین با سازمان خواروبار کشاورزی، غذا و دارو و سازمان دامپزشکی ایران انجام شد. روش کار: برای اجرای این پروژه ۶ تیمار در محدوده وزنی ۹۰۰-۷۰۰ و زیر ۳۰۰ گرم در نظر گرفته شد. نمونه‌برداری در ماه آذر سال ۱۳۹۳ انجام شد. گوشت همگن‌شده ۱۵ عدد ماهی با دستگاه جذب اتمی روش طیف‌سنجی نوری بر اساس استاندارد ملی ایران مورد ارزیابی قرار گرفت. **نتایج:** ماهیان با میانگین وزنی ۴۷۸/۵۶ گرم و طول ۳۱۸/۹۳ سانتی‌متر بودند. پی‌اچ آب استخرها خنثی بود. سختی آب در استخرهای A و B متوسط و در C سخت بود. دمای آب استخرها ۱۵-۱۶ درجه سلسیوس بود. علیرغم فاکتورهای پی‌اچ و دما، سختی آب این استخرها تفاوت معنی‌دار نشان داد ($P < 0.05$). سرب در مقایسه با کادمیوم کاهش معنی‌دار نشان نداد ($P > 0.05$). کادمیوم و سرب در دو گروه ماهیان بین ۰/۰۳ - ۰/۰۱۶ متغیر بودند. این عناصر در جنس‌های نر و ماده و سنین مختلف ماهیان استخرهای مورد مطالعه تفاوت معنی‌دار نشان ندادند ($P > 0.05$). همبستگی مقادیر سرب و کادمیوم با فاکتورهای طول، سن و وزن در بعضی از استخرها مثبت و در سایرین منفی بود. **نتیجه‌گیری نهایی:** ماهیان قزل‌آلای پرورشی در محدوده‌های وزنی ۹۰۰-۷۰۰ و زیر ۳۰۰ گرم فصل پائیز ناحیه تالش از حیث آلودگی به سرب و کادمیوم و بهداشت مواد غذایی برای مصارف انسانی مناسب بوده و فاقد عوارض جانبی برای مصرف انسان هستند.

واژگان کلیدی: استانداردهای جهانی، سرب، فلزات سنگین، کادمیوم، ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورشی

مقدمه

آلودگی‌های آن از نظر میزان سلامت و همچنین سلامت غذای جامعه اهمیت دارد. ماهی قزل‌آلا از نوع ماهیان سرد آبی است و در زیرگروه ماهیان آزاد جای می‌گیرد.

ماهی قزل‌آلا (*Oncorhynchus mykiss*) از جمله ماهیان بازارپسند و ممتاز شیلاتی محسوب می‌شود که بررسی

مزمّن و بعضاً حاد و خطرناکی را ایجاد نمایند (کومار و موکهرجی ۲۰۱۱).

سرب به‌عنوان یک عنصر سمی و خطرناک از طریق فعالیت‌های انسان به مقدار زیاد وارد محیط طبیعی می‌شود و به‌رغم تحرک ژئوشیمیایی کم آن این فلز در تمام جهان پخش شده است. مقدار زیاد سرب فقط در بافت ماهیچه‌ای ماهی در مناطقی که دارای فعالیت کشاورزی و صنعتی زیاد و ورودی فاضلاب‌های شهری تصفیه نشده به محیط‌های آبی بودند، گزارش شده است. ضایعات مغزی، ازکارافتادن سیستم عصبی، ضایعات کروموزومی، ناتوانی فکری، لرزش عضلانی، تشنج، جنون، کولیت روده‌ای معده‌ای از جمله بیماری‌های ناشی از سرب است (دالینگر ۱۹۸۷، درینولا و همکاران ۲۰۱۲). کادمیوم به‌عنوان یکی از سمی‌ترین فلزات سنگین برای موجودات زنده و غیرضروری برای ماهی می‌باشد. کادمیوم در جدار سخت زمین وجود دارد و قرن‌هاست که وارد محیط‌زیست می‌شود. از عوارض سمیت کادمیوم در بدن می‌توان از بیماری ایتالی ایتالی، درد استخوانی شدید، اسهال، استفراغ و آسیب به کلیه را نام برد (براک و ماسون ۱۹۹۰).

صادقی راد (۱۳۸۵) روی عضله چهار گونه از ماهیان تالاب انزلی شامل کاراس^۱ و فیتوفاگ^۲ و اردک‌ماهی^۳ و کپور^۴، آمینی رنجبر و ستوده نیا (۱۳۸۴) روی بافت عضله ماهی کفال طلایی^۵ زمین کن و ماهی شانک^۶، ابراهیمی سیزیری و همکاران (۱۳۹۱) روی بافت اردک‌ماهی تالاب انزلی، حسن‌پور (۱۳۹۳) روی ماهی سفید، نکوئی فرد و همکاران (۱۳۹۴) روی بافت ماهی قزل‌آلا، لیندی (۱۳۹۰) مقادیر فلزات سنگین سرب و کادمیوم را روی بافت ماهی قزل‌آلای قهوه‌ای، دراگ کوزاک (۲۰۱۱) روی بافت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، کن (۲۰۱۲) روی بافت ماهیچه‌ای *Salmo trutta* *macrostigma* کفشک تیزدندان و کفشک ماهی و نجم و همکاران (۲۰۱۴) روی ماهی کیلکا^۷ تحقیق کردند. اما

پروتئین حیوانی به‌ویژه ماهی به دلیل داشتن اسیدهای آمینه لازم و عوامل محرک رشد اثر مهمی در ترمیم بافت‌ها و سلامتی و شادابی انسان و به‌طور کلی رشد بدن دارد و کمبود این پروتئین سبب عدم تعادل دستگاه عصبی گشته و عقب‌ماندگی فکری و رنجوری و ضعف جسمانی را در انسان پدید می‌آورد و مقاومت بدن را در برابر بیماری‌های عفونی کاهش می‌دهد (آگبوزو و ایکویوپور ۲۰۰۱). اما، علیرغم دارا بودن ارزش غذایی و نیاز بدن به آبزیان چنانچه تجمع فلزات سنگین از حد مجاز فراتر باشد خود می‌تواند سبب ابتلا به بیماری و ایجاد مشکل برای انسان شود و به همین دلیل تحقیقات در زمینه بهداشت و سلامت آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. آلودگی مواد غذایی از جمله ماهیان به فلزات سنگین می‌تواند منجر به تجمع زیستی این عناصر در بدن مصرف‌کنندگان و بروز برخی از بیماری‌ها گردد. وجود این ترکیبات از حیث بهداشت و سلامت مواد غذایی برای سلامت انسان مضر بوده و وجود آن مجاز نمی‌باشد. بر این اساس و با توجه به اهمیت و جایگاه ماهیان در هرم غذایی جوامع بشری، کنترل کیفیت آن‌ها در حفظ سلامتی مصرف‌کنندگان بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

آلاینده‌های غیرقابل تجزیه نظیر ترکیبات و نمک‌های فلزات سنگین در محیط تجمع می‌یابند. تجمع مواد سمی در زنجیره غذایی، ممکن است باعث افزایش غلظت آن‌ها در جانوران سطوح بالاتر زنجیره غذایی شود. تجمع و نقش بیولوژیکی فلزات سنگین در جانوران دریایی می‌تواند سبب به خطر افتادن سلامتی انسان در اثر این فلزات شود. این فلزات زمانی که به‌وسیله انسان مصرف می‌شوند، اغلب اثرات قوی و زیان باری را به همراه دارند. فلزات سنگین از جمله آلاینده‌های زیست‌محیطی هستند که مواجه شدن انسان با بعضی از آن‌ها از طریق آب و مواد غذایی نظیر سرب و کادمیوم می‌تواند مسمومیت‌های

