ارزیابی و مقایسه غلظت فلزات سنگین در بافت عضله میگوی رودخانه ای شرق (*Macrobrachium nipponense* De Haan, 1849) در رودخانه سیاه درویشان استان گیلان

محمد اتفاق دوست[1*]، حمید علاف نویریان[1]

*ettefaghdoost@phd.guilan.ac.ir

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، صندوق پستی ۱۱۴٤، گیلان، ایران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹٦ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۷

چکیده

در این تحقیق، میزان غلظت یازده عنصر (آرسنیک، آهن، جیوه، روی، سرب، سلنیوم، کادمیوم، کروم، مس، منگنز و نیکل) در بافت عضله ۴۰ عدد میگوی رودخانه ای شرق (*Macrobrachium nipponense*) جمع آوری شده بوسیله تله از رودخانه سیاه درویشان استان گیلان، توسط دستگاه طیف سنجی جذب اتمی Varian مورد بررسی قرار گرفتند. میزان کمترین و بیشترین غلظت فلزات سنگین به ترتیب: روی ۳۹/۶-۴۶/۷، مس ۲۴/۲-۲۸/۳، آهن ۱۵/۲۷-۱۸/۱۹، منگنز ۳/۳۶-۳/۸۲، سلنیوم ۰/۷۸-۰/۸۴، آرسنیک ۰/۶۱-۰/۷۴، سرب ۰/۳۴-۰/۴۱، نیکل ۰/۳۴-۰/۴۱، کروم ۰/۱۶-۰/۲۰، کادمیوم ۰/۱۲-۰/۱۵ و جیوه ۰/۰۶۹-۰/۰۷۸ میکروگرم بر گرم وزن خشک، مشاهده گردید. با توجه به نتایج این پژوهش، میانگین غلظت تمام عناصر در بافت عضله میگوی رودخانه ای شرق به جز آرسنیک و منگنز، کمتر از حد مجاز پیشنهاد شده توسط استاندارد جهانی FAO/WHO بودند.

لغات کلیدی: فلزات سنگین، میگوی رودخانه ای شرق، رودخانه سیاه درویشان، تجمع زیستی

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.8.0]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117995]

مقدمه

میگوی رودخانه‌ای شرق از جمله گونه های مهم آب شیرین (خانواده *Palaemonidae*) و اقتصادی جنس *Macrobrachium* می باشد که پراکنش وسیعی از آن ها در چین، ژاپن و نواحی دارای آب های شیرین و کم شور کشورهای جنوب شرقی آسیا، وجود دارد (Ding *et al.*, 2015). از جمله محل های زیست این میگو در کشور ایران، رودخانه سیاه درویشان می باشد که از رودخانه های مهم تالاب انزلی و دریای خزر است که از سرچشمه های گشت رودخان، نظر آلات، حیدر آلات و قلعه رودخان منشأ می گیرد (Ghaderi *et al.*, 2001) و در سال های گذشته بر اثر دخالت های انسانی نظیر فعالیت های کشاورزی و دامپروری، ورود فاضلاب های صنعتی و خانگی و... ترکیب عناصر آب این رودخانه با تغییرات عمده ای مواجه گردیده است (Ghafouri *et al.*, 2010). از همین جهت با افزایش گسترده فعالیت های انسانی در حاشیه رودخانه ها و در نتیجه احتمال آلوده شدن این منابع آبی به این عناصر، همچنین با توجه به میزان مصرف بالای عضله میگو و نقش مهمی که این بافت در قرار گیری آن در چرخه زیستی به وسیله مصرف آن توسط سایر گروه های زنجیره غذایی (بزرگنمایی زیستی) و در نهایت انتقال به سطوح بالاتر این زنجیره (تغذیه انسانی) دارد، لزوم ارزیابی تجمع این عناصر در عضله گونه مورد مطالعه احساس شد. از مطالعاتی که در این زمینه بر روی گونه های متفاوت میگو صورت گرفته است، می توان به پژوهش های شیرالی و قطب الدین (۱۳۹۴)، بر میگوهای پاسفید در مزارع پرورشی چوئبده آبادان، کوسج و همکاران (۱۳۹۶)، بر روی میگوهای سفید سرتیز صید شده از سواحل قشم، بندرخمیر و بندر لافت استان هرمزگان، Pourang و همکاران (۲۰۰۵)، بر میگوهای ببری سبز در بندر بوشهر و Kureishy (۱۹۹۳)، روی همین گونه در سواحل قطر، اشاره نمود. بنابراین در این پژوهش سعی گردید جهت مشاهده ترکیب فلزات سنگین بافت عضله در میگوی رودخانه ای شرق به عنوان یکی از گونه های دارای پتانسیل بالای مصرف، مشاهده میزان سلامت و امنیت تغذیه ای آن برای مصارف انسانی مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش کار

تهیه و آماده سازی نمونه ها: تعداد ۱۲۰ نمونه میگوی رودخانه ای شرق (*M. nipponense*) در تابستان سال ۱۳۹۵ با اندازه های متفاوت، از رودخانه سیاه درویشان (طول و عرض جغرافیایی ۳۰ ˚۴۹ شرقی، ