

سنجش ارتباط غلظت عناصر کمیاب با پارامترهای رشد (طول و سن) در شگ ماهی دریایی (*Alosa braschnikowi*) در سواحل استان گیلان

- مسعود ستاری*: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران
- گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
- جاوید ایمانیپورنمین: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران
- مهدی بی باک: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران
- محمد فروهر و اجارگاه: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران
- محمدحسین مزارعی: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۸

چکیده

در این مطالعه ۳۴ عنصر مختلف از جمله فلزات سنگین سمی و غیرسمی در بافت کبد، عضله، گناد، کلیه و پوست شگ ماهی دریایی (*Alosa braschnikowi*) بررسی شد. همچنین ارتباط بین تجمع این عناصر با پارامترهای رشد (سن و طول) و شاخص های فیزیولوژیک (ضریب چاقی، وزن نسبی و شاخص کبدی) مورد بررسی قرار گرفت. تعداد ۷۴ عدد ماهی در فصول صیادی (پاییز ۹۶ – بهار ۹۷) از سه ایستگاه آستارا، انزلی و کياشهر در سواحل جنوبی دریای خزر تهیه شد. اندازه گیری عناصر با استفاده از دستگاه ICP-OES انجام گرفت. اختلاف بین بافت ها از نظر تجمع غلظت فلزات معنی دار بود به طوری که حداکثر میانگین غلظت فلزات کروم، مولیبدن و استرونیوم در بافت عضله، فلزات آلومینیم، آرسنیک، باریم، منگنز، وانادیوم و نیکل در بافت پوست، فلزات کادمیوم، کبالت، لیتیوم و سرب در بافت کلیه، فلزات مس و آهن در بافت کبد و فلز روی در بافت گناد مشاهده شد. در هر پنج بافت عضله، پوست، کلیه، کبد و گناد بیشترین غلظت فلزات مربوط به آهن و کمترین غلظت فلزات مربوط به باریم، نیکل و کادمیم بود. بررسی ارتباط غلظت فلزات در بافت ها با پارامترهای رشد (طول و سن) نشان داد که بین فلزات آرسنیک، کادمیم، کبالت، کروم، مس، آهن، منگنز، استرونیوم و روی با پارامترهای رشد همبستگی مثبت معنی دار وجود دارد و قوی ترین رابطه مثبت و معنی دار بین فلز مس با سن بود ($R=0/40$, $p<0/05$). همچنین بین فلزات آرسنیک، آهن، آلومینیم، باریم، کروم، مس، لیتیوم، مولیبدن، منگنز، نیکل، سرب و استرونیوم با شاخص های فیزیولوژیک همبستگی مثبت وجود داشت.

کلمات کلیدی: عناصر کمیاب، پارامتر رشد، استان گیلان، ICP-OES، *Alosa braschnikowi*



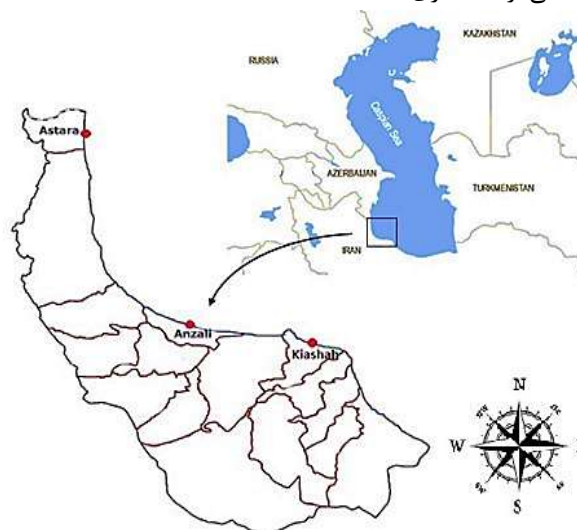
مقدمه

دریای خزر بزرگ‌ترین پیکره آبی بسته در جهان است که ۱۲۰۰ کیلومتر از شمال تا جنوب گسترده شده و شامل بیش از ۴۰ درصد از آب‌های داخلی جهان است. این دریا در حدفاصل اروپا و آسیا در بین عرض‌های جغرافیایی ۳۴°۳۶' و ۴۷°۱۳' شمالی و طول‌های جغرافیایی ۴۶°۳۸' و ۵۴°۴۴' شرقی واقع شده است (Stolberg, ۲۰۰۶). به‌طور کلی دریای خزر یکی از آلوده‌ترین دریاهاست. جریان رودخانه منبع اصلی آلودگی است و شاخص درستی از حوضه عوامل طبیعی و انسانی ارائه می‌دهد که عبارتند از: حجم و مدت دوره‌های پربابی، تنظیم جریان، تأثیر صنعت، فاضلاب‌های خانگی حاوی بیش از ۱۰۰۰ ترکیب شیمیایی، آلودگی شیمیایی، حرارتی اسیدی، جنگل، ماهیگیری غیرقانونی، نفوذ به مناطق حفاظت آب و نقض رژیم‌های فعالیت اقتصادی در آن‌ها و افزایش رواناب سطحی کنترل نشده از آلاینده‌ها. از طرفی می‌توان منابع انسانی را مهم‌ترین منبع در این محیط قلمداد کرد. آلودگی آب به‌واسطه فلزات سنگین موجود در آن ماهی‌ها را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. این آلودگی‌ها از منابع مختلفی ناشی می‌شوند (لکزی و همکاران، ۱۳۹۴). چنان‌چه میزان این عناصر به‌دلایل گوناگونی از حدود معینی فراتر رود باعث به‌مخاطره افتادن حیات آبریان می‌شود، زیرا سریعاً سبب برهم خوردن تعادل بوم‌شناختی و موجبات زوال زیستی اکوسیستم را فراهم می‌سازد (خشنود، ۱۳۸۵). عناصر سنگین پس از ورود به اکوسیستم‌های آبی، در بافت‌های آبریان تجمع یافته و در نهایت وارد زنجیره غذایی می‌شوند. میزان جذب و تجمع عناصر سنگین در آبریان به‌ویژه در ماهیان تابعی از شرایط اکولوژیک، فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آب، نوع عنصر و فیزیولوژی بدن جاندار است (Gantt و Wicker, ۱۹۹۴; Potter و Plaskett, ۱۹۷۹). این فلزات به‌صورت ترکیب با آنزیم‌ها و پروتئین‌های حامل وارد یاخته‌ها شده و به این شکل بر فعالیت سلول اثر می‌نمایند (Mohammadnabizadeh, ۲۰۱۲). هم‌چنین فلزات سنگین به‌دلیل تأثیرات منفی مختلف بر آبریان مانند کاهش رشد، تغییرات رفتاری و ژنتیکی و نیز مرگ‌ومیر حائز اهمیت هستند (امینی‌رنجبر و ستوده‌نیا، ۱۳۸۴). فلزات سنگین سبب انعقاد لعاب سطح بدن (موکوس) و آبشش‌ها در میان ماهیان می‌گردد. ماهی‌ها در محلول‌های سرب‌دار در اثر تنگی نفس شدید می‌میرند. آلودگی محیط‌زیست دریایی علاوه بر اتلاف منابع ملی سبب نابودی گونه‌هایی از آبریان گشته که جبران آن امکان‌پذیر نیست. آلودگی با فلزات سنگین روی تولیدمثل ماهی تأثیر می‌گذارد و سبب کاهش رشد گناد و کاهش تولید اسپرم و تخمک و زرده‌سازی و از بین رفتن لاروها و تغییر شکل مرحله بعد از لاروی و در نهایت باعث تغییر ساختار ژنتیکی بالغین می‌گردد، چراکه آلودگی سبب مهار شدن هورمون غده

