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 ، صومعه‌سرا، ایران
  گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
- **جاوید ایمانپورنمین**: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان ، صومعه‌سرا، ایران
- **مهدی بی‌باک**: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان ، صومعه‌سرا، ایران
- **محمد فروهرواجارگاه**: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان ، صومعه‌سرا، ایران
- **محمدحسین مزارعی**: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان ، صومعه‌سرا، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۸

چکیده

در این مطالعه ۳٤ عنصر مختلف ازجمله 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 شاخص‌های فیزیولوژیک (ضریب چاقی، وزن نسبی و شاخص کبدی) مورد بررسی قرار گرفت. تعداد ۷٤ عدد ماهی در فصول صیادی (پاییز ۹٦ – بهار ۹۷) از سه ایستگاه آستارا، انزلی و کیاشهر در سواحل جنوبی دریای خزر تهیه شد. اندازه‌گیری عناصر با استفاده از دستگاه ICP- OES انجام گرفت. اختلاف بین بافت‌ها ازنظر تجمع غلظت فلزات معنی‌دار بود به‌طوری‌که حداکثر میانگین غلظت فلزات کروم، مولیبدن و استرونسیوم 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 بافت‌ها با پارامترهای رشد (طول و سن) نشان داد که بین فلزات آرسنیک، کادمیم، کبالت، کروم، مس، آهن، منگنز، استرونسیوم و روی با پارامترهای رشد همبستگی مثبت معنی‌دار وجود دارد و قوی‌ترین رابطه مثبت و معنی‌دار بین فلز مس با سن بود ($p<0/05$، $R=0/40$). هم‌چنین بین فلزات آرسنیک، آهن، آلومینیم، باریم، کروم، مس، لیتیوم، مولیبدن، منگنز، نیکل، سرب و استرونسیوم با شاخص‌های فیزیولوژیک همبستگی مثبت وجود داشت.

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

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: msattari647@gmail.com

(DOI): 10.22034/aej.2020.112706

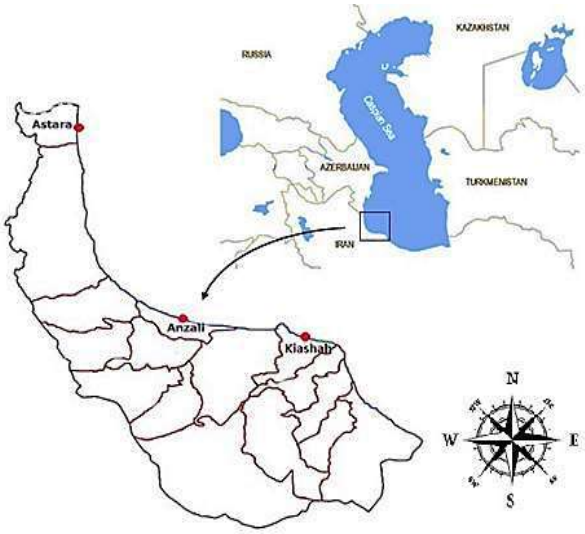
مقدمه

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 ′۱۳ °۴۷ و′۳۶ °۳۴ شمالی و طول‌های جغرافیایی ′۳۸ °۴۶ و ′۴۴ °۵۴ 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 پرآبی، 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 (لکزایی و همکاران، ۱۳۹۴). چنان‌چه میزان این عناصر به‌دلایل گوناگونی از حدود معینی فراتر رود باعث به‌مخاطره افتادن حیات آبزیان 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 آبزیان تجمع یافته و درنهایت وارد زنجیره غذایی می‌شوند. میزان جذب و تجمع عناصر سنگین در آبزیان به‌ویژه در ماهیان تابعی از شرایط اکولوژیک، فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آب، نوع عنصر و فیزیولوژی بدن جاندار است (Wicker و Gantt، ۱۹۹۴؛ Plaskett و Potter، 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 آبزیان 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 آبزیان 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 زرده سازی و از بین رفتن لاروها و تغییر شکل مرحله بعد از لاروی و درنهایت 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). به‌طورکلی جذب عناصر سنگین توسط آبزیان 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 زمانی‌که تغییرات شدید پارامترهای شیمیایی مثل pH در محیط ایجاد نگردد، به‌حالت غیرمحلول باقی‌مانده و تأثیر منفی بر حیات آبزیان نخواهند داشت. در بین آبزیان، 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 ازنظر 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 تکامل‌یافته 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 براشنیکوی از انواع سخت‌پوستان، زئوپلانکتون ها، حشرات، نرم‌تنان و ماهیان کوچک (شیشه ماهیان، کیلکا ماهیان و گاو ماهیان) تغذیه می‌کند (Coad، ۲۰۱۲). ازاین‌رو 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 واردشده به این پهنه آبی ازجمله فاضلاب‌های شهری، صنعتی و پساب‌های کشاورزی که حاوی فلزات سنگین بوده و بر روی حیات آبزیان 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.