⁵ *Liza dussumier*

⁶ *Acanthopagrus latus*

⁷ *Clupeonella Cultriventris*

¹ *Linnaeus*

² *Hypophthalmichthys molitrix*

³ *Esox lucius*

⁴ *Cyprinus carpio*

ایران)، پی‌اچ به روش الکتروشیمیایی با استفاده از پی‌اچ متر و دما مورد بررسی قرار گرفت. جهت بررسی اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های سنی مختلف از آزمون آنووا استفاده شد. برای مقایسه غلظت آلاینده‌ها با استانداردهای ملی و بین‌المللی از آزمون تی‌تست استفاده شد. برای بررسی ارتباط بین جنس‌های نر و ماده ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورشی با میزان تجمع فلزات سنگین از آزمون همبستگی اسپرمن استفاده گردید. برای بررسی ارتباط بین طول و وزن با مقادیر فلزات سنگین از آزمون همبستگی استفاده شد. تمامی آنالیزهای آماری این تحقیق با استفاده از اسپ‌اس‌اس ورژن ۱۷ انجام شد.

محدوده اندازه‌گیری دستگاه برای فلز سرب ۳۰-۱۰-۵ قسمت در بیلیون و درصد بازیافت ۱۰۷٪ و برای فلز کادمیوم ۱/۵-۱-۰/۱۵ قسمت در بیلیون و درصد بازیافت دستگاه ۸۰٪ است. مقادیر حد سنجش برای سرب ۰/۰۲ میلی‌گرم/کیلوگرم و برای کادمیوم ۰/۰۱ میلی‌گرم/کیلوگرم است.

نتایج

بر اساس جداول ۱-۳ آلودگی به فلزات سنگین کادمیوم و سرب در ماهیان قزل‌آلای استخرهای پرورشی نمونه‌برداری شده ناحیه تالش استان گیلان در مقایسه با سازمان خواروبار کشاورزی، غذا و دارو و سازمان دامپزشکی ایران زیر حد مجاز بود. در استخرهای مورد مطالعه مقدار فلز کادمیوم در مقایسه با فلز سرب کاهش نشان داد ($P < 0/05$). در این استخرها فلزات سرب و کادمیوم در گروه‌های سنی زیر ۳۰۰ گرم و ۹۰۰-۷۰۰ گرم تفاوت معنی‌دار نشان ندادند ($P > 0/05$).

تاکنون در مورد تأثیر سختی آب روی جذب فلزات سنگین به بدن آبزیان تحقیق نشده است.

این تحقیق باهدف بررسی میزان تجمع فلزات سنگین (سرب، کادمیوم) در بافت خوراکی عضله ماهیان سرد آبی (قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورشی) تالش گیلان (*Oncorhynchus mykiss*)، مقایسه میزان تجمع فلزات سنگین سرب و کادمیوم در گوشت خوراکی عضله ماهی قزل‌آلای پرورشی جنس‌های نر و ماده ناحیه تالش و میزان تجمع این فلزات در مقایسه با سازمان خواروبار کشاورزی، غذا و دارو و سازمان دامپزشکی ایران انجام شد.

روش کار

برای اجرای این پروژه شش گروه شامل ماهیان قزل‌آلای پرورشی در محدوده‌های وزنی بزرگ (۹۰۰-۷۰۰ گرم) و کوچک (زیر ۳۰۰ گرم) از سه استخر متفاوت در نظر گرفته شد. نمونه‌برداری در فصل پائیز سال ۱۳۹۳ به تعداد ۱۵ عدد از هر تیمار در سه استخر انجام شد. ماهی بعد از خرید به‌صورت زنده از استخرهای پرورش ماهی به خط تولید بخش فرآوری آبزیان انتقال داده شد. برای آماده‌سازی نمونه ماهیان پوست‌گیری شدند و استخوان‌ها جداسازی شد. گوشت بدون استخوان ماهی قزل‌آلای جهت انجام آنالیز فلزات سنگین سرب و کادمیوم جمع‌آوری شد. هضم شیمیایی بافت جداسازی شده با روش هضم تر و مخلوط اسید (اسید نیتریک/ اسید پرکلریک) انجام گرفت. مقادیر فلزات سنگین سرب و کادمیوم با استفاده از دستگاه طیف‌سنجی جذب اتمی نوری با کوره گرافیتی اندازه‌گیری شد (استاندارد ملی ایران شماره ۹۲۶۶ ۱۳۸۶، انجمن رسمی تحلیل شیمی شماره ۹۳۷/۰۷ ۲۰۰۰).

ماهیان از حیث جنسیت، سن و بیومتری نیز مورد بررسی قرار گرفتند. جنسیت ماهی با استفاده از روش بیس واس تعیین شد. تعیین سن ماهی به روش شمارش فلس انجام شد (پرافکنده ۱۳۸۷). بیومتری ماهیان شامل اندازه‌گیری طول و وزن با استفاده از روش بیسواس واس. پی تعیین شد. آب استخرهای پرورش نمونه‌برداری شده برای تعیین سختی کل به روش تیتراسیون به‌وسیله کیت پی‌اچ

جدول ۱ - نتایج غلظت کادمیوم و سرب در ماهیان قزل‌آلای پرورشی ۹۰۰-۷۰۰ و زیر ۳۰۰ گرم ناحیه تالش (استخر A)

Table 1- Results of Lead and Cadmium of the cultured trout (700 -900 and 300 <grams)in the Talesh area (Pond A)

Cadmium (mg/kg)		Lead (mg/kg)		Sex		Age (month)		Lengh(cm)		Weight (g)		Index
300>	700-900	300>	700-900	300>	700-900	300>	700-900	300>	700-900	300>	700-900	Weight
												وزن ردیف Rows
0.01	0.01	<0.02	0.19	Female	Female	12	30	28.7	39.7	260	750	1
<0.01	<0.01	<0.02	0.21	Male	Male	12	36	28.1	40.9	250	823	2
<0.01	<0.01	<0.02	0.03	Female	Female	9	36	25.9	42.5	195	870	3
<0.01	<0.01	<0.02	0.2	Female	Female	9	36	25.9	43	198	895	4
<0.01	<0.01	<0.02	0.2	Male	Male	9	36	26.5	43	215	900	5
<0.01	<0.01	0.03	0.1	Female	Female	9	30	27	39.5	223	745	6
<0.01	<0.01	0.03	0.15	Male	Male	12	30	27.5	40.8	246	780	7
<0.01	<0.01	0.03	0.2	Female	Female	12	36	29.2	41.5	270	854	8
<0.01	<0.01	0.04	0.05	Male	Male	12	36	27	43	229	897	9
<0.01	<0.01	<0.02	0.01	Female	Female	12	36	30.1	41	285	832	10
<0.01	<0.01	<0.02	<0.02	Male	Male	12	36	29.3	41.9	276	863	11
<0.01	<0.01	0.1	0.02	Female	Female	12	30	30.3	40.6	298	795	12
<0.01	<0.01	0.1	0.2	Female	Female	12	36	27.8	41.9	249	865	13
<0.01	<0.01	0.13	0.11	Female	Female	12	36	28	41	256	839	14
<0.01	<0.01	0.02>	0.09	Male	Male	12	36	29.2	40.6	271	812	15

در گروه وزنی زیر ۳۰۰ گرم بین فاکتورهای وزن، طول و سن با سرب همبستگی مثبت غیرمعنی دار بود. در این گروه بین وزن و طول با کادمیوم همبستگی مثبت، سن با کادمیوم همبستگی منفی معنی دار مشاهده نشد ($P > 0.05$). در گروه وزنی ۷۰۰-۹۰۰ گرم بین فاکتور طول، وزن و سن با سرب همبستگی مثبت غیرمعنی دار بود ($P > 0.05$). در این گروه بین فاکتور طول، وزن و سن با کادمیوم همبستگی منفی و تفاوت معنی دار در همبستگی مشاهده نشد ($P > 0.05$). بین تجمع فلزات کادمیوم و سرب با جنسیت ارتباط وجود نداشت.