هیپوتالاموس می‌گردد. در ضمن آلودگی با فلزات سنگین سبب ایجاد ضایعه در مغز کبد و غده هیپوفیز می‌شود و سبب اختلال در کار غدد اندوکرینی و اختلال در متابولیسم سلولی و کاهش مقاومت در برابر بیماری‌ها و ایجاد تغییراتی در ساختار سلول‌های بدن می‌گردد (Mance, ۱۹۹۰). به‌طور کلی جذب عناصر سنگین توسط آبریان از طریق تنفس، تغذیه و جذب پوستی انجام می‌گیرد که بالاترین درصد جذب مربوط به تغذیه می‌گردد. بیش‌ترین مقدار عناصر سنگین در رسوبات به‌حالت کمپلکس و ترکیبات نامحلول ته‌نشین شده و تا زمانی که تغییرات شدید پارامترهای شیمیایی مثل pH در محیط ایجاد نگردد، به‌حالت غیرمحللول باقی‌مانده و تأثیر منفی بر حیات آبریان نخواهند داشت. در بین آبریان، کفزیان مناطق آلوده بیش از همه تحت تأثیر آلودگی فلزات سنگین قرار می‌گیرند (Adriano, ۱۹۸۶). تغذیه ماهی‌ها از مواد غذایی موجود در بستر دریاها آلودگی به ماهی منتقل گردیده و چنان‌چه ماهی آلوده مورد تغذیه انسان قرار گیرد موجبات انتقال احتمالی آلودگی در بدن را فراهم می‌سازد. محدوده وسیعی از فلزات در محیط‌های دریایی یافت می‌شوند و ریسک بزرگی از نظر به‌خطر انداختن سلامت انسان از طریق مصرف غذاهای دریایی که در معرض آلودگی قرار دارند ایجاد می‌کند (Mance, ۱۹۹۰). شگ‌ماهی دریایی با نام انگلیسی Caspian marine shad و نام علمی *Alosa braschnikowi* دارای خارهای آبششی کوتاه، ضخیم، پراکنده که اندازه آن‌ها برابر یا کوتاه‌تر از تیغه‌های آبششی می‌باشد و تعداد آن‌ها ۲۲ تا ۴۹ عدد است و دندان‌ها به‌خوبی تکامل یافته هستند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۰). این ماهی در سرتاسر دریای خزر پراکنش دارد اما در قسمت‌های جنوبی (شرق-غرب و مرکزی) بیش‌تر دیده می‌شود. شگ‌ماهی برآشینی‌کوی از انواع سخت‌پوستان، زئوپلانکتون‌ها، حشرات، نرم‌تنان و ماهیان کوچک (شیشه‌ماهیان، کیلکا ماهیان و گاو ماهیان) تغذیه می‌کند (Coad, ۲۰۱۲). از این‌رو با توجه به نوع تغذیه امکان تجمع زیستی فلزات در این ماهی بسیار زیاد است. به‌دلیل اهمیت اکولوژیک و محصور بودن دریای خزر و افزایش بار آلودگی‌های وارده به این پهنه آبی از جمله فاضلاب‌های شهری، صنعتی و پساب‌های کشاورزی که حاوی فلزات سنگین بوده و بر روی حیات آبریان و سلامت انسان تأثیر می‌گذارد، غلظت عناصر سنگین و سمی (که مهم‌ترین آن‌ها شامل کادمیوم، مس، سرب، روی و آرسنیک که از عناصر اجباری سازمان بهداشت جهانی و سازمان کشاورزی و غذایی سازمان ملل برای سنجش) در ماهیان خوراکی است در شگ‌ماهی دریایی (*Alosa braschnikowi*) که یک ماهی مصرفی برای انسان و هم‌چنین از مهم‌ترین منابع غذایی ماهیان خاویاری محسوب می‌شود، مورد ارزیابی و سنجش قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

برای انجام این مطالعه سه ایستگاه، کیاشهر (محل پیست موتور سواری با عرض جغرافیایی ۳۷,۴۲۸۸۲۲ طول جغرافیایی ۴۹,۹۸۰۱۳۳)، انزلی (طالب‌آباد با عرض جغرافیایی ۳۷,۴۶۲۸۱۴ و طول جغرافیایی ۴۹,۵۹۲۷۸۵) و آستارا (لندویل با عرض جغرافیایی ۳۸,۳۰۱۲۲۶ و طول جغرافیایی ۴۸,۸۸۰۱۶۸) در سواحل استان گیلان تعیین شد (شکل ۱). نمونه‌برداری در سه فصل پاییز، زمستان و بهار انجام شد. مجموع نمونه‌های شگ‌ماهی دریایی (*Alosa braschnikowi*) تهیه‌شده از ایستگاه‌های آستارا، انزلی و کیاشهر ۷۴ عدد بود که هرکدام از نمونه‌های جمع‌آوری‌شده، در یونولیت‌های حاوی یخ جهت انجام آزمایش به آزمایشگاه دانشکده منتقل و تا زمان جداسازی بافت‌های مختلف مانند کبد، عضله، گناد، کلیه و پوست در فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Dural, ۲۰۰۷).



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در سواحل استان گیلان

پس از خارج نمودن ماهی‌ها از یونولیت حاوی یخ و نگهداری آن‌ها در دمای آزمایشگاه، عملیات زیست‌سنجی هر یک از ماهی‌ها انجام شد. پس از برداشتن پوست سطح پشتی آن‌ها، عضلات و در نهایت تمامی بافت کبد، کلیه و گناد ماهیان جدا شد (Filazi, ۲۰۰۳). بافت کبد هر یک از ماهی‌ها با ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم برای محاسبه شاخص کبدی وزن شد. هر یک از بافت‌های عضله، پوست، کبد، کلیه و گناد به‌طور جداگانه به‌داخل پتری‌دیش گذاشته شد و در آن ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت خشک شد. بعد از این زمان نمونه‌ها از آون خارج و جهت پایین آمدن دما درون دسیکاتور قرار داده شد. بعد از کاهش دما نمونه‌ها داخل هاون چینی کاملاً کوبیده شد تا به‌صورت پودر

و یکنواخت درآیند (Neugebauer, ۲۰۰۰). رای تعیین سن ماهیان تعداد ۱۵-۱۰ عدد فلس از ناحیه ساقه دمی و بالای خط جانبی جدا شد. فلس‌ها ابتدا با آب گرم شستشو داده شده و جهت از بین بردن مواد اضافی و موکوس از آن‌ها و نگهداری طولانی‌تر از الکل ۹۵٪ برای شستشو استفاده شد. بعد از قرار دادن فلس‌ها در زیر لوپ، سن نمونه‌ها براساس حلقه‌های سالیانه (Annuli) تعیین شد. به‌منظور هضم شیمیایی نمونه‌ها جهت آماده شدن، برای تعیین فلزات تا حدود ۱ گرم از هر نمونه پودر شده، با ترازوی دیجیتالی (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) وزن گردیده و در داخل بشرهای ۵۰ میلی‌لیتری بر روی حمام آبی (Ben Mari) تا دمای ۹۵ °C قرار داده شد. جهت هضم شیمیایی نمونه‌ها از اسید نیتریک (HNO₃, Merck, %65) و اسید پرکلریک (HClO₄, Merck, %60) به نسبت حجمی ۲:۱ استفاده شد (Atli و Canli, ۲۰۰۳; Muramoto, ۱۹۹۳). نمونه‌ها به مدت ۳-۴ ساعت تا زمان هضم کامل بر روی حمام آبی باقی ماندند. برای فیلتر کردن نمونه‌های هضم شده از کاغذ صافی (۴۲-wathman) استفاده شد. نمونه‌ها پس از رقیق‌سازی با اسید نیتریک ۴ درصد به حجم نهایی رسیدند. ۳۴ فلز اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری غلظت فلزات از دستگاه ICP-OES استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel (۲۰۱۳) و SPSS (version 22) با استفاده از آنالیزهای رگرسیون، Kruskal Wallis و ANOVA انجام شد. نرمال بودن داده‌ها به‌وسیله آزمون Kolmogorov-Smirnov مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین رابطه میزان تجمع فلزات سنگین با طول ماهی، سن، ضریب چاقی، وزن نسبی و شاخص کبد از ضریب همبستگی Pearson استفاده شد. ارتباط تجمع فلزات سنگین با سن، میزان ضریب چاقی (معادله ۱) و شاخص وزن کبد (معادله ۲) و وزن نسبی (معادله ۳) بررسی شد.