(DOI): 10.22034/aej.2020.112706

مواد و روش‌ها

برای انجام این مطالعه سه ایستگاه، کیاشهر (محل پیست موتور سواری‌با عرض جغرافیایی ۳۷,۴۲۸۸۲۲طول 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 نمونه‌های‌جمع‌آوری‌شده، 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 درنهایت 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 آون ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت خشک شد. بعداز 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 درزیرلوپ، سن‌نمونه‌هابراساس‌حلقه‌های 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 $^{\circ}C$ قرار داده شد. جهت هضم شیمیایی نمونه‌ها از اسید نیتریک (HNO_3,Merck,%65) و اسید پرکلریک ($HCLO_4$,Merck,%60) به‌نسبت‌حجمی ۲:۱استفاده‌شد(Canliو Atli، ۲۰۰۳؛Muramoto، ۱۹۹۳). نمونه‌ها به‌مدت ۴-۳ ساعت تا زمان هضم کامل بر روی حمام آبی باقی ماندند. برای فیلتر کردن نمونه‌های هضم شده از کاغذصافی(wathman-۴۲)استفاده‌شد. نمونه‌ها پس از رقیق‌سازی با اسیدنیتریک 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 رابطه‌میزان تجمع فلزات‌سنگین با طول ماهی، سن، ضریب چاقی، وزن‌نسبی و شاخص کبد ازضریب‌همبستگی Pearsonاستفاده شد. ارتباط تجمع فلزات‌سنگین با سن، میزان ضریب چاقی(معادله ۱) و شاخص وزن کبد(معادله ۲)و وزن نسبی (معادله ۳) بررسی شد.

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

$CF = \frac{W}{L^3} \times ۱۰۰$ (معادله ۱)

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

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

$HSI = \frac{w}{W} \times ۱۰۰$ (معادله ۲)

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

وزن‌نسبی(Relative weight (Wr (Anderson و Neumann، ۱۹۹۶)

$W_r = \frac{w}{w_s} \times ۱۰۰$ (معادله ۳)

w=وزن نمونه موردنظر، w_s=وزن مورد انتظار، W_r= وزن نسبی (گرم)

نتایج

درمجموع ۷۴ عدد ماهی از سه ایستگاه کیاشهر، آستارا و انزلی تهیه شد. تعداد نمونه‌های ایستگاه کیاشهر، آستارا و انزلی به‌ترتیب

(DOI): 10.22034/aej.2020.112706

۱۹، ۲۲ و ۳۳ عدد بود. حداقل و حداکثر مقدار طول در نمونه‌های کیاشهر، آستارا و انزلی به‌ترتیب ۳۷-۲۸، ۴۲-۱۸ و ۴۱-۲۱ بود. حداقل و حداکثر مقدار وزن در نمونه‌های کیاشهر، آستارا و انزلی به ترتیب ۵۱۵-۱۷۵، ۸۱۰-۴۵ و ۶۵۰-۸۵ بود. نمونه‌های کیاشهر میانگین طولی و وزنی بیش‌تری نسبت به دو ایستگاه دیگر داشت (جداول ۱ تا ۳). شگ‌ماهیان صیدشده در دامنه سنی ۳-۱ ساله بودند. میانگین و دامنه، ضریب چاقی، وزن نسبی و شاخص کبدی محاسبه شد (جدول ۴). رابطه غلظت عناصر (Al، Ag، As، Ba، Be، Bi، Ca، Cd، Ce، Co، Cr، Cu، Fe، K، La، Li، Mg، Mn، Mo، Na، Ni، P، Rb، Sb، S، Pb، Si، Sn، Sr، Th، Ti، V، W و Zn) با پارامترهای رشد اندازه‌گیری شد. ارتباط بین غلظت عناصر با سن و طول شگ ماهی دریایی بررسی شد (جداول ۵ و ۶) (شکل‌های ۲ و ۳).

جدول ۱: نتایج حاصل از زیست‌سنجی شگ‌ماهی دریایی در ایستگاه کیاشهر

مقادیر (تعداد = ۱۹)	وزن کل (گرم)	طول کل (سانتی‌متر)	طول چنگالی (سانتی‌متر)	طول استاندارد (سانتی‌متر)	طول سر (سانتی‌متر)	طول پوزه (سانتی‌متر)	قطر چشم (سانتی‌متر)	ارتفاع بدن (سانتی‌متر)	ضخامت بدن (سانتی‌متر)
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 زیست‌سنجی شگ‌ماهی دریایی در ایستگاه آستارا

مقادیر (تعداد = ۲۲)	وزن کل (گرم)	طول کل (سانتی‌متر)	طول چنگالی (سانتی‌متر)	طول استاندارد (سانتی‌متر)	طول سر (سانتی‌متر)	طول پوزه (سانتی‌متر)	قطر چشم (سانتی‌متر)	ارتفاع بدن (سانتی‌متر)	ضخامت بدن (سانتی‌متر)
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 زیست‌سنجی شگ‌ماهی دریایی در ایستگاه انزلی

مقادیر (تعداد = ۳۳)	وزن کل (گرم)	طول کل (سانتی‌متر)	طول چنگالی (سانتی‌متر)	طول استاندارد (سانتی‌متر)	طول سر (سانتی‌متر)	طول پوزه (سانتی‌متر)	قطر چشم (سانتی‌متر)	ارتفاع بدن (سانتی‌متر)	ضخامت بدن (سانتی‌متر)
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 شگ‌ماهی دریایی