جدول ۲ - نتایج غلظت کادمیوم و سرب در ماهیان قزل‌آلای پرورشی ۹۰۰-۷۰۰ و زیر ۳۰۰ گرم ناحیه تالش (استخر B)

Table 2- Results of Lead and Cadmium of the cultured trout (700 -900 and 300 <grams) in the Talesh area (Pond B)

Cadmium (mg/kg)		Lead (mg/kg)		Sex جنس		Age (month) سن (ماه)		Length(cm) طول (سانتی‌متر)		Weight (g) وزن		Index ایندکس
700-900	>300	700-900	>300	700-900	وزن Weight	>300	700-900	>300	700-900	>300	700-900	وزن Weight
Rows ردیف												
<0.01	<0.01	0.2	0.02	Male	Male	6	12	28	38	285	789	1
<0.01	<0.01	0.06	0.04	Female	Female	6	15	27.5	38.5	300	800	2
<0.01	<0.01	0.19	0.14	Female	Female	6	12	28	38	295	795	3
<0.01	<0.01	0.1	0.1	Male	Male	6	15	27.5	41.5	250	850	4
<0.01	<0.01	<0.02	<0.02	Female	Female	6	15	28.5	42.5	300	900	5
<0.01	<0.01	0.04	0.05	Female	Female	6	15	29.8	30.8	300	810	6
<0.01	<0.01	0.02	0.06	Female	Female	6	12	27	38.1	275	775	7
<0.01	<0.01	<0.02	<0.02	Female	Female	6	15	28.8	42	290	890	8
<0.01	<0.01	0.67	0.04	Female	Female	6	15	29.2	41.8	275	875	9
<0.01	<0.01	0.026	0.2	Female	Female	6	15	27	41.2	245	845	10
<0.01	<0.01	0.05	0.01	Female	Female	6	12	26.5	36.6	220	720	11
<0.01	<0.01	<0.02	0.01	Female	Female	6	12	26.7	36.9	250	750	12
<0.01	<0.01	<0.02	0.06	Male	Male	6	15	27	41.5	265	865	13
<0.01	<0.01	<0.02	<0.02	Male	Male	6	15	28.5	38.5	300	810	14
<0.01	<0.01	<0.02	0.25	Male	Male	6	15	29	41	275	875	15

در گروه وزنی زیر ۳۰۰ گرم بین فاکتور طول، وزن و سن با سرب و کادمیوم همبستگی مثبت معنی‌دار مشاهده نشد ($P > 0.05$). در گروه وزنی ۷۰۰-۹۰۰ گرم بین فاکتور طول و وزن با سرب همبستگی منفی غیرمعنی‌دار بود ($P < 0.05$). بین فاکتور سن با سرب همبستگی منفی معنی‌دار مشاهده شد ($P < 0.05$). بین فاکتور طول با کادمیوم همبستگی مثبت غیرمعنی‌دار بود ($P > 0.05$). بین فاکتورهای وزن با کادمیوم همبستگی منفی غیرمعنی‌دار بود. بین تجمع فلزات کادمیوم و سرب با جنسیت ارتباط وجود نداشت.

جدول ۲ - نتایج غلظت کادمیوم و سرب در ماهیان قزل‌آلای پرورشی ۹۰۰-۷۰۰ و زیر ۳۰۰ گرم ناحیه تالش (استخر C)

Table3- Results of Lead and Cadmium of the cultured trout (700 -900 and 300 <grams) in the Talesh area (Pond C)

Cadmium (mg/kg)		Lead (mg/kg)		جنس Sex		سن (ماه) Age (month)		طول (سانتی‌متر) Lengh(cm)		وزن Weight (g)		ایندکس وزن وزن
700-900	>300	700-900	>300	700-900	وزن Weight	>300	700-900	>300	700-900	>300	700-900	وزن وزن وزن
ردیف Rows												
<0.01	<0.01	0.1	0.2	Female	Female	5	24	26	37.9	160	800	1
<0.01	<0.01	<0.02	0.2	Female	Female	۰	24	26	38.4	180	820	2
<0.01	<0.01	0.03	0.05	Male	Female	۰	18	26	38	160	705	3
<0.01	<0.01	0.05	0.01	Female	Female	۰	24	27	39	195	870	4
<0.01	<0.01	0.09	0.08	Male	Female	۰	18	26	38	170	715	5
<0.01	<0.01	<0.02	0.03	Female	Female	۰	18	26	37	180	715	6
<0.01	<0.01	<0.02	0.04	Male	Female	۰	24	26	38	170	805	7
<0.01	<0.01	0.09	0.07	Female	Female	۰	18	27	37	215	755	8
<0.01	<0.01	<0.02	0.01	Male	Female	۰	12	25	37	160	710	9
<0.01	<0.01	<0.02	0.19	Male	Female	۰	18	26	37	190	700	10
<0.01	<0.01	0.08	0.1	Female	Female	۰	18	26.9	35	235	790	11
<0.01	<0.01	0.08	0.2	Male	Female	۰	18	27.1	39	218	765	12
<0.01	<0.01	0.11	<0.02	Male	Female	۰	12	28.5	37.3	296	700	13
<0.01	<0.01	0.04	0.1	Male	Female	۰	18	28.5	38.8	285	760	14
<0.01	<0.01	0.03	<0.02	Female	Female	۰	24	28.3	38.6	263	805	15

در گروه وزنی زیر ۳۰۰ گرم بین فاکتور طول، وزن و سن با سرب همبستگی منفی معنی‌دار مشاهده شد ($P < 0.05$). بین فاکتور طول و وزن با کادمیوم همبستگی منفی معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). بین فاکتور سن با کادمیوم همبستگی مثبت معنی‌دار مشاهده نشد ($P > 0.05$). در گروه وزنی ۷۰۰-۹۰۰ گرم بین فاکتورهای طول و سن با سرب همبستگی منفی معنی‌دار مشاهده شد ($P < 0.05$). بین فاکتور وزن با سرب همبستگی منفی معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). بین فاکتورهای طول و وزن با کادمیوم همبستگی منفی معنی‌دار مشاهده شد ($P < 0.05$). بین فاکتور سن با کادمیوم همبستگی منفی معنی‌دار مشاهده نشد ($P > 0.05$). بین تجمع فلزات کادمیوم و سرب با جنسیت ارتباط وجود نداشت.