ضریب چاقی (CF) Condition Factor (Hung, ۲۰۰۲):

$$CF = \frac{W}{L^3} \times 100 \quad (\text{معادله ۱})$$

W = وزن ماهی، L = طول ماهی، CF = فاکتور وضعیت

شاخص کبدی (HSI) Hepatosomatic Index (Wahli, ۲۰۰۲):

$$HSI = \frac{W}{W_s} \times 100 \quad (\text{معادله ۲})$$

HSI = شاخص کبدی (گرم)، W = وزن کبد (گرم)، W_s = وزن ماهی (گرم)

وزن نسبی (Relative weight) (Anderson و Neumann, ۱۹۹۶):

$$W_r = \frac{W}{W_s} \times 100 \quad (\text{معادله ۳})$$

W = وزن نمونه مورد نظر، W_s = وزن مورد انتظار، W_r = وزن نسبی (گرم)

نتایج

در مجموع ۷۴ عدد ماهی از سه ایستگاه کیاشهر، آستارا و انزلی تهیه شد. تعداد نمونه‌های ایستگاه کیاشهر، آستارا و انزلی به ترتیب

دامنه، ضریب چاقی، وزن نسبی و شاخص کبدی محاسبه شد (جدول ۴). رابطه غلظت عناصر (Cd, Ca, Bi, Be, Ba, As, Ag, Al), Rb, P, Ni, Na, Mo, Mn, Mg, Li, La, K, Fe, Cu, Cr, Co, Ce, S, Pb, Si, Sn, Sr, Th, Ti, V, W و Zn با پارامترهای رشد اندازه گیری شد. ارتباط بین غلظت عناصر با سن و طول شگ ماهی دریایی بررسی شد (جداول ۵ و ۶) (شکل های ۲ و ۳).

۱۹، ۲۲ و ۳۳ عدد بود. حداقل و حداکثر مقدار طول در نمونه های کیشهر، آستارا و انزلی به ترتیب ۳۷-۲۸، ۴۲-۱۸ و ۴۱-۲۱ بود. حداقل و حداکثر مقدار وزن در نمونه های کیشهر، آستارا و انزلی به ترتیب ۵۱۵-۱۷۵، ۸۱۰-۴۵ و ۶۵۰-۸۵ بود. نمونه های کیشهر میانگین طولی و وزنی بیش تری نسبت به دو ایستگاه دیگر داشت (جداول ۱ تا ۳). شگ ماهیان صید شده در دامنه سنی ۳-۱ ساله بودند. میانگین و

جدول ۱: نتایج حاصل از زیست سنجی شگ ماهی دریایی در ایستگاه کیشهر

مقادیر (تعداد = ۱۹)	وزن کل (گرم)	طول کل (سانتی متر)	طول چنگالی (سانتی متر)	طول استاندارد (سانتی متر)	طول سر (سانتی متر)	طول پوزه (سانتی متر)	قطر چشم (سانتی متر)	ارتفاع بدن (سانتی متر)	ضخامت بدن (سانتی متر)
میانگین	۲۸۱/۳۱	۳۱/۷۶	۲۸/۳۶	۲۷/۱۳	۷/۰۰۵	۲/۰۳	۱/۳۴	۶/۵۹	۳/۱۵
انحراف معیار	۸۷/۶۰	۲/۷۳	۲/۵۴	۲/۳۵	۰/۵۶	۰/۲۴	۰/۰۹	۰/۶۵	۰/۳۳
دامنه	۱۷۵-۵۱۵	۲۸-۳۷	۲۴/۵-۳۳/۵	۲۴-۳۲/۵	۶/۲-۸/۱	۱/۵-۲/۵	۱/۲-۱/۵	۵/۷-۸/۴	۲/۸-۴/۱

جدول ۲: نتایج حاصل از زیست سنجی شگ ماهی دریایی در ایستگاه آستارا

مقادیر (تعداد = ۲۲)	وزن کل (گرم)	طول کل (سانتی متر)	طول چنگالی (سانتی متر)	طول استاندارد (سانتی متر)	طول سر (سانتی متر)	طول پوزه (سانتی متر)	قطر چشم (سانتی متر)	ارتفاع بدن (سانتی متر)	ضخامت بدن (سانتی متر)
میانگین	۲۲۸/۴۰	۲۸/۷۷	۲۵/۷	۲۴/۳۱	۶/۲۸	۱/۸۲	۱/۲۵	۵/۹۸	۲/۷۳
انحراف معیار	۱۷۴/۸۰	۶/۶۵	۶/۰۱	۵/۸۶	۱/۲۲	۰/۴۵	۰/۱۵	۱/۵۵	۰/۸۶
دامنه	۴۵-۸۱۰	۱۸-۴۲	۱۶-۳۹	۱۵-۳۶/۵	۴/۲-۸/۶	۱/۱-۲/۹	۱-۱/۵	۳/۶-۱۰/۲	۱/۲-۵

جدول ۳: نتایج حاصل از زیست سنجی شگ ماهی دریایی در ایستگاه انزلی

مقادیر (تعداد = ۲۳)	وزن کل (گرم)	طول کل (سانتی متر)	طول چنگالی (سانتی متر)	طول استاندارد (سانتی متر)	طول سر (سانتی متر)	طول پوزه (سانتی متر)	قطر چشم (سانتی متر)	ارتفاع بدن (سانتی متر)	ضخامت بدن (سانتی متر)
میانگین	۲۵۲/۴۸	۳۰/۳۳	۲۷/۵۱	۲۵/۸۹	۶/۷۶	۱/۹۶	۱/۲۷	۶/۴۸	۳/۰۰۹
انحراف معیار	۱۱۷/۱۱	۴/۲۶	۳/۹۸	۳/۸۰	۰/۸۱	۰/۲۵	۰/۱۴	۱/۰۴	۰/۵۴
دامنه	۸۵-۶۵۰	۲۱-۴۱	۱۹-۳۸	۱۷/۵-۳۶	۵/۲-۸/۹	۱/۵-۲/۵	۱-۱/۷	۴/۵-۹/۱	۲/۲-۴/۶