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

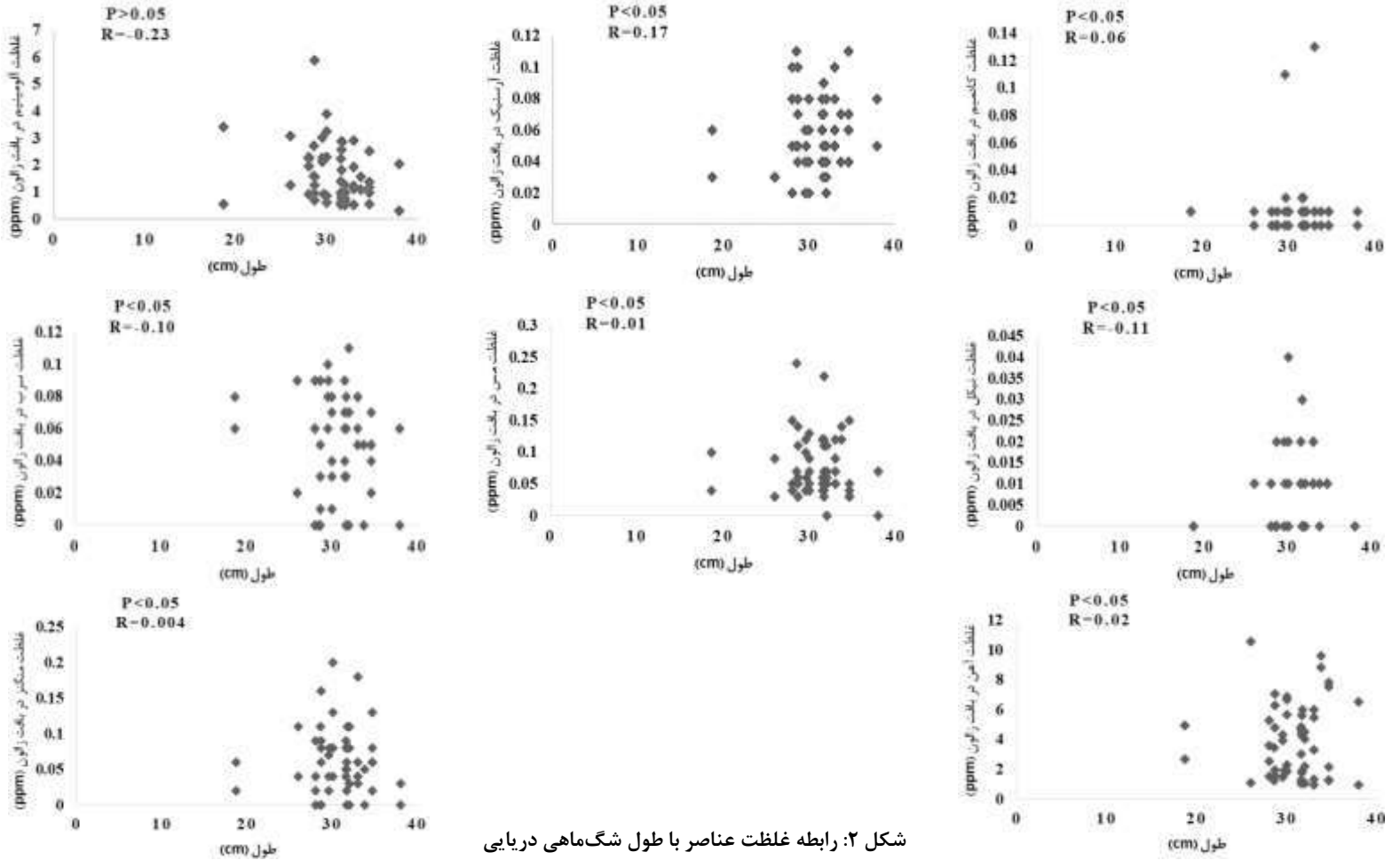
جدول ۵: غلظت عناصر کمیاب (میانگین ± انحراف معیار) و درصد آلودگی برحسب ppm در بافت‌های مختلف شگ‌ماهی دریایی