جدول ۴ - بررسی کیفیت آب استخرهای پرورشی ماهیان قزل‌آلای پرورشی ناحیه تالش

Table 4- Investigation of water quality in farmed ponds of trout fish in Talesh region

Talesh تالش			ناحیه نمونه برداری Sampling Area
Pool استخر C	Pool استخر B	Pool استخر A	استخر Pool
			فاکتور Factor
7.5	7	7	pH پی‌اچ
153.90	85.50	85.50	Total hardness سختی کل (mg/L)
16	15	16	Temperature دما (°C)

در این ناحیه استخرهای A و B از آب‌های با سختی متوسط و استخر C دارای آب سخت هست. در این فاکتور استخرهای A و B تفاوت معنی‌دار نداشتند ($P > 0.05$). اما، بین این استخرها و استخر C تفاوت معنی‌دار مشاهده شد ($P < 0.05$). پی‌اچ آب استخرهای مورد مطالعه در محدوده خنثی بود. در این فاکتور آب استخرهای مورد مطالعه تفاوت معنی‌دار نشان نداد ($P > 0.05$).

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس جداول ۱-۳ آلودگی به فلزات سنگین سرب و کادمیوم در ماهیان قزل‌آلای پرورشی زیر محدوده مجاز اعلام شده توسط سازمان‌های ملی و بین‌المللی بود. نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق با نتایج به‌دست‌آمده توسط صادقی راد (۱۳۸۴)، عسگری و همکاران (۱۳۸۵)، بندانی و همکاران (۱۳۸۷)، ابراهیمی سیریزی (۱۳۹۱) در مورد فلز سرب، بناگر (۱۳۹۴)، نکوئی فرد (۱۳۹۴)، طبری و همکاران (۲۰۱۰) و کن (۲۰۱۲) مطابقت دارد. نتایج به‌دست‌آمده با نتایج به‌دست‌آمده توسط امینی رنجبر و ستوده نیا (۱۳۸۴)، حسن‌پور (۱۳۹۳)، ابراهیمی سیری‌ای (۱۳۹۱) در مورد فلز کادمیوم، اوزترک و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت ندارد. تفاوت در نتایج به‌دست‌آمده به دلیل تفاوت در شرایط فیزیولوژیکی استخرهای مورد مطالعه، فصول نمونه‌برداری شده و گونه ماهی بود. تجمع فلزات سنگین سبب مسمومیت در ماهی و انسان می‌گردد. از بین این عناصر اهمیت فلزات سنگین سرب و کادمیوم از حیث بروز تلفات در ماهیان بیش از سایر

عناصر است. و به‌عنوان تهدیدکننده اصلی برای جانوران آبی مطرح هستند. همچنین این عناصر برای متابولیسم بدن مورد نیاز نبوده و حتی مقدار کم آن‌ها برای بدن مضر است (باراک و ماسون ۱۹۹۰). این عناصر به‌راحتی توسط عوامل محیطی مانند آب‌های روان سطحی و آب‌های زیرزمینی تحت تأثیر قرار می‌گیرند. فلزات سنگین از شایع‌ترین آلاینده‌های زیست‌محیطی مطرح بوده، و وجود آن‌ها در آب و موجودات زنده نشان‌دهنده بیانگر آلودگی آن‌ها از طریق طبیعی، انسان، هوازگی شیمیایی، مواد معدنی، گازهای خروجی حاوی سرب از وسایل نقلیه حاوی تترااتیل سرب، احتراق بنزین و انتشار آن در هوا و رسوب سرب روی خاک و حمل و جابجایی رسوبات حاوی سرب به‌وسیله آب باران و رودخانه‌ها به آب‌های سطحی، منابع جوی، تولید باتری، لجن فاضلاب، خاک و پوسته زمین، باران‌ها و شستشوی مداوم آلودگی از سایر نواحی و ورود آن به آب‌های سطحی می‌باشد. بنابراین آلودگی آب به فلزات سنگین امری ثانوی بوده و به‌عنوان یکی از مشکلات اساسی تهدیدکننده سلامت عمومی و آبریزان مطرح می‌باشد. و با توجه به این‌که آب تغذیه‌کننده استخرهای پرورش ماهیان قزل‌آلای از آب‌های سطحی (رودخانه یا چشمه) تأمین می‌شود که با سطح پوسته زمین و خاک در تماس می‌باشد، بنابراین این فلزات به‌آسانی می‌توانند سبب آلودگی ماهی‌های قزل‌آلای پرورشی شوند (مکویسین و همکاران ۲۰۰۲). اما همان‌طوری که نتایج نشان داد تجمع فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت خوراکی این ماهی زیر حد استاندارد می‌باشد. که می‌توان آن را با دلایل مختلفی

مانند پوشش گیاهی نواحی مزارع پرورشی مورد مطالعه توجیه کرد. با توجه به این‌که درخت‌ها و گیاهان قادر هستند اشکال آزاد یا محلول در خاک فلزات سنگین را توسط ریشه‌ها جذب نمایند (بلی لاک و هانگ ۲۰۰۰) امکان شسته شدن این فلزات توسط باران و ورود آن‌ها به آب‌های سطحی و بالطبع تماس با ماهی کاهش می‌یابد. نیازهای اکولوژیکی، غذای مورد استفاده، فصل مورد مطالعه، کاهش غلظت فلزات در محیط‌های آبی در فصل پائیز، کاهش دما (باناساوی و همکاران ۲۰۰۹) و بالطبع کاهش فرآیندهای تخمیر ناشی از تجزیه مواد آلی و کاهش متابولیسم از سایر فاکتورهای مؤثر بر کاهش تجمع فلزات در بافت ماهی می‌باشد (چوبا و همکاران ۲۰۰۷). جذب فلزات مختلف به مقادیر متفاوت توسط بافت‌های جانوران و همچنین مکان اصلی تجمع فلزات سنگین در بدن آبزیان می‌توانند به‌عنوان یکی دیگر از عوامل مؤثر بر کاهش فلزات سرب و کادمیوم در بافت خوراکی قزل‌آلا مطرح شوند (ایبراهیم ۲۰۰۷). در مورد سرب این مکان در استخوان‌های ماهی و در مورد کادمیوم اندام‌هایی مثل کلیه و کبد ماهی بوده و مقدار آن در بخش خوردنی ماهی (عضله ماهی) به‌طور کلی پائین است و همان‌طور که نتایج نشان داد ماهیچه یک بافت فعال در تجمع فلزات سنگین نیست. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده مقدار جزئی سرب در بافت خوراکی ماهی قزل‌آلا مشاهده شد که تحت تأثیر تجمع سرب علاوه بر استخوان‌ها دریافت‌های پرتحرک آبزیان بوده (آندرجی ۲۰۰۵) و جذب آن از طریق آب‌شش سبب ورود و ذخیره جزئی آن در بافت ماهیچه‌ای ماهی قزل‌آلا شد. با توجه به جذب قسمت عمده سرب در بدن آبزیان از طریق آب و جذب ناچیز آن از طریق غذا (سبحان ارداکانی و همکاران ۲۰۱۲) و عدم تأثیر افزایش مقدار غذا و سن برافزایش مقدار سرب در ماهیان می‌توان گفت که نقش تغذیه در ذخیره جزئی سرب در بدن آبزیان اهمیت چندانی نداشته و این عنصر صرفاً از طریق آب آلوده و عبور از آب‌شش جذب بدن آبزیان شده و تجمع یافته است. همچنین پوست ماهی قزل‌آلا حاوی ماده موکوسی فراوان بوده و مانع اتصال فلزات به پوست و نفوذ آن به بافت خوراکی ماهی می‌شود. بالاینکه ماهی قزل‌آلا در