جدول ۴: میانگین پارامترهای زیستی شگ ماهی دریایی

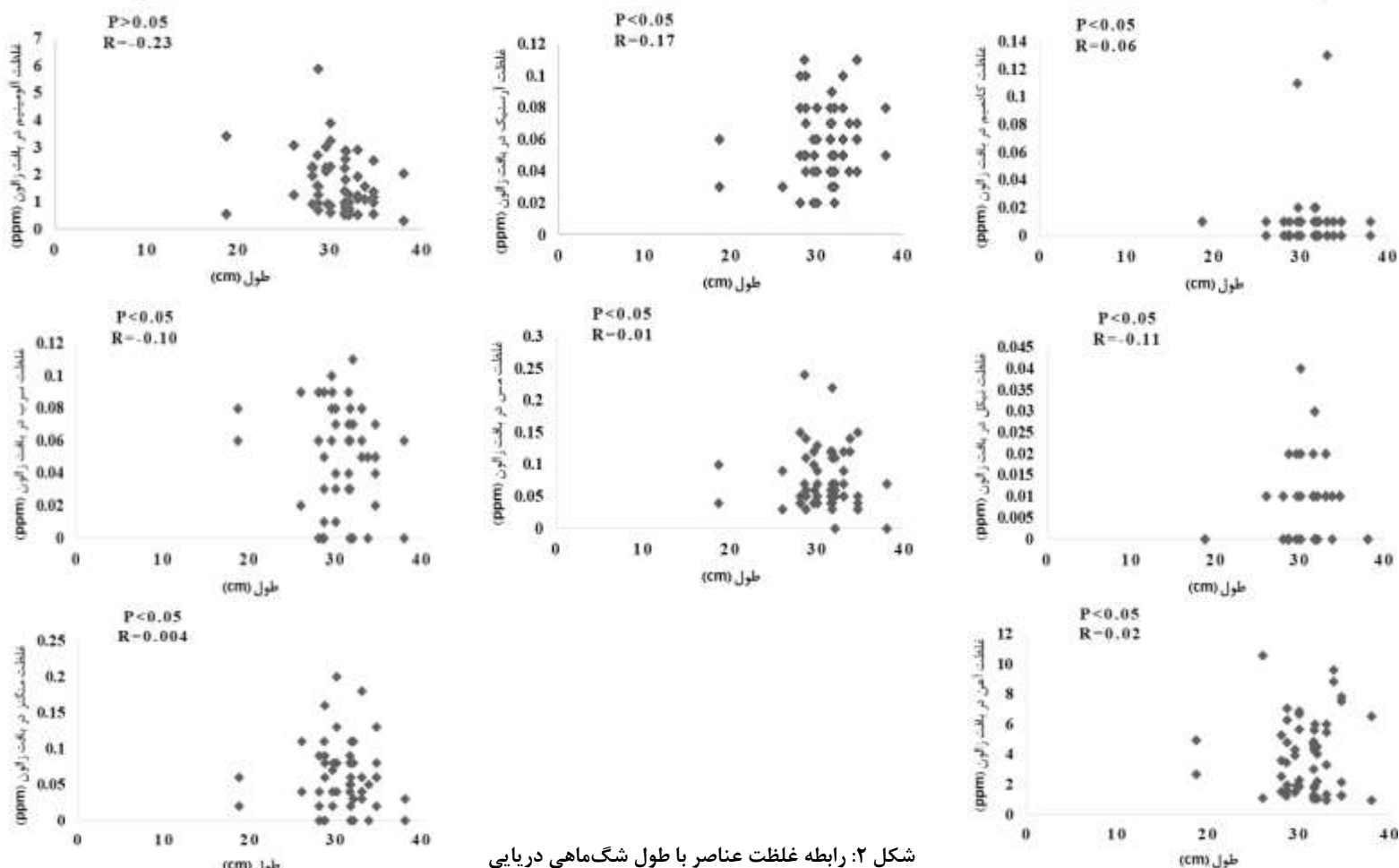
مقادیر (SD ± میانگین)	سن	ضریب چاقی (CF)	وزن نسبی (Wr)	شاخص کبدی (HSD)
۰/۵۷ ± ۱/۷۷	۰/۹۰ ± ۰/۸۶	۱۰/۰۷ ± ۹۹/۶۹	۰/۱۹ ± ۰/۷۴	
۱-۳	۰/۷۶-۱/۰۸	۸۹/۰۱-۱۲۷/۰۹	۰/۳۳-۰/۹۹	

جدول ۵: غلظت عناصر کمیاب (میانگین ± انحراف معیار) و درصد آلودگی بر حسب ppm در بافت های مختلف شگ ماهی دریایی