عناصر	کبد	شیوع (٪) آلودگی	عضله	شیوع (٪) آلودگی	گناد	شیوع (٪) آلودگی	پوست	شیوع (٪) آلودگی	کلیه	شیوع (٪) 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±۰/۱۹۶^{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	۶۴/۲۸	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	۱۳۶/۰۷±۶۶/۰۴	۱۰۰	۱۰۸/۰۷±۳۸/۶۳	۱۰۰	۱۲۳/۱۲±۵۷/۵۰	۱۰۰	۸۰/۸±۲۰/۶۹	۱۰۰
Cd	۰/۰۱±۱/۸۳e-۱۸^{b}	۶۶/۶۶	۰/۰۱±۰^{b}	۱۴/۲۸	۰/۰۱±۰/۰۰۴^{b}	۶۲/۵	۰/۰۱±۰^{b}	۶۶/۶۶	۰/۰۴±۰/۰۴^{a}	۱۰۰
Ce	ND	ND	ND	ND	ND	ND	۰/۰۱±۰	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±۰/۰۲	۱۰۰	۰/۰۵±۰/۰۳	۱۰۰	۰/۰۵±۰/۰۱	۱۰۰	۰/۰۲±۰/۰۹	۱۰۰	۰/۰۴±۰/۰۰۷	۱۰۰
Cu	۰/۱۲±۰/۰۳^{a}	۹۳/۳۳	۰/۰۶±۰/۰۵^{a,b}	۹۲/۸۵	۰/۰۵±۰/۰۱^{b}	۱۰۰	۰/۰۵±۰/۰۳^{b}	۱۰۰	۰/۰۹±۰/۰۳^{a,b}	۱۰۰
Fe	۵/۶۸±۲/۵۱^{a}	۱۰۰	۱/۶۳±۱/۰۱^{b}	۱۰۰	۲/۲۴±۱/۰۰۰۱^{b}	۱۰۰	۴/۷۸±۲/۰۸^{a}	۱۰۰	۴/۹۲±۲/۰۰۹^{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	۰/۱±۰	۶/۶۶	ND	ND	۰/۱±۰	۱۲/۵	۰/۱±۰	۲۲/۲۲	ND	ND
Li	۰/۱±۰/۰۰۵	۶/۶۶	۰/۱±۰	۱۴/۲۸	۰/۰۲±۰/۰۱	۲۵	۰/۰۲±۰/۰۱	۳۳/۳۳	۰/۰۲±۰	۱۲/۵
Mg	۱۳/۴۳±۶/۴۹	۱۰۰	۲۲/۸۹±۶/۳۲	۱۰۰	۱۶/۴۷±۳/۳۰	۱۰۰	۱۴/۲۴±۶/۹۱	۱۰۰	۹/۹۲±۶/۳۵	۱۰۰
Mn	۰/۰۶±۰/۰۲^{b}	۱۰۰	۰/۰۶±۰/۰۲^{b}	۱۰۰	۰/۰۵±۰/۰۲^{b}	۱۰۰	۰/۱۲±۰/۰۵^{a}	۱۰۰	۰/۰۳±۰/۰۱^{b}	۱۰۰
Mo	۰/۰۱±۱/۸۳e-۱۸	۶۶/۶۶	۰/۰۲±۰/۰۲	۲۱/۴۲	۰/۰۱±۰	۷۵	۰/۱±۰	۶۶/۶۶	۰/۰۱±۰/۰۰۳	۱۰۰
Na	۶۵/۹۳±۱۶/۱۸^{a}	۱۰۰	۶۲/۳۱±۴۳/۲۱^{a,b,c}	۱۰۰	۴۲/۱±۱۱/۰۹^{b,c}	۱۰۰	۲۸/۹۲±۸/۵۶^{c}	۱۰۰	۵۳/۱۷±۲۲/۹۱^{a,b}	۱۰۰
Ni	۰/۰۱±۰^{b}	۳۳/۳۳	۰/۰۱±۰/۰۰۷^{a,b}	۵۷/۱۴	۰/۰۱±۰/۰۰۸^{a,b}	۶۲/۵	۰/۰۱±۰/۰۱^{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	۲۱۸/۸۷±۴۸/۲^{a,b}	۱۰۰	۱۲۰/۵۱±۵۴/۱۸^{c}	۱۰۰	۱۱۱/۷۵±۴۲/۸۳^{c}	۱۰۰
Pb	۰/۶۸±۰/۳۷	۹۳/۳۳	۰/۷۳±۰/۲۷	۸۵/۷۱	۰/۶۶±۰/۹۵	۱۰۰	۰/۸۷±۰/۴۱	۱۰۰	۱/۰۱±۰/۴۰	۱۰۰
Rb	۰/۰۳±۰/۰۳	۸۶/۶۶	۰/۰۴±۰/۰۴	۱۰۰	۰/۰۱±۰/۰۳	۱۰۰	۰/۰۲±۰/۰۱	۱۰۰	۰/۰۲±۰/۰۱	۱۰۰
S	۱۸۴/۰۱±۱۹۷/۲۳	۱۰۰	۱۹۳/۳۰±۲۰۷/۱۳	۱۰۰	۱۰۳±۱۹۲	۱۰۰	۳۰۴/۸۸±۳۶۷/۶۰	۱۰۰	۱۴۴/۱۲±۲۷/۲۹	۱۰۰
Sb	۰/۰۷±۰/۰۱^{a,b}	۶۶/۶۶	۰/۰۲±۰/۰۱^{b}	۷۱/۴۲	۰/۰۱±۰/۱۱	۱۰۰	۰/۰۵±۰/۰۲^{a}	۱۰۰	۰/۰۲±۰/۰۱^{a}	۱۰۰
Si	۰/۳۸±۰/۱۴	۱۰۰	۰/۴۲±۰/۱۷	۱۰۰	۰/۰۸±۰/۳۳	۱۰۰	۰/۳۱±۰/۱۶	۱۰۰	۰/۸۷±۱/۷۸	۱۰۰
Sn	۰/۰۶±۰/۰۲	۶۶/۶۶	۰/۰۷±۰/۰۳	۷۱/۴۲	۰/۰۲±۰/۱۲	۱۰۰	۰/۰۹±۰/۰۴	۱۰۰	۰/۰۴±۰/۰۱	۱۰۰
Sr	۰/۱۰±۰/۰۷^{a,b}	۱۰۰	۰/۲۲±۰/۱۷^{a}	۱۰۰	۰/۰۷±۰/۰۲^{b}	۱۰۰	۰/۱۲±۰/۰۴^{a,b}	۱۰۰	۰/۰۳±۰/۰۱^{b}	۱۰۰
Th	۰/۰۶±۰/۰۲^{b}	۶۶/۶۶	۰/۰۶±۰/۰۲^{b}	۷۱/۴۲	۰/۰۴±۰/۰۱^{a,b}	۱۰۰	۰/۰۸±۰/۰۳^{a}	۱۰۰	۰/۰۵±۰/۰۳^{a,b}	۱۰۰
Ti	۰/۰۳±۰/۰۱^{b}	۶۶/۶۶	۰/۰۳±۰/۰۱^{b}	۷۱/۴۲	۰/۰۲±۰/۰۱^{b}	۱۰۰	۰/۱۸±۰/۱۰^{a}	۱۰۰	۰/۰۲±۰/۰۲^{b}	۸۷/۵
V	۰/۱±۰	۶/۶۶	ND		۰/۱±۰	۱۲/۵	۰/۱±۰	۲۲/۲۲	ND	
W	۰/۱±۰^{c}	۲۰	ND		۰/۰۴±۰/۰۲^{a}	۱۰۰	۰/۰۲±۰/۰۱^{b}	۶۶/۶۶	۰/۰۱±۰^{c}	۲۵
Zn	۱/۲۷±۰/۴۱^{b,c}	۱۰۰	۰/۷۵±۰/۶۴^{c}	۱۰۰	۴/۲۷±۱/۴۴^{a}	۱۰۰	۲/۲۸±۱/۳۱^{b}	۱۰۰	۰/۷۲±۰/۳۶^{c}	۱۰۰

(DOI): 10.22034/aej.2020.112706

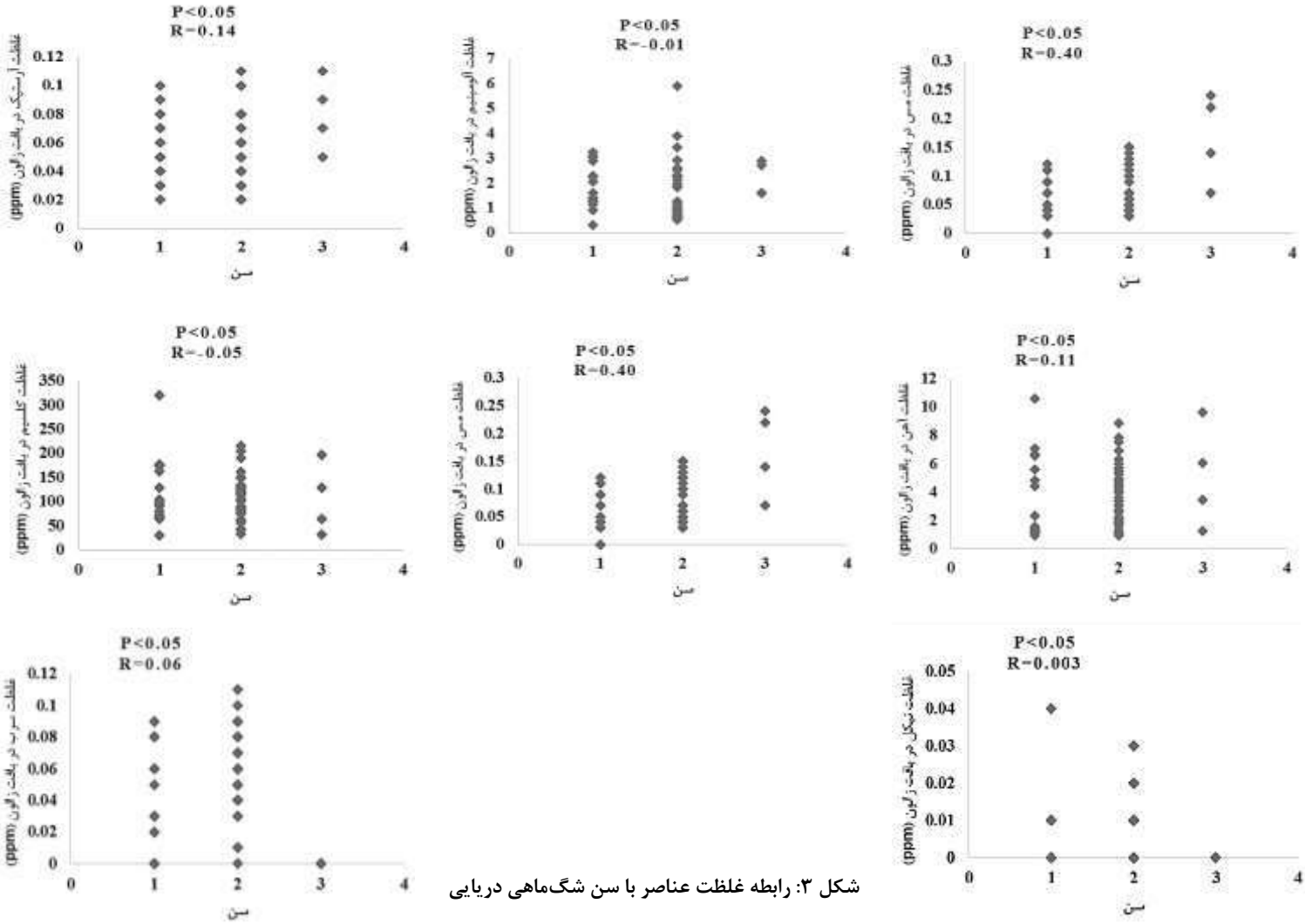
جدول ۶: غلظت عناصر کمیاب (میانگین ± انحراف معیار) و درصد آلودگی برحسب ppm در سنین مختلف شگ‌ماهی دریایی

سن	یک‌ساله (n=۱۶)		دوساله (n=۳۴)		سه‌ساله (n=۴)	
عناصر	میانگین±انحراف معیار	درصد تجمع	میانگین±انحراف معیار	درصد تجمع	میانگین±انحراف معیار	درصد تجمع
Ag	ND	ND	۰/۵±۰	۲/۹۴	ND	ND
Al	۱/۸۷±۰/۸۷	۱۰۰	۱/۵۹±۱/۱۷	۱۰۰	۲/۱۹±۰/۶۹	۱۰۰
As	۰/۰۵±۰/۰۲^{a,b}	۱۰۰	۰/۰۵±۰/۰۲^{a,b}	۱۰۰	۰/۰۸±۰/۰۲^{a}	۱۰۰
Ba	۰/۰۱±۰/۰۰۴^{a,b}	۶۸/۷۵	۰/۰۱±۰/۰۰۳a	۹۱/۱۷	ND	ND
Be	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Bi	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ca	۱۱۴/۱۷±۶۸/۷۰^{b}	۱۰۰	۱۰۹/۳±۴۳/۷۱^{b}	۱۰۰	۱۰۴/۸۷±۷۳/۰۴^{a}	۱۰۰
Cd	۰/۰۱±۰/۰۰۳	۴۳/۷۵	۰/۰۲±۰/۰۳	۷۰/۸۵	ND	ND
Ce	۰/۰۱±	۶/۲۵	۰/۰۱±	۲/۹۴	ND	ND
Co	۰/۰۱±۰/۰۰۵	۳۱/۲۵	۰/۰۱±۰/۰۰۵	۵۰	ND	ND
Cr	۰/۰۵±۰/۰۲^{a,b}	۱۰۰	۰/۰۴±۰/۰۱b	۱۰۰	۰/۰۶±۰/۰۳^{a}	۱۰۰
Cu	۰/۰۶±۰/۰۳^{b}	۸۷/۵	۰/۰۷±۰/۰۳b	۱۰۰	۰/۱۶±۰/۰۷^{a}	۱۰۰
Fe	۳/۶۲±۲/۹۵	۱۰۰	۳/۸۲±۲/۱۲	۱۰۰	۵/۰۷±۳/۶۰	۱۰۰
K	۱۸۴/۰۶±۱۰۱/۹۰	۱۰۰	۱۷۵/۳۱±۷۸/۵۲	۱۰۰	۱۹۹/۴±۳۲/۴۳	۱۰۰
La	۰/۰۵±۰/۰۵^{a,b}	۲۵	ND	ND	ND	ND
Li	۰/۰۱±۰/۰۱	۳۷/۵	۰/۰۱±۰/۰۸	۱۷/۶۴	ND	ND
Mg	۱۸/۲۶±۱۰/۱۶	۱۰۰	۱۴/۰۵±۴/۸۵	۱۰۰	۲۲/۸۵±۸/۵۰	۱۰۰
Mn	۰/۰۵±۰/۰۳	۱۰۰	۰/۰۷±۰/۰۴	۱۰۰	۰/۱۱±	۱۰۰
Mo	۰/۰۱±۰/۰۳	۵۶/۲۵	۳/۵۵e-۱۸	۴۷/۶۴	۰/۰۶±	۲۵
Na	۶۳/۷۱±۴۰/۱۳	۱۰۰	۴۶/۲۶±۱۹/۵۰	۱۰۰	۷۲/۹±۲۰/۶۳	۱۰۰
Ni	۰/۰۱±۰/۰۱	۴۳/۷۵	۰/۰۱±۰/۰۶	۴۷/۶۴	ND	ND
P	۱۷۶/۴۵±۷۳/۰۲	۱۰۰	۱۶۱/۸۶±۵۹/۷۵	۱۰۰	۲۶۲/۸±۸۶/۵۶	۱۰۰
Pb	۰/۰۵±۰/۰۲^{a,b}	۷۵	۰/۰۶±۰/۰۲^{a}	۹۷/۰۵	ND	ND
Rb	۰/۷۷±۰/۴۵^{a,b}	۹۳/۷۲	۰/۸۵±۰/۲۶^{a}	۱۰۰	۰/۲۷±۰/۰۶^{c}	۵۰
S	۱۳۱/۶۲±۲۹/۱۷^{a,b}	۱۰۰	۲۲۴/۹۲±۲۶۰/۲۸^{b}	۱۰۰	۱۸۳±۴۸/۷۱^{a}	۱۰۰
Sb	۰/۰۴±۰/۰۴^{a,b}	۱۰۰	۰/۰۱±۰/۰۱^{b}	۹۴/۱۱	۰/۰۷±۰/۰۲^{a}	۱۰۰
Si	۰/۳۸±۰/۲۱	۱۰۰	۰/۴۶±۰/۸۶	۱۰۰	۰/۳۵±۰/۰۹	۱۰۰
Sn	۰/۰۸±۰/۰۳^{a,b}	۱۰۰	۰/۰۶±۰/۰۳ -^{a,b}	۹۷/۰۵	ND	ND
Sr	۰/۱۶±۰/۱۴	۱۰۰	۰/۰۸±۰/۰۷	۱۰۰	۰/۲۶±۰/۱۶	۱۰۰
Th	۰/۰۶±۰/۰۳^{a,b}	۷۵	۰/۰۶±۰/۰۳^{a}	۹۷/۰۵	ND	ND
Ti	۰/۰۵±۰/۰۴	۶۸/۷۵	۰/۰۶±۰/۰۸	۹۷/۰۵	ND	ND
V	۰/۰۷±۰/۰۵^{a,b}	۱۸/۷۵	۰/۰۱±-^{b}	۲/۹۴	ND	ND
W	۰/۰۳±	۱۲/۵	۰/۰۳±۰/۰۲	۵۰	ND	ND
Zn	۱/۱۷±۰/۸۶	۱۰۰	۱/۹۱±۱/۷۱	۱۰۰	۱/۶۴±۰/۷۱	۱۰۰