گروه ماهیان گوشت‌خوار، شکارچی و فرصت‌طلب قرار داشته و تمایل این ماهیان به تجمع فلزات سنگین در بافت بالا بوده اما لایه موکوسی روی پوست این ماهیان به‌عنوان مانعی برای جلوگیری از تجمع فلز سنگین روی پوست و انتقال آن از طریق ویژگی شکار می‌شود. اما، همان‌طوری که نتایج نشان داد حذف کامل فلزات سنگین از این طریق غیرممکن بوده و با توجه به تجمع جزئی فلزات در بافت خوراکی ماهی می‌توان این را عامل به‌عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار بر ورود فلزات سنگین به بافت ماهی دانست (کوجون و همکاران ۲۰۰۶). علاوه بر موارد فوق کاهش غلظت فلزات سنگین در ماهیان طی فصل پائیز ممکن است به دلیل تغییر وزن بافت چربی زیرپوست در این فصل بوده و حتی اهمیت این فاکتور در مقایسه با سایر عوامل بیشتر می‌باشد. از سایر عوامل می‌توان به وابسته نبودن سرب برای جذب توسط آبزیان با فلزات دیگر و ارتباط مستقیم جذب آن با دمای آب سطحی یا دمای هوا اشاره کرد. علاوه بر این، وجود هم-زمان چند فلز در کنار هم بالاخص در مورد کادمیوم و ترکیب مواد معدنی، مواد آلی و اکسید آهن آبدار در دسترس قرار گرفتن فلزات سنگین آب را از طریق تثبیت این فلزات کاهش می‌دهند. از سایر عوامل تأثیرگذار بر دسترس بودن این فلزات در آب می‌توان دانسیته و نوع کلونیدهای خاک را نام برد. ناحیه سطح نسبی خاک، نواحی سطحی اختصاصی و بزرگ که به‌وسیله کلونیدهای خاک ارائه می‌شود (راسکین و همکاران ۱۹۹۴، چیبایک و اوبیورا ۲۰۱۴) نیز به کنترل غلظت فلزات سنگین آب کمک می‌کند (علی و عبدل ستا ۲۰۰۵، متودس، ۲۰۱۴). احتمالاً فعالیت‌های میکروبی نیز در دسترس بودن این فلزات را تحت تأثیر قرار می‌دهند. از فعالیت‌های میکروبی مؤثر بر غلظت فلزات سنگین خاک به فعالیت باکتری‌هایی مانند *Enterobacter cloacae* و *Pseudomonas putida* می‌توان اشاره کرد. این باکتری‌ها سبب تبدیل سولفات به سولفات هیدروژن شده که این ترکیب با فلزات سنگین مانند کادمیوم واکنش داده تا اشکال غیر محلول این فلز سنگین تولیدشده و از دسترس جانوران آبی خارج‌شده و سبب آلودگی آن‌ها

اولاس و همکاران ۲۰۰۴)، غلظت فلزات و پتانسیل اکسید احیاء محیط رودخانه کنترل می‌شود.

بر اساس جدول ۴ پی‌اچ آب استخرهای مورد مطالعه در محدوده خنثی بود. در تحقیقات انجام‌شده توسط سایر محققین به تأثیر این فاکتور روی جذب فلزات سنگین در بدن آبزیان اشاره نشده بود. بر اساس این جدول و جداول ۱-۳ می‌توان گفت که پی‌اچ هفت آب استخرهای پرورش مورد مطالعه برای فلزات سنگین سرب و کادمیوم نقطه انفصال بوده و بالطبع سبب کاهش حلالیت این عناصر و غلظت آن‌ها در آب شد. در این نقطه فلز کادمیوم دارای غلظتی برابر با ۰/۰۲۴ و فلز سرب دارای غلظتی برابر با ۰/۰۳۹ است (مارکوز و همکاران ۲۰۰۹، لوین ۲۰۱۵). در این پی‌اچ عناصر سنگین در واکنش با ترکیبات خاک مانند یون‌های جذب‌شده روی سطح جامدات غیر آلی، ترکیبات فلزی غیر آلی غیر محلول مانند کربنات‌ها و فسفات‌ها، ترکیبات فلزی محلول یا یون‌های فلزی آزاد در خاک، کمپلکس‌های فلز مواد آلی و فلزات چسبیده به سیلیکات‌های معدنی بوده و سبب آلودگی خاک به فلزات سنگین را فراهم می‌کنند و در مقایسه با اشکال آزاد فلزات سنگین قادر به آلودگی آب و آلوده کردن جانداران آبزی نیستند (شن و همکاران ۲۰۰۲). همچنین دوره باران شدید سبب افزایش پی‌اچ و بالطبع رسوب و کنترل فلزات در آب‌های سطحی می‌شود (کوکس ۱۹۸۲، حسین و همکاران ۲۰۰۶).

بر اساس جداول ۱-۳ تجمع فلزات کادمیوم و سرب بین جنس‌های نر و ماده تفاوت معنی‌دار نشان نداد. نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق در مورد ارتباط کادمیوم با جنسیت با نتایج به‌دست‌آمده توسط امینی رنجبر و ستوده نیا در سال ۱۳۸۴ مطابقت دارد. اما نتایج به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری تجمع سرب با جنسیت با نتایج به‌دست‌آمده توسط لیندی در سال ۱۹۹۰ مطابقت ندارد که تحت تأثیر تفاوت در شرایط فیزیولوژیکی آب استخرهای پرورشی مورد مطالعه مانند سختی و تأثیر آن بر جذب این فلز توسط ماهی قزل‌آلای می‌باشد.

بر اساس جدول ۴ سختی آب در استخرهای نمونه‌برداری شده تفاوت معنی‌دار نشان داد. در مورد تأثیر سختی آب روی جذب فلزات سنگین به آبزیان

نگردد (وایت و همکاران ۱۹۹۸، اسمجکالووا و همکاران ۲۰۰۰، فریدلوا ۲۰۱۰). از سایر عوامل فتوسنتز گیاهان، کاهش رشد گیاهان در فصل پائیز، مردن گیاهان و بالطبع آزاد شدن مواد نیازمند به اکسیژن برای تجزیه و انباشته شدن عناصر کمیاب در مکان‌های تجمع یافته از فیتوپلانکتون و عدم انحلال آن‌ها در آب قابل‌ذکر هستند (مگنوسون و همکاران ۲۰۰۱، وینیز و همکاران ۲۰۰۹).

با توجه به جدول ۴ دمای آب در استخرهای نمونه‌برداری شده تفاوت معنی‌دار نداشت. نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق با نتایج به‌دست‌آمده توسط دراگ کوزاک در سال ۲۰۱۱ مغایرت دارد. تفاوت در نتایج به‌دست‌آمده به دلیل تفاوت در شرایط فیزیولوژیکی استخرهای مورد مطالعه و فصول نمونه‌برداری شده بود. همچنین بر اساس این جدول و جداول ۱-۳ می‌توان گفت که دمای آب این استخرها به دلیل تأثیر آن بر متابولیسم آبزیان برای ورود فلزات به بدن ماهی مناسب نمی‌باشد (کانلی و آتلی ۲۰۰۲، احمد و هوصم ۲۰۱۳). تغییر درجه حرارت آب رودخانه در فصل پائیز (زیچنگ و همکاران ۲۰۰۶) ممکن است به طور غیرمستقیم تنوع فلزات مورد مطالعه را از طریق فعالیت بیولوژیکی مانند کاهش فیتوپلانکتون (پاپافیلیاکی و همکاران ۲۰۰۶) و یا به دلیل کاهش احتمالی اکسیژن محلول مرتبط به کاهش بالقوه پتانسیل ردوکس رودخانه تحت تأثیر قرار دهد. علاوه بر موارد فوق دوره کاهش دما سبب جلوگیری از تبخیر آب و رقت آلاینده‌های موجود در آب می‌شود.

بر اساس وجود فلزات سنگین در آب‌های سطحی در اشکال کلونیدی، ذرات و حل‌شده و همچنین تأثیر ترکیب بستر رسوب، رسوبات معلق، و شیمی آب بر رفتار فلزات در آب‌های طبیعی می‌توان تغییرات فلزات سنگین در طی انتقال مانند انحلال، ته‌نشینی، جذب سطحی و تشکیل کمپلکس با ترکیبات آب یا خاک (آکی و همکاران ۲۰۰۳) بر ورود آن به بدن آبزیان مؤثر دانست. همچنین رسوب یا حلالیت فلزات کمیاب در آب‌های سطحی درجه حرارت آب (شیمامورا و ایواشیتا ۲۰۰۳)، افزایش جریان رودخانه و بالطبع کاهش رقت آلاینده تحت تأثیر مخلوط شدن آب غیر آلوده و آب روان به دلیل باران‌های شدید فصل پائیز (نیل و همکاران ۲۰۰۰، شیمامورا و ایواشیتا ۲۰۰۳،

شده در تحقیق حاضر و نیز تحقیقات انجام شده توسط سایر محققین را می‌توان با استفاده از تفاوت در عادات غذایی، زیستگاهی و شرایط فیزیولوژیکی آب استخرهای پرورشی توجیه کرد.

بین وزن‌ها، طول‌ها و سنین مختلف ماهی قزل‌آلا در استخرهای مورد مطالعه تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. تفاوت غیرمعنی‌دار در مقادیر فلزات سنگین در وزن‌ها، طول‌ها و سنین مختلف ماهی قزل‌آلا را می‌توان به دلیل نمونه‌برداری بعد از سپری شدن دوره گرما و نقش کاهش دمای آب بر کاهش تجمع کادمیوم در کبد و کلیه دانست. عدم جذب فلزات از طریق غذا و ته‌نشینی این فلزات در آب نیز از سایر عوامل مؤثر هستند. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق با نتایج به‌دست آمده توسط دراگ کوزاک در سال ۲۰۱۱ مطابقت دارد (بالدیسروتو و همکاران ۲۰۰۶، باراک و ماسون ۱۹۹۰).

نتیجه گیری نهایی

بر اساس نتایج به‌دست آمده و کاهش تجمع فلزات سنگین در مقایسه با حد مجاز اعلام شده توسط استانداردهای بین‌المللی ماهیان قزل‌آلای پرورشی نواحی تالش و رودسر استان گیلان از حیث آلودگی به فلزات سنگین سرب و کادمیوم و بهداشت مواد غذایی برای مصارف انسانی در فصل پائیز مناسب بوده و مصرف آن فاقد عوارض جانبی برای انسان است.

تاکنون تحقیق نشده است. همچنین بر اساس جداول ۱ - ۳ در ماهیان نمونه‌برداری شده مقادیر کادمیوم در مقایسه با سرب کاهش نشان داد. با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان استنباط کرد که آب‌های با سختی متوسط و سخت سبب ته‌نشینی فلزات کمیاب بالاخص کادمیوم شده، و با توجه به عمق زی نبودن ماهی قزل‌آلا جذب فلزات سنگین توسط این ماهی کاهش یافته و این آب‌ها برای نفوذ کادمیوم به بدن ماهی قزل‌آلا مناسب نیستند.

بر اساس جداول ۱ - ۳ بین سن با مقادیر فلزات سنگین سرب و کادمیوم تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق با نتایج به‌دست آمده توسط دراگ کوزاک در سال ۲۰۱۱ مغایرت دارد. تفاوت مشاهده شده احتمالاً به دلیل تفاوت در شرایط استخرها و فصول مورد مطالعه بود.

همبستگی بین فاکتورهای طول، وزن و سن با مقادیر کادمیوم و سرب در بعضی از استخرهای نمونه‌برداری شده مثبت و در بعضی از نواحی منفی بود. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق با نتایج به‌دست آمده توسط ابراهیمی سیریزی در سال ۱۳۹۱، کانلی و آتلی در سال ۲۰۰۳، لاکزینسکا و بروکا در سال ۲۰۰۵، نجم و همکاران در سال ۲۰۱۴ و آلن گبل و مارتینو در سال ۱۹۹۵ مطابقت دارد. تفاوت در همبستگی بین غلظت‌های فلزات سنگین سرب و کادمیوم با فاکتورهای سن، سایز و طول ماهیان قزل‌آلای استخرها و نواحی مختلف نمونه‌برداری

منابع مورد استفاده

- Agbozu IE and Ekweozor IKEU, 2001. Heavy metals in a notional freshwater swamp in the Niger Delta areas of Nigeria. *African Journal Science* 2: 1 75-1 82.
- Ahmed THAI and Hossam MOU, 2013. Seasonal variation of heavy metals accumulation in muscles of the African Catfish *Clarias gariepinus* and in river Nile water and sediments at Assiut governorate, Egypt. *Journal of Biology and Earth Sciences* 3: B236-B248
- Akçay H, Oğuz A and Karapire C. 2003. Study of heavy metal pollution and speciation in Buyak Menderes and Gediz river sediments, *Water Research* 37: 813-822.
- Allen-Gill SM and Martynov VGU, 1995. Heavy metal burdens in nine species of freshwater and Anadromous fish from the Pechora River. *Northern Russia science Total Environmental* 160/161:653-659.
- Ali M and Abdel-Satar A. 2005. Studies of some heavy metals in water, sediment, fish and fish diets in some fish farms in El-Fayoum province. *Egypt Journal Aquatic Research* 31: 261 -273

- Amini Ranjbar Gh. and Sotoudeh N, 2005. Accumulation of heavy metals in the muscle tissue of the Caspian tufts in relation to some. Biometric Specifications (Standard Length, Weight, Age, and Gender), Iranian Journal of Fisheries Journal 3: 1-18.
- Andreji J, Stranai I, Massanyi P and Valent M, 2005. Concentration of selected metals in muscle of various fish species, environment science health. A Toxic Hazardous Substances Environmental Engineering 40: 899-912.
- AOAC Official Method 937.07, 2000. Fish and marine products treatment and preparation of sample. AOAC International.
- Askari Sari A., 2009. Study of heavy elements (mercury, cadmium and lead) in native fish of *Barbus grypus* and *Liza abu* catching of Karoon and Karkheh rivers in winter. Scientific Journal of Marine Biology 2: 95-107.
- Bahnasawy M, Khidr A and Dheina N, 2009. Seasonal variations of heavy metals concentrations in Mullet, *Mugilcephalus* and *Liza ramada* (Mugilidae) from lake Manzala, Egypt. Journal Applied Science Research 5:845-852.
- Baldisserotto, B., Chowdhury, M. J and Wood, C. M. 2005. Effects of dietary calcium and cadmium on cadmium accumulation, calcium and cadmium uptake from the water, and their interactions in juvenile rainbow trout. Aquaculture Toxicology 72: 99–117.
- Barak NAF and Mason CF. 1990. Mercury, Cadmium and Lead in eels and roach the effects of size, season and locality on metal concentrations in flesh and liver. Science Total Environment 92: 249-256.
- Blaylock MJ and Huang JW. 2000. Phytoextraction of metals, in Phytoremediation of Toxic Metals: Using Plants to Clean up the Environment, I. Raskin and B. D. Ensley, Eds., pp. 53–70, Wiley, New York, NY, USA.
- Banagar Gh, Alipour H, Hassanpourm and Golmohammadi, 2016. Evaluation of the Cadmium and Pb Carbon Danger of Human Health in the Golden Male and Male Paleozoic Muscle in Khalich Gorgan. Journal of the Eco-Biology of the Lagoon, Islamic Azad University, Ahvaz Branch 24: 22-42.
- Bandani Gh, Shokrzadeh M., Rostami H., Yaghighi S., Babayi M., Bagheri A, and Soheil H., 2008. Study on the comparison and comparison of heavy metals in sediments, water and fish in the southern margin of the Caspian Sea in Golestan province, Environment of Golestan Province Pages 12 - 92.
- Bise WAS, 1993. Manual handling in fish biology (translation), Fisheries Research Center of Guilan Province.
- Can E, Yabanli M, Kehayias G, Aksu Ö, Kocabaş M, Demir V, Kayim M, Kutluyer F and Şeker S, 2012. Determination of bioaccumulation of heavy metals and Selenium in tissues of Brown Trout (*Salmo trutt*) a macrostigma (Duméril, 1858) from Munzur stream, Tunceli, Turkey. Bulletin Environmental Contamination Toxicology 89:1186-9.
- Canli M and Atli G, 2002. The relationship between heavy metals (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Journal of Environmental Pollution 121: 129-136.
- Chibuike GU and Obiora SC, 2014. Heavy metal polluted soils: effect on plants and bioremediation methods. Applied and Environmental Soil Science 2014: 1 – 12.
- Chouba L, Kraiem MWN, Tissaoui C, Thompson JR and Flower RJ, 2007. Seasonal variation of heavy metals (Cd, Pb and Hg) in sediments and in Mullet, *Mugilcephalus* (Mugilidae), from the Ghar El Melh lagoon (Tunisia). Transitional Waters Bulletin 4: 45-52.
- Cowx IG, 1982. Concentrations of heavy metals in the tissues of Trout (*SalmoTrutta*) and char *salvelinus alpinus* from two lakes North Wales. Environmental pollution 29:101 -110.

- Cogun HY, Yuzereroglu TA, Firat O, Gok G and Kargin F. 2006. Metal concentrations in fish species from the northeast Mediterranean Sea. *Environmental Monitoring Assess.* 121:431- 438.
- Derinola O J, Clarke EO, Olarinmoye OM, Kusemiju V and Anatekhai MA, 2012. Heavy metals in surface water, sediments, fish and perwinkles of Lagos Lagoon American-Eurasian. *Journal Agriculture Environment Science* 5: 609-617.
- Drag – Kozak E, Euszczyk E and Popek W, 2011. Heavy metals in some tissues and organs of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fish species in relation to age and season. *Ochrona Środowisk Izsobow Natural* 48: 161-169.
- Ebrahimi Sirizi Z, Sakizadeh M, Esmaili Sari A, Bahramifar N, Ghasempouri S M, Abbasi K. 2012. Survey of Heavy Metals (Cd, Pb, Cu and Zn) Contamination in Muscle tissue of *Esox lucius* from Anzali International Wetland: Accumulation and Risk Assessment. *Journal Mazandaran University Medicine Science* 22:57-63
- Friedlová M, 2010. The influence of heavy metals on soil biological and chemical properties. *Soil and Water Research* 5: 21–27.
- Hassanpour M, Rajaei G, SinkaKarimi M, Ferdosian F, Maghsoudloorad R. 2014. Determination of Heavy Metals (Pb, Cd, Zn and Cu) in Caspian kutum (*Rutilus frisii kutum*) from Miankaleh International Wetland and Human Health Risk. *Journal Mazandaran University Medicine Science* 24:163-170.
- Hussein MA, Obuid-Allah AH, Mohammad AH, Scott-Fordsmand JJ and Abd El- Wakeil KF, 2006. Seasonal variation in heavy metal accumulation in subtropical population of the terrestrial isopod, *porcellio laevis*. *Ecotoxicology And Environment Safety* 63:168-74.
- Ibrahim AT, 2007. Distribution patterns of some heavy metals and pollution induced changes in some organs of three Nile fish species from Assiut, Egypt. Assiut University, Egypt.
- Iranian National Standard No. 9266. 2007. Determination of Lead, Cadmium, Copper, Iron and Zinc by Atomic Absorption Spectroscopy, Iranian Industrial Research Institute.
- Iranian National Standard No. 12564, 2009. Water quality. Fish sampling methods, Industrial Research Institute of Iran.
- Iwashita M and Shimamura T, 2003. Long-term variations in dissolved trace elements in the Sagami river and its tributaries (upstream area), Japan, *The Science of the Total Environment* 312: 167–179.
- Kumar B and Mukherjee P. 2011. Bioaccumulation of heavy metals in muscle tissue of fishes from selected aquaculture ponds in east Kolkata wetlands. *Annals of Biological Research* 2: 125 – 134.
- Levine M, 2015. Effect of pH on heavy metal concentration. U-Mate International Inc.
- Linde AR, Sanchez- Galan S, Klein D, Garcia – Vazquez and Summer KH, 1990. Metallothionein and heavy metals in Brown Trout (*Salmo trutta*) and European Eel (*Anguilla ockburn*): A comparative study. *Ecotoxicology Environmental Safety* 44:168 -73.
- Luczynska, J and Brucka- Jastrzebska, E, 2005. The relationship between the content of Lead and Cadmium in muscle tissue and the size of fish from lakes in the Olsztyn lake district of northeast Poland. *Archives of Polish Fisheries* 13:145-155.
- Mackeviciene, E.G, 2002. Bioaccumulation of heavy metals in noble Crayfish (*Astacus astacus* L.) tissues under aquaculture conditions. *Ekologija (Vilnius)* 2: 79-82.
- Magnuson ML, Kelty CA and Kelty KC. 2001. Trace metal loading on water-borne soil and dust particles characterized through the use of Split-flow thin-cell fractionation. *Analytical Chemistry* 73: 3492–3496.

- Marques PGC, Range, AOSS and Castro PML, 2009. Remediation of heavy metal contaminated soils: phytoremediation as a potentially promising cleanup technology. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 39: 622–654.
- Najm M, Shokrzadeh M, Fakhar M, Sharif M, Hosseini M, Rahimi-Esboei B and Habibi F. 2014. Concentration of Heavy Metals (Cd, Cr and Pb) in the Tissues of *Clupeonella Cultriventris* and *Gasterosteus Aculeatus* from Babolsar Coastal Waters of Mazandaran Province, Caspian Sea. *Journal Mazandaran University Medical Science* 24: 185-192.
- Neal C, Williams RJ, Neal M, Bhardwaj LC, Wickham H, Harrow M. and Hill LK. 2000. The water quality of the River Thames at a rural site downstream of Oxford. *Science Total Environment* 252: 441–457.
- Nekoiefard A, Moradi, Garmi, Y. S, Aghabetti S. 2016. Investigation of Contamination of Rainbow trout in Guilan Province to Pb and Iron Heavy Metals, *Iranian Journal of Fisheries Science* 2: 142-149
- Ol.as M, Nietob JM, Sarmientob AM, Cer.na JC and Cnovasa CR, 2004. Seasonal water quality variations in a river affected by acid mine drainage: The Odiel river (South West Spain). *Science of The Total Environment* 333: 267-281.
- Öztürk M. 2009. Determination of heavy metals in the fish, water and sediments of Avasadam lake in Turkey. *Iranian Journal Environmental Health Science Engineering* 6: 73-80.
- Papafilippaki AK, Kotti ME and Stavroulakis GG, 2008. Seasonal variations in dissolved heavy metals in the Keritis river, Chania. *Greece Global Nest Journal*. 10: 320-325.
- Parafkandeh F, 2008. Determination of age in aquatic, *Publications of the Institute for Fisheries Research*.
- Raskin I and Ensley BD, 2000. *Phytoremediation of toxic metals: using plants to clean up the environment*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Sadeghi Rada M, Amini Ranjbar GH, Senior AE and Joushede H, 2005. Comparison of heavy metals (zinc, copper, cadmium, lead and mercury) in muscle and caviar tissues of two species of Iranian and ostrich duck. *Caspian Sea Basin. Iranian Journal of Fisheries Science* 3: 79-100.
- Shen Z, Li X, Wang C, Chen H and Chua H. 2002. Lead phytoextraction from contaminated soil with high-biomass plant species. *Journal of Environmental Quality* 31: 1893–1900.
- Šmejkalova M, Mikanova O and Borůvka L. 2003. Effects of heavy metal concentrations on biological activity of soils microorganisms. *Plant, Soil and Environment* 49: 321–326.
- Sobhanardakani S, Tayebi L, Farmany A and Cheraghi M, 2012. Analysis of trace elements (Cu, Cd, and Zn) in the muscle, gill, and liver tissues of some fish species using anodic stripping voltammetry. *Environmental Monitoring and Assessment* 184: 6607-6611.
- Tabari S, Saravi S S, Bandany GA, Dehghan A and Shokrzadeh M. 2010. Heavy metals (Zn, Pb, Cd and Cr) in fish, water and sediments sampled form Southern Caspian Sea, Iran. *Toxicology and Industrial Health* 26: 649-56.
- Weyens N, van der Lelie D, Taghavi S, Newman L and Vangronsveld J, 2009. Exploiting plant-microbe partnerships to improve biomass production and remediation. *Trends in Biotechnology* 27: 591–598.
- White C, Sharman AK and Gadd GM, 1998. An integrated microbial process for the bioremediation of soil contaminated with toxic metals. *Nature Biotechnology* 16: 572–575.
- Zicheng P, Junhua L, Chenglin Z, Baofu N and egu C. 2006. Temporal variations of heavy metals in coral *Porites lutea* from Guangdong Province, China: Influences from industrial pollution, climate and economic factors. *Chinese Journal of Geochemistry* 25: 132-138.

Study the concentrations of lead and cadmium in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Talesh of Guilan

M Seifzadeh*¹, E Golashahi², Sh Safiyari²

Received: July 24, 2016 Accepted: February 12, 2017

¹Scientific board, PhD Student, Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Anzali, Iran

²Master of Science, Iranian Fisheries Organization, Tehran, Iran

*Corresponding author: Email: m_seifzadeh_ld@yahoo.com

Introduction: Trout (*Oncorhynchus mykiss*) is one of the most popular fish in the world. It is considered to as a best fish, and its pollution is important in terms of health and food hygiene. Trout is of the cold water fish and is in the subgroup of free fish. Animal protein, especially fish, has an important role in tissue retention, health and human happiness, and in general, the growth of the body due to the necessary amino acids and growth promoters, and the deficiency of this protein causes an imbalance in the nervous system, mental retardation, neuroticism, physical weakness in humans. and reduces the resistance of the body to infectious diseases. But, despite having a nutritional value and the body's need for aquatic animals, if the accumulation of heavy metals exceeds the limit, it can be a cause of disease and problem for humans, and therefore research in health matters is of particular importance. The presence of these compounds is harmful to human health and is not permitted. Heavy metals are environmental pollutants. The contamination of fish to heavy metals can lead to the accumulation of these elements in the body of consumers and the appearance of some diseases. Non-degradable pollutants such as heavy metal salts accumulate in the environment. The accumulation of toxic substances in the food chain may increase their concentration in animals at higher levels in the food chain. The accumulation and biological role of heavy metals in marine organisms can lead to the risk of human health from these metals. Exposure of fish to contaminants and its transmission to humans, can cause several diseases. The present research was aimed at determining concentrations of Lead and Cadmium, in muscles of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Guilan's Talesh, Iran, comparing levels of the metals in the flesh of both female and male rainbow trout, and comparing them with standards of Food and Agriculture Organization, Food and Drug Administration and Iran Veterinary Organization.

Material and methods: This research had 6 groups, consisting of trout which were 700-900 g and <300 g in weight. They were obtained in December, 2014. The homogenized flesh (15 numbers) was examined using an atomic absorption spectrometer. Trout fish was biometric.

Results and discussion: The trout were 478.56 g in weight and 318.93 cm in length. Despite pH and temperature, water hardness of studied pools showed significant differences ($P<0.05$). PH of water ponds was neutral. The water temperature was 15-16 °C. The water temperature of the pool was not proper for heavy metals absorption to fish. Lead and Cadmium varied between 0.01> and 0.03. In this study, the amount of lead compared to Cadmium was not showed significant reduction ($P<0.05$). Hardness were 85.50 mg/l in A and B pools and 153.90 mg/l in pole C. Was not observed significant differences in water hardness factor between pools A and B compared with C pool. Water pools A and B were medium hardness and C pool was hard. Water of pools A and C were medium hardness, but water pool B was hard. Water hardness on cadmium in comparison to Lead had more effect. Correlation Lead and cadmium with age, length and weight in some of the pools were positive and in the others were negative. Between age groups similar were not observed significant differences in studied pools of Talesh ($P>0.05$). No significant differences in per farmed ponds between lead and cadmium concentrations in the age groups below 300 g 700 -900g ($P>0.05$). Except of the age group 300g< of pond A from Talesh, the other ponds in the age groups including of 300g< and 700 -900g was showed significant differences compared with FDA, FAO, WHO and Iran Veterinary organization in Lead and cadmium concentrations ($P<0.05$). There was no correlation between the accumulation of cadmium and lead compared with sex. According to achieved results and decreasing accumulation of heavy metals in farmed Trout Talesh compared with international standards, in terms of cadmium and lead contamination and food sanitary, farmed Trout of these regions are no side effects for human consumption in the autumn.

Conclusions: According to the achieved results on farmed rainbow trout 700-900 g and <300 g in Talesh in fall, it must be declared that they cause no adverse effects and are fit for human consumption in terms of food hygiene and concentrations of lead and cadmium in them.

Key words: Cadmium, Farmed rainbow trout, Global standards, Heavy metals, Lead