عناصر	کبد	شروع (%) آلودگی	عضله	شروع (%) آلودگی	غناد	شروع (%) آلودگی	پوست	شروع (%) آلودگی	کلیه	شروع (%) آلودگی
Ag	ND	ND	ND	ND	۰/۵±۰	۱۲/۵	ND	ND	ND	ND
Al	۱/۸۰ ± ۰/۷۶ ^{a,b}	۱۰۰	۱/۴۳ ± ۰/۷۷ ^b	۱۰۰	۱/۱۴ ± ۰/۸۶ ^b	۱۰۰	۲/۷۸ ± ۱/۴۸ ^a	۱۰۰	۱/۴۶ ± ۰/۹۶ ^b	۱۰۰
As	۰/۰۶ ± ۰/۰۲ ^a	۱۰۰	۰/۰۶ ± ۰/۰۲ ^{a,b}	۱۰۰	۰/۰۴ ± ۰/۰۱ ^{b,c}	۱۰۰	۰/۰۷ ± ۰/۰۲ ^a	۱۰۰	۰/۰۳ ± ۰/۰۱ ^c	۱۰۰
Ba	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۳	۶۶/۶۶	۰/۰۱ ± ۰	۶۶/۶۶	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۴	۸۷/۵	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۴	۸۸/۸۸	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۴	۱۰۰
Be	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Bi	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ca	۸۹/۸۸ ± ۴۳/۴۴	۱۰۰	۱۳۳/۰۷ ± ۶۶/۰۴	۱۰۰	۱۰۸/۰۷ ± ۳۸/۶۳	۱۰۰	۱۳۳/۱۲ ± ۵۷/۵۰	۱۰۰	۸۰/۸۸ ± ۲۰/۶۹	۱۰۰
Cd	۰/۰۱ ± ۱/۸۳E-۱۸ ^b	۶۶/۶۶	۰/۰۱ ± ۰	۶۶/۶۶	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۴ ^b	۶۲/۵	۰/۰۱ ± ۰	۶۶/۶۶	۰/۰۴ ± ۰/۰۰۴ ^a	۱۰۰
Ce	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	۲۲/۲۲	ND	ND
Co	۰/۰۱ ± ۰ ^c	۲۰	۰/۰۱ ± ۰ ^c	۷/۱۴	۰/۰۱ ± ۰ ^{b,c}	۵۰	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۵ ^b	۶۶/۶۶	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۷ ^a	۱۰۰
Cr	۰/۰۵ ± ۰/۰۰۲	۱۰۰	۰/۰۵ ± ۰/۰۰۳	۱۰۰	۰/۰۵ ± ۰/۰۰۱	۱۰۰	۰/۰۵ ± ۰/۰۰۹	۱۰۰	۰/۰۴ ± ۰/۰۰۷	۱۰۰
Cu	۰/۱۲ ± ۰/۰۰۳ ^a	۹۳/۳۳	۰/۰۶ ± ۰/۰۰۵ ^{a,b}	۹۲/۸۵	۰/۰۵ ± ۰/۰۰۱ ^b	۱۰۰	۰/۰۵ ± ۰/۰۰۳ ^b	۱۰۰	۰/۰۹ ± ۰/۰۰۳ ^b	۱۰۰
Fe	۵/۶۸ ± ۲/۵۱ ^a	۱۰۰	۱/۶۳ ± ۱/۰۱ ^b	۱۰۰	۲/۲۴ ± ۱/۰۰۰۱ ^b	۱۰۰	۶/۷۸ ± ۲/۰۸ ^a	۱۰۰	۴/۹۲ ± ۲/۰۹ ^a	۱۰۰
K	۱۳۸/۵۶ ± ۳۵/۳۱ ^b	۱۰۰	۲۵۴/۱۷ ± ۶۷/۶۸ ^a	۱۰۰	۲۶۵/۲۵ ± ۶۱/۳۴ ^a	۱۰۰	۹۷/۹۶ ± ۲۴/۷۷ ^c	۱۰۰	۱۳۲/۸۶ ± ۴۹/۹۴ ^b	۱۰۰
La	۱/۱۰ ± ۰	۶/۶۶	ND	ND	۰/۱ ± ۰	۱۲/۵	۰/۰۱ ± ۰	۲۲/۲۲	ND	ND
Li	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۵	۶/۶۶	۰/۰۱ ± ۰	۱۴/۲۸	۰/۰۲ ± ۰	۲۵	۰/۰۲ ± ۰/۰۰۱	۲۳/۳۳	۰/۰۳ ± ۰	۱۲/۵
Mg	۱۳/۴۳ ± ۶/۴۹	۱۰۰	۲۲/۸۹ ± ۶/۳۲	۱۰۰	۱۶/۴۷ ± ۶/۳۰	۱۰۰	۱۴/۲۴ ± ۶/۹۱	۱۰۰	۹/۹۲ ± ۶/۳۵	۱۰۰
Mn	۰/۰۶ ± ۰/۰۰۲ ^b	۱۰۰	۰/۰۵ ± ۰/۰۰۲ ^b	۱۰۰	۰/۰۵ ± ۰/۰۰۲ ^b	۱۰۰	۰/۱۲ ± ۰/۰۰۵	۱۰۰	۰/۰۳ ± ۰/۰۰۱ ^b	۱۰۰
Mo	۰/۰۱ ± ۱/۸۳E-۱۸	۶۶/۶۶	۰/۰۲ ± ۰/۰۰۲	۲۱/۴۲	۰/۰۱ ± ۰	۷۵	۰/۰۱ ± ۰	۶۶/۶۶	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۳	۱۰۰
Na	۶۵/۹۳ ± ۱۶/۱۸ ^a	۱۰۰	۶۲/۳۱ ± ۴۳/۱۲ ^{a,b,c}	۱۰۰	۴۲/۱۱ ± ۱/۰۹ ^{b,c}	۱۰۰	۲۸/۹۲ ± ۸/۵۶ ^c	۱۰۰	۵۳/۱۷ ± ۲۲/۹۱ ^{a,b}	۱۰۰
Ni	۰/۰۱ ± ۰	۳۳/۳۳	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۵ ^{a,b}	۵۷/۱۴	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۸ ^{a,b}	۶۲/۵	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۱ ^a	۷۷/۷۷	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۵ ^{a,b}	۶۵/۵
P	۱۶۰/۷۴ ± ۴۸/۸۴ ^{b,c}	۱۰۰	۲۳۱/۲۲ ± ۶۱/۷۵ ^a	۱۰۰	۳۱۸/۸۷ ± ۴۸/۲۶ ^{a,b}	۱۰۰	۱۲۰/۵۱ ± ۵۴/۱۸ ^c	۱۰۰	۱۱۱/۷۵ ± ۴۲/۸۳ ^c	۱۰۰
Pb	۰/۶۸ ± ۰/۰۷	۹۳/۳۳	۰/۷۳ ± ۰/۰۲	۸۵/۷۱	۰/۶۶ ± ۰/۰۹۵	۱۰۰	۰/۸۷ ± ۰/۰۱	۱۰۰	۱/۰۱ ± ۰/۰۰۴	۱۰۰
Rb	۰/۰۳ ± ۰/۰۰۳	۸۶/۶۶	۰/۰۳ ± ۰/۰۰۳	۱۰۰	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۳	۱۰۰	۰/۰۲ ± ۰/۰۰۱	۱۰۰	۰/۰۲ ± ۰/۰۰۱	۱۰۰
S	۱۸۴/۰۱ ± ۱۹۷/۲۳	۱۰۰	۱۹۳/۳۰ ± ۲۰/۷۱ ^a	۱۰۰	۱۰۰۳ ± ۱۹۲	۱۰۰	۳۰۴/۸۸ ± ۳۶۷/۶۰	۱۰۰	۱۴۴/۱۲ ± ۲۷/۲۹	۱۰۰
Sb	۰/۰۷ ± ۰/۰۰۱ ^{a,b}	۶۶/۶۶	۰/۰۲ ± ۰/۰۰۱ ^b	۷۱/۴۲	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۱ ^b	۱۰۰	۰/۰۵ ± ۰/۰۰۲ ^a	۱۰۰	۰/۰۷ ± ۰/۰۰۱ ^a	۱۰۰
Si	۰/۳۸ ± ۰/۱۴	۱۰۰	۰/۴۲ ± ۰/۰۱۷	۱۰۰	۰/۰۸ ± ۰/۰۳۳	۱۰۰	۰/۳۱ ± ۰/۰۱۶	۱۰۰	۰/۸۲ ± ۰/۰۷۸	۱۰۰
Sn	۰/۰۶ ± ۰/۰۰۲	۶۶/۶۶	۰/۰۷ ± ۰/۰۰۳	۷۱/۴۲	۰/۰۲ ± ۰/۰۱۲	۱۰۰	۰/۰۹ ± ۰/۰۰۴	۱۰۰	۰/۰۴ ± ۰/۰۰۱	۱۰۰
Sr	۰/۱۰ ± ۰/۰۰۷ ^{a,b}	۱۰۰	۰/۲۲ ± ۰/۰۱۷ ^a	۱۰۰	۰/۰۷ ± ۰/۰۰۲ ^b	۱۰۰	۰/۱۲ ± ۰/۰۰۴ ^{a,b}	۱۰۰	۰/۰۳ ± ۰/۰۰۱ ^b	۱۰۰
Th	۰/۰۶ ± ۰/۰۰۲ ^b	۶۶/۶۶	۰/۰۶ ± ۰/۰۰۲ ^b	۷۱/۴۲	۰/۰۴ ± ۰/۰۰۱ ^{a,b}	۱۰۰	۰/۰۸ ± ۰/۰۰۳ ^a	۱۰۰	۰/۰۵ ± ۰/۰۰۳ ^{a,b}	۱۰۰
Ti	۰/۰۳ ± ۰/۰۰۱ ^b	۶۶/۶۶	۰/۰۳ ± ۰/۰۰۱ ^b	۷۱/۴۲	۰/۰۲ ± ۰/۰۰۱ ^b	۱۰۰	۰/۱۸ ± ۰/۰۰۱ ^a	۱۰۰	۰/۰۲ ± ۰/۰۰۲ ^b	۸۷/۵
V	۰/۱ ± ۰	۶/۶۶	ND	ND	۰/۱ ± ۰	۱۲/۵	۰/۰۱ ± ۰	۲۲/۲۲	ND	ND
W	۰/۱ ± ۰ ^c	۲۰	ND	ND	۰/۰۴ ± ۰/۰۰۲ ^a	۱۰۰	۰/۰۲ ± ۰/۰۰۱ ^b	۶۶/۶۶	۰/۰۱ ± ۰ ^c	۲۵
Zn	۱/۲۷ ± ۰/۰۴۱ ^{b,c}	۱۰۰	۰/۷۵ ± ۰/۰۶۴ ^c	۱۰۰	۴/۲۷ ± ۱/۴۴ ^a	۱۰۰	۲/۲۸ ± ۱/۳۱ ^b	۱۰۰	۰/۷۲ ± ۰/۰۳۴ ^c	۱۰۰

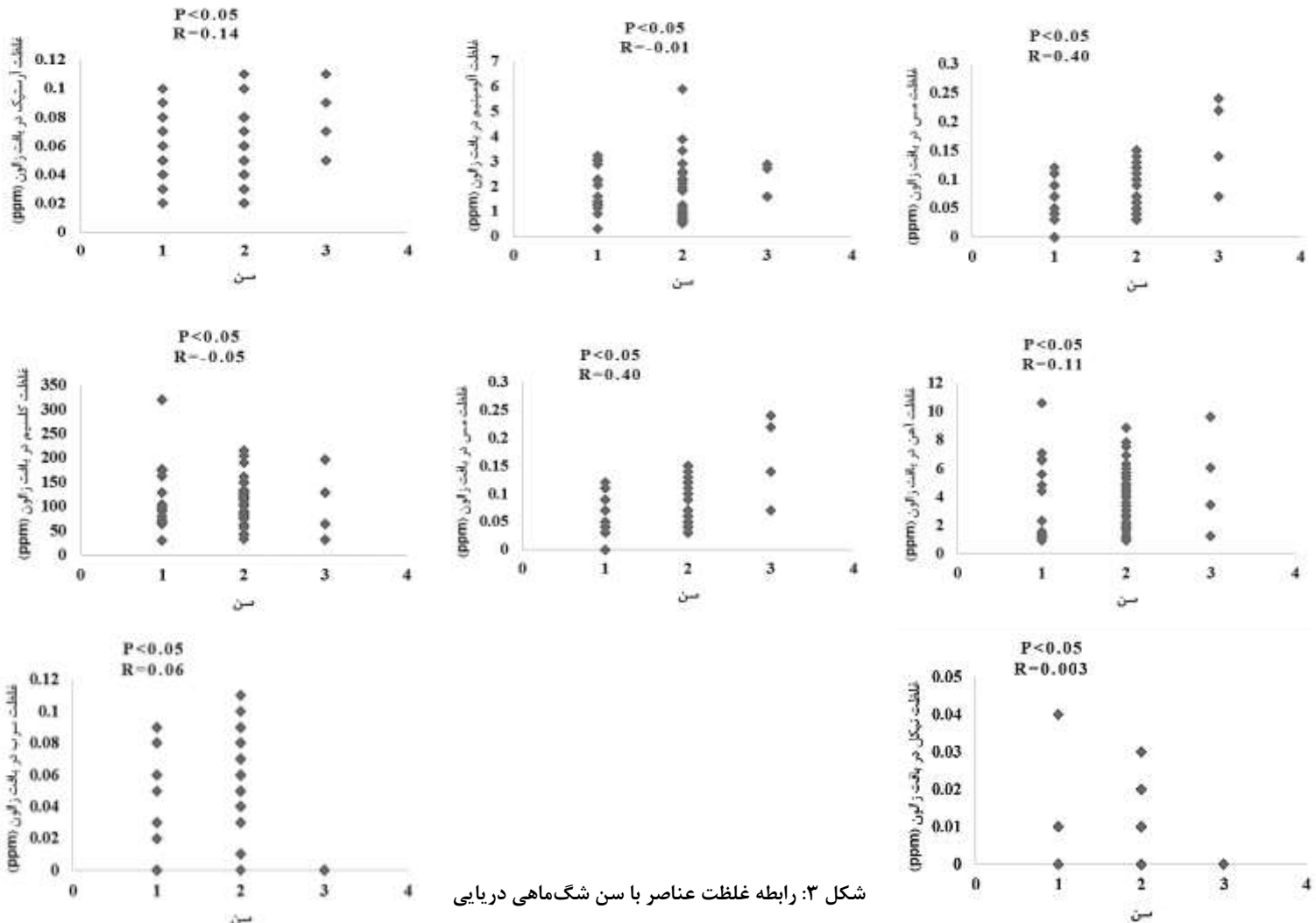
جدول ۶: غلظت عناصر کمیاب (میانگین $\pm$ انحراف معیار) و درصد آلودگی بر حسب ppm در سنین مختلف شگ ماهی دریایی

عنصر	یک ساله (n=16)	دو ساله (n=24)	سه ساله (n=4)
میانگین $\pm$ انحراف معیار	میانگین $\pm$ انحراف معیار	میانگین $\pm$ انحراف معیار	میانگین $\pm$ انحراف معیار
درصد تجمع	درصد تجمع	درصد تجمع	درصد تجمع
Ag	ND	ND	ND
Al	1/87 $\pm$ 1/87	1/59 $\pm$ 1/17	2/19 $\pm$ 1/69
As	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
Ba	68/75	1/0 $\pm$ 1/0	ND
Be	ND	ND	ND
Bi	ND	ND	ND
Ca	114/17 $\pm$ 68/7	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
Cd	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
Ce	6/25	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
Co	31/25	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
Cr	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
Cu	87/5	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
Fe	3/62 $\pm$ 2/95	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
K	184/0 $\pm$ 61/0	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
La	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
Li	3/7/5	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
Mg	18/26 $\pm$ 1/16	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
Mn	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
Mo	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
Na	68/71 $\pm$ 1/12	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
Ni	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
P	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
Pb	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
Rb	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
S	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
Sb	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
Si	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
Sn	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
Sr	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
Tb	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
Ti	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
V	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
W	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0
Zn	1/17 $\pm$ 1/86	1/0 $\pm$ 1/0	1/0 $\pm$ 1/0



شکل ۲: رابطه غلظت عناصر با طول شگ ماهی دریایی





شکل ۳: رابطه غلظت عناصر با سن شگ ماهی دریایی

بحث

نبود ($p > 0.05$)، بیسموت (Bismut) در هیچ یک از بافتها مشاهده نشد (Not Detected). کلسیم (Calcium) در تمام بافتها سنجش شد، اما میانگین تجمع به ترتیب در عضله بیش از پوست، گناد، کبد و کلیه بود. اختلاف بین نمونهها در این بافتها معنی دار بود ($p < 0.05$) (جدول ۵) (شکل ۲). کادمیم (Cadmium) در تمام بافتها مشاهده شد میانگین آن نیز به ترتیب در کلیه بیش از گناد، پوست، کبد و عضله بود. اختلاف بین بافتها نیز از نظر تجمع کادمیم معنی دار بود ($p < 0.05$). سزیم (Cesium) فقط در بافت پوست مشاهده شد. کبالت (Cobalt) در تمام بافتها مشاهده شد. میانگین آن نیز به ترتیب در کلیه بیش از پوست، گناد، کبد و عضله بود. اختلاف بین بافتها نیز از نظر تجمع کبالت معنی دار بود ($p < 0.05$). کروم (Chromium) در تمام بافتها سنجش شد، درصد آلودگی در تمام بافتها ۱۰۰ درصد بود، اما میانگین تجمع به ترتیب در عضله بیش از کبد، پوست، گناد و کلیه،