شکل ۲: رابطه غلظت عناصر با طول شگ‌ماهی دریایی

(DOI): 10.22034/aej.2020.112706



شکل ۳: رابطه غلظت عناصر با سن شگ‌ماهی دریایی

بحث

تعداد ۳۴ عنصر مختلف ازجمله فلزات سنگین اصلی در پنج بافت کبد، عضله، گناد، پوست و کلیه شگ‌ماهی دریایی برحسب ppm اندازه‌گیری شد. نقره تنها در نمونه‌های گناد مشاهده شد. آلومینیم (Aluminium) در تمام بافت‌ها گزارش شد، اما میانگین آن به‌ترتیب در پوست بیش از، کبد، کلیه، عضله و گناد بود. اختلاف بین بافت‌ها نیز ازنظر تجمع آلومینیم‌معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). آرسنیک (Arsenic) در تمام بافت‌ها یافت شد، اما میانگین آن به‌ترتیب در پوست بیش از کبد، عضله، گناد و کلیه بود. اختلاف بین بافت‌ها نیز ازنظر تجمع آرسنیک معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). باریم (Barium) در تمام بافت‌ها مشاهده شد میانگین آن نیز به‌ترتیب در کلیه بیش از گناد، پوست، کبد و عضله بود. اختلاف بین بافت‌ها نیز ازنظر تجمع باریوم معنی‌دار نبود(p>۰/۰۵).بیسموت (Bismut) در هیچ‌یک از بافت‌ها مشاهده نشد (Not Detected). کلسیم (Calcium) در تمام بافت‌ها سنجش شد، اما میانگین تجمع به‌ترتیب در عضله بیش از پوست، گناد، کبد و کلیه بود. اختلاف بین نمونه‌ها در این بافت‌ها معنی‌دار بود (p<۰/۰۵) (جدول ۵)(شکل ۲). کادمیم (Cadmium) در تمام بافت‌ها مشاهده شد میانگین آن نیز به‌ترتیب در کلیه بیش از گناد، پوست، کبد و عضله بود. اختلاف بین بافت‌ها نیز ازنظر تجمع کادمیوم معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). سزیوم (Cesium) فقط در بافت پوست مشاهده شد. کبالت (Cobalt) در تمام بافت‌ها مشاهده شد. میانگین آن نیز به‌ترتیب در کلیه بیش از پوست، گناد، کبد و عضله بود. اختلاف بین بافت‌ها نیز ازنظر تجمع کبالت معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). کروم (Chromium) در تمام بافت‌ها سنجش شد، درصد آلودگی در تمام بافت‌ها ۱۰۰ درصد بود، اما میانگین تجمع به‌ترتیب در عضله بیش از کبد، پوست، گناد و کلیه،

(DOI): 10.22034/aej.2020.112706

بود. اختلاف بین نمونه‌ها در این بافت‌ها ازنظر تجمع کروم معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). مس (Copper) در تمام بافت‌ها مشاهده شد. میانگین آن نیز به‌ترتیب در کبد بیش از کلیه، عضله، گناد و پوست بود. اختلاف بین بافت‌ها نیز ازنظر تجمع مس معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). آهن (Iron) در تمام بافت‌ها یافت شد، اما میانگین آن نیز به‌ترتیب در کبد بیش از کلیه، پوست، گناد و عضله بود. اختلاف بین بافت‌ها ازنظر تجمع آهن معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). پتاسیم (Potassium) در تمام بافت‌ها و تمام (۱۰۰٪) نمونه‌ها یافت شد، اما میانگین آن نیز به‌ترتیب در گناد بیش از عضله، کبد، کلیه و پوست بود. اختلاف بین بافت‌ها ازنظر تجمع پتاسیم معنی‌دار بود (p<۰/۰۵) (جدول ۵) (شکل ۲). منیزیوم (Magnesium) در تمام بافت‌ها یافت شد، اما میانگین آن به‌ترتیب در عضله بیش از گناد، پوست، کبد و کلیه بود. اختلاف بین بافت‌ها ازنظر تجمع منیزیوم معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). منگنز (Manganese) در تمام بافت‌ها یافت شد، اما میانگین آن در پوست بیش از کبد، عضله، گناد و کلیه بود. اختلاف بین بافت‌ها ازنظر تجمع منگنز معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). نیکل (Nickel) نیز در تمام بافت‌ها سنجش شد، میانگین آن به‌ترتیب در پوست بیش از گناد، کلیه، عضله و کبد بود. اختلاف بین بافت‌ها ازنظر تجمع نیکل معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵). 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 به‌ترتیب در کلیه، کبد، گناد، پوست و عضله مشاهده شد. اختلاف بین بافت‌ها معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). وانادیوم (Vanadium) در پوست، گناد و کبد مشاهده شد، اما در بافت‌های کلیه و عضله مشاهده نشد. بیش‌ترین میانگین آن به‌ترتیب در گناد، کبد و پوست مشاهده شد. اختلاف بین بافت‌ها ازنظر تجمع وانادیوم معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). روی (Zinc) نیز در تمام بافت‌ها و در تمام (۱۰۰ ٪) نمونه‌ها سنجش شد. بیش‌ترین میانگین آن به‌ترتیب در گناد، پوست، کبد، عضله و کلیه مشاهده شد. اختلاف بین بافت ها ازنظر تجمع روی معنی‌دار بود (p<۰/۰۵) (جدول۵)(شکل ۲). نقره (Silver) تنها در ۱ نمونه دوساله مشاهده شد که مقدار آن ۰/۵ ppm بود. آلومینیم (Aluminium) در تمام سنین یافت شد، اما میانگین آن به‌ترتیب در سه‌ساله‌ها بیش از یک و دوساله‌ها بود. اختلاف بین سنین ازنظر تجمع آلومینیم معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). 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= -۰/۰۱)، به‌طوری‌که با افزایش سن، تجمع آلومینیم در بافت کاهش می‌یابد آرسنیک (Arsenic) در تمام سنین یافت شد، اما میانگین آن به‌ترتیب در سه‌ساله‌ها بیش از یک و دوساله‌ها بود. اگرچه اختلاف بین سنین ازنظر تجمع آرسنیک معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). ارتباط مثبت در مورد فلز آرسنیک با سن ماهیان وجود داشت (R=۰/۱۴)، کلسیم (Calcium) در تمام سنین مشاهده شد اما میانگین آن به‌ترتیب در یک‌ساله‌ها بیش از دو و سه‌ساله‌ها بود. اختلاف بین سنین مختلف ازنظر تجمع کلسیم معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). ارتباط منفی در مورد فلز کلسیم با سن ماهیان وجود دارد (R= -۰/۰۵)، به‌طوری‌که با افزایش سن، تجمع کلسیم در بافت کاهش می‌یابد (جدول ۶) (شکل ۳).

برخلاف این‌که کادمیوم در سنین سه‌ساله گزارش نشد اما درصد آلودگی در نمونه‌های دوساله (۷۰/۸۵ ٪) و در نمونه‌های یک‌ساله (۴۳/۷۵٪) مشاهده شد. میانگین آن در سنین دوساله بیش از یک‌ساله‌ها بود. اختلاف بین سنین ازنظر تجمع کادمیم معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). ارتباط مثبت در مورد فلز کادمیم با سن ماهیان وجود داشت (R=۰/۱۳)، به‌طوری‌که با افزایش سن، تجمع کادمیم در بافت افزایش می‌یابد. کروم (Chromium) حضور این عنصر در تمام گروه‌های سنی مشاهده شد و میانگین آلودگی به ترتیب در سه‌ساله‌ها بیش از یک و دوساله‌ها بود و بین این گروه‌های سنی اختلاف معنی‌دار نشان داد (p<۰/۰۵). ارتباط منفی در مورد فلز کروم با سن ماهیان وجود داشت (R= -۰/۰۴)، به‌طوری‌که با افزایش سن، تجمع کروم در بافت کاهش می‌یابد. مس (Copper) به‌ترتیب در سه‌ساله‌ها بیش از دو و یک‌ساله‌ها بود. اختلاف بین سنین ازنظر تجمع مس معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). 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=۰/۴۰)، به‌طوری‌که با افزایش سن، تجمع مس در بافت افزایش می‌یابد. آهن (Iron) حضور این عنصر در تمام گروه‌های سنی و تمام (۱۰۰ ٪) نمونه‌ها مشاهده شد و میانگین آلودگی نیز به‌ترتیب در سه‌ساله‌ها بیش از دو و یک‌ساله‌ها بود. اختلاف بین‌سنین ازنظر تجمع آهن معنی‌دار بود(p<۰/۰۵).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=۰/۱۱)، به‌طوری‌که با افزایش سن، تجمع آهن در بافت افزایش می‌یابد.

نیکل (Nickel) در نمونه‌های سه‌ساله مشاهده نشد، اما درصد آلودگی در سنین دوساله بیش از یک‌ساله‌ها بود. میانگین آن نیز در یک‌ساله‌ها بیش‌تر از دوساله‌ها بود. اختلاف بین گروه‌های سنی ازنظر تجمع نیکل معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). بررسی همبستگی بین سن ماهیان با تجمع فلز در بافت شگ‌ماهی دریایی نشان داد که ارتباط مثبت ضعیف در مورد فلز نیکل با سن ماهیان وجود دارد (R=۰/۰۰۳)، به‌طوری‌که با افزایش سن، تجمع نیکل در بافت افزایش می‌یابد (جدول ۶) (شکل ۳).

(DOI): 10.22034/aej.2020.112706

سرب (Lead) در سه‌ساله‌ها مشاهده نشد، اما درصد آلودگی در دوساله‌ها (۹۷/۰۷٪) بیش از یک‌ساله‌ها (۷۵٪) بود. بیش‌ترین میانگین آن نیز در دوساله‌ها و سپس یک‌ساله‌ها مشاهده شد. اختلاف بین گروه‌های سنی ازنظر تجمع سرب معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). بررسی همبستگی بین سن ماهیان با تجمع فلز در بافت شگ‌ماهی دریایی نشان داد که ارتباط مثبت در مورد فلز سرب با سن ماهیان وجود دارد (R=۰/۰۶)، به‌طوری‌که با افزایش سن، تجمع سرب در بافت افزایش می‌یابد.

وانادیوم (Vanadium) فقط در ۳ نمونه یک‌ساله و ۱ نمونه دوساله مشاهده شد که مقدار آن به‌ترتیب ۰/۱، ۰/۱، ۰/۰۱ و ۰/۰۱ ppm بود. روی (Zinc) نیز در تمام سنین سنجش شد. بیش‌ترین میانگین آن نیز در دوساله‌ها و سپس سه‌ساله‌ها و یک‌ساله‌ها مشاهده شد. اختلاف بین گروه‌های سنی ازنظر تجمع روی معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). ارتباط مثبت در مورد فلز روی با سن ماهیان وجود داشت (R=۰/۱۷)، به‌طوری‌که با افزایش سن، تجمع روی در بافت افزایش می‌یابد (جدول ۶).

تشکر و قدردانی

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 teleost's 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* 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.

(DOI): 10.22034/aej.2020.112706

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 ($p<0.05$, $r = 0.57$).

* Corresponding Author's email: msattari647@gmail.com