تعداد ۳۴ عنصر مختلف از جمله فلزات سنگین اصلی در پنج بافت کبد، عضله، گناد، پوست و کلیه شگ ماهی دریایی برحسب ppm اندازه گیری شد. نقره تنها در نمونههای گناد مشاهده شد. آلومینیم (Aluminium) در تمام بافتها گزارش شد، اما میانگین آن به ترتیب در پوست بیش از، کبد، کلیه، عضله و گناد بود. اختلاف بین بافتها نیز از نظر تجمع آلومینیم معنی دار بود ($p < 0.05$). آرسنیک (Arsenic) در تمام بافتها یافت شد، اما میانگین آن به ترتیب در پوست بیش از کبد، عضله، گناد و کلیه بود. اختلاف بین بافتها نیز از نظر تجمع آرسنیک معنی دار بود ($p < 0.05$). باریم (Barium) در تمام بافتها مشاهده شد میانگین آن نیز به ترتیب در کلیه بیش از گناد، پوست، کبد و عضله بود. اختلاف بین بافتها نیز از نظر تجمع باریم معنی دار

سن ماهیان وجود داشت ($R=0/14$)، کلسیم (Calcium) در تمام سنین مشاهده شد اما میانگین آن به ترتیب در یک ساله‌ها بیش از دو و سه ساله‌ها بود. اختلاف بین سنین مختلف از نظر تجمع کلسیم معنی‌دار بود ($p<0/05$). ارتباط منفی در مورد فلز کلسیم با سن ماهیان وجود دارد ($R=-0/05$)، به‌طوری‌که با افزایش سن، تجمع کلسیم در بافت کاهش می‌یابد (جدول ۶) (شکل ۳).

برخلاف این‌که کادمیوم در سنین سه ساله گزارش نشد اما درصد آلودگی در نمونه‌های دوساله ($70/85\%$) و در نمونه‌های یک‌ساله ($43/75\%$) مشاهده شد. میانگین آن در سنین دوساله بیش از یک ساله‌ها بود. اختلاف بین سنین از نظر تجمع کادمیوم معنی‌دار بود ($p<0/05$). ارتباط مثبت در مورد فلز کادمیوم با سن ماهیان وجود داشت ($R=0/13$)، به‌طوری‌که با افزایش سن، تجمع کادمیوم در بافت افزایش می‌یابد. کروم (Chromium) حضور این عنصر در تمام گروه‌های سنی مشاهده شد و میانگین آلودگی به ترتیب در سه ساله‌ها بیش از یک و دوساله‌ها بود و بین این گروه‌های سنی اختلاف معنی‌دار نشان داد ($p<0/05$). ارتباط منفی در مورد فلز کروم با سن ماهیان وجود داشت ($R=-0/04$)، به‌طوری‌که با افزایش سن، تجمع کروم در بافت کاهش می‌یابد. مس (Copper) به ترتیب در سه ساله‌ها بیش از دو و یک ساله‌ها بود. اختلاف بین سنین از نظر تجمع مس معنی‌دار بود ($p<0/05$). بررسی همبستگی بین سن ماهیان با تجمع فلز در بافت شگ‌ماهی دریایی نشان داد که ارتباط مثبت در مورد فلز مس با سن ماهیان وجود دارد ($R=0/40$)، به‌طوری‌که با افزایش سن، تجمع مس در بافت افزایش می‌یابد. آهن (Iron) حضور این عنصر در تمام گروه‌های سنی و تمام (100%) نمونه‌ها مشاهده شد و میانگین آلودگی نیز به ترتیب در سه ساله‌ها بیش از دو و یک ساله‌ها بود. اختلاف بین سنین از نظر تجمع آهن معنی‌دار بود ($p<0/05$). بررسی همبستگی بین سن ماهیان با تجمع فلز در بافت ماهی شگ‌ماهی دریایی نشان داد که ارتباط مثبت در مورد فلز آهن با سن ماهیان وجود دارد ($R=0/11$)، به‌طوری‌که با افزایش سن، تجمع آهن در بافت افزایش می‌یابد.

نیکل (Nickel) در نمونه‌های سه ساله مشاهده نشد، اما درصد آلودگی در سنین دوساله بیش از یک ساله‌ها بود. میانگین آن نیز در یک ساله‌ها بیش از دوساله‌ها بود. اختلاف بین گروه‌های سنی از نظر تجمع نیکل معنی‌دار بود ($p<0/05$). بررسی همبستگی بین سن ماهیان با تجمع فلز در بافت شگ‌ماهی دریایی نشان داد که ارتباط مثبت در مورد فلز نیکل با سن ماهیان وجود دارد ($R=0/03$)، به‌طوری‌که با افزایش سن، تجمع نیکل در بافت افزایش می‌یابد (جدول ۶) (شکل ۳).

بود. اختلاف بین نمونه‌ها در این بافت‌ها از نظر تجمع کروم معنی‌دار بود ($p<0/05$). مس (Copper) در تمام بافت‌ها مشاهده شد. میانگین آن نیز به ترتیب در کبد بیش از کلیه، عضله، گناد و پوست بود. اختلاف بین بافت‌ها نیز از نظر تجمع مس معنی‌دار بود ($p<0/05$). آهن (Iron) در تمام بافت‌ها یافت شد، اما میانگین آن نیز به ترتیب در کبد بیش از کلیه، پوست، گناد و عضله بود. اختلاف بین بافت‌ها از نظر تجمع آهن معنی‌دار بود ($p<0/05$). پتاسیم (Potassium) در تمام بافت‌ها و تمام (100%) نمونه‌ها یافت شد، اما میانگین آن نیز به ترتیب در گناد بیش از عضله، کبد، کلیه و پوست بود. اختلاف بین بافت‌ها از نظر تجمع پتاسیم معنی‌دار بود ($p<0/05$) (جدول ۵) (شکل ۲). منیزیم (Magnesium) در تمام بافت‌ها یافت شد، اما میانگین آن به ترتیب در عضله بیش از گناد، پوست، کبد و کلیه بود. اختلاف بین بافت‌ها از نظر تجمع منیزیم معنی‌دار بود ($p<0/05$). منگنز (Manganese) در تمام بافت‌ها یافت شد، اما میانگین آن در پوست بیش از کبد، عضله، گناد و کلیه بود. اختلاف بین بافت‌ها از نظر تجمع منگنز معنی‌دار بود ($p<0/05$). نیکل (Nickel) نیز در تمام بافت‌ها سنجش شد، میانگین آن به ترتیب در پوست بیش از گناد، کلیه، عضله و کبد بود. اختلاف بین بافت‌ها از نظر تجمع نیکل معنی‌دار نبود ($p>0/05$). سرب (Lead) نیز در تمام بافت‌ها سنجش شد، اما درصد آلودگی در پوست و کلیه و گناد بیش از عضله و کبد بود. بیش‌ترین میانگین آن به ترتیب در کلیه، کبد، گناد، پوست و عضله مشاهده شد. اختلاف بین بافت‌ها معنی‌دار بود ($p<0/05$). وانادیوم (Vanadium) در پوست، گناد و کبد مشاهده شد، اما در بافت‌های کلیه و عضله مشاهده نشد. بیش‌ترین میانگین آن به ترتیب در گناد، کبد و پوست مشاهده شد. اختلاف بین بافت‌ها از نظر تجمع وانادیوم معنی‌دار بود ($p<0/05$). روی (Zinc) نیز در تمام بافت‌ها و در تمام (100%) نمونه‌ها سنجش شد. بیش‌ترین میانگین آن به ترتیب در گناد، پوست، کبد، عضله و کلیه مشاهده شد. اختلاف بین بافت‌ها از نظر تجمع روی معنی‌دار بود ($p<0/05$) (جدول ۵) (شکل ۲). نقره (Silver) تنها در ۱ نمونه دوساله مشاهده شد که مقدار آن $0/5\text{ ppm}$ بود. آلومینیم (Aluminium) در تمام سنین یافت شد، اما میانگین آن به ترتیب در سه ساله‌ها بیش از یک و دوساله‌ها بود. اختلاف بین سنین از نظر تجمع آلومینیم معنی‌دار بود ($p<0/05$). بررسی همبستگی بین سن ماهیان با تجمع فلز در بافت شگ‌ماهی دریایی نشان داد که ارتباط منفی در مورد فلز آلومینیم با سن ماهیان وجود دارد ($R=-0/01$)، به‌طوری‌که با افزایش سن، تجمع آلومینیم در بافت کاهش می‌یابد آرسنیک (Arsenic) در تمام سنین یافت شد، اما میانگین آن به ترتیب در سه ساله‌ها بیش از یک و دوساله‌ها بود. اگرچه اختلاف بین سنین از نظر تجمع آرسنیک معنی‌دار بود ($p<0/05$). ارتباط مثبت در مورد فلز آرسنیک با



- from sinop-Icliman. Turkey. Human & Experimental Toxicology. Vol. 22, pp: 85-87.
۹. **Canli, M. and Atli, G., 2003.** The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Environmental Pollution*. Vol. 121, pp: 129-136.
 ۱۰. **Muramoto, S., 1983.** Elimination of copper from Cu-contaminated fish by long term exposure to EDTA and freshwater. *Journal Environmental Science Health*. Vol. 18, No. 3, pp: 455-461.
 ۱۱. **Neugebauer, E.A.; Sans Cartier, G.L. and Wakeford, B.J., 2000.** Methods for the determination of metals in wildlife tissues using various atomic absorption spectrophotometry techniques. *Canadian Wildlife Service*. 65 p.

سرب (Lead) در سه ساله‌ها مشاهده نشد، اما درصد آلودگی در دوساله‌ها (۰/۹۷/۰۷٪) بیش از یک ساله‌ها (۰/۷۵٪) بود. بیشترین میانگین آن نیز در دوساله‌ها و سپس یک ساله‌ها مشاهده شد. اختلاف بین گروه‌های سنی از نظر تجمع سرب معنی‌دار بود ($p < 0/05$). بررسی همبستگی بین سن ماهیان با تجمع فلز در بافت شگ ماهی دریایی نشان داد که ارتباط مثبت در مورد فلز سرب با سن ماهیان وجود دارد ($R = 0/06$)، به طوری که با افزایش سن، تجمع سرب در بافت افزایش می‌یابد.

وانادیوم (Vanadium) فقط در ۳ نمونه یک ساله و ۱ نمونه دوساله مشاهده شد که مقدار آن به ترتیب ۰/۱، ۰/۱، ۰/۱ و ۰/۰۱ ppm بود. روی (Zinc) نیز در تمام سنین سنجش شد. بیشترین میانگین آن نیز در دوساله‌ها و سپس سه ساله‌ها و یک ساله‌ها مشاهده شد. اختلاف بین گروه‌های سنی از نظر تجمع روی معنی‌دار بود ($p < 0/05$). ارتباط مثبت در مورد فلز روی با سن ماهیان وجود داشت ($R = 0/17$)، به طوری که با افزایش سن، تجمع روی در بافت افزایش می‌یابد (جدول ۶).

تشکر و قدرانی

این مقاله مستخرج از طرح، با حمایت مرکز تحقیقات حوضه دریای خزر-دانشگاه گیلان با شماره طرح ۲۱۱۹۵۱۷۰ می‌باشد.

منابع

۱. **Stolberg, F.; Borysova, O.; Mitrofanov, I.; Barannik, V. and Eghtesadi, P., 2006.** Global international water assessment. 14 p.
۲. **Plaskett, D. and Potter, I., 1979.** Heavy metal concentrations in the muscle tissue of 12 species of teleosts from cockburn sound, Western Australia. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*. Vol. 30, No. 5, pp: 607.
۳. **Mohammadnabizadeh, S.; Pourkhabbaz, A.; Afshari, R. and Nowrouzi, M., 2012.** Concentrations of Cd, Ni, Pb, and Cr in the two edible fish species *Liza klunzingeri* and *Sillago sihama* collected from Hara biosphere in Iran. *Toxicological & Environmental Chemistry*. Vol. 94, No. 6, pp: 1144-1151.
۴. **Mance, G., 1990.** Pollution threat of heavy metals in aquatic environments. Elsevier, London.
۵. **Adriano, D.C., 1986.** Trace element in the terrestrial environment. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 536 p.
۶. **Coad, B.W., 2012.** The freshwater fishes of Iran. Adopted from www.Briancoad.com
۷. **Dural, M.; Goksu, Z.L. and Ozark, A.A., 2007.** Investigation of heavy metal levels in economically important fish species captured from the Tuzla Lagoon. *Food Chemistry*. Vol. 102, pp: 415-421.
۸. **Filazi, A.; Baskaya, R. and Kum, C., 2003.** Metal concentration in tissues of the Black Sea fish *Mugil auratus*



Trace elements contamination in *Alosa braschnikowi* of the southern basins of Caspian Sea - Guilan Province

Masoud Sattari*: Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Someh Sara, Iran

Department of Marine Science, Caspian Sea Basin Research Center, University of Guilan, Rasht, Iran

Javid Imanpour Namin: Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Someh Sara, Iran

Mehdi Bibak: Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Someh Sara, Iran

Mohammad Forouhar Vajargah: Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Someh Sara, Iran

Mohammadhosein Mazareiy: Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Someh Sara, Iran

Received: May 2019

Accepted: August 2019

Key words: Trace elements, Condition Factor, Guilan Province, *Alosa braschnikowi*, ICP-OES

Abstract

In this study, 34 different elements, including toxic and non-toxic heavy metals in the liver, muscle, gonad, kidney and skin of the *Alosa braschnikowi* were investigated. also, the relationship between aggregation of these elements with growth parameters (age and length) and physiological indices (Condition Factor, relative weight and Hepatosomatic index) were investigated. Some 74 specimens of fish were caught during fishing season (2017-2018) were prepared from three stations Astara, Anzali and Kiashahr on the south-west coastlines of the Caspian Sea. trace elements detection was performed by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-OES). The difference between the tissues was significant in terms of concentration of metals, so that the maximum mean of chromium, molybdenum and Strontium metals in muscle, aluminum, arsenic, barium, manganese, vanadium and nickel in skin, cadmium, cobalt, lithium and lead in the kidney, copper and iron were found in liver and zinc metal in gonad tissue. In all five tissues of muscle, skin, kidney, liver and gonad, the highest concentrations of metals were iron and the lowest concentrations of metals were barium, nickel and cadmium. Investigation of the association of metals concentration in tissues with growth parameters (length and age) showed that there is a significant positive correlation between arsenic, cadmium, cobalt, chromium, copper, iron, manganese, Strontium and zinc metals with the growth parameters, and the strongest positive relationship and significant between copper with age ($p < 0.05$, $r = 0.40$). also, there was a positive correlation between arsenic, iron, aluminum, barium, chromium, copper, lithium, molybdenum, manganese, nickel, lead and strontium with the physiological indices, which had the strongest positive and significant relation between lithium metal and liver index ($p < 0.05$, $r = 0.57$).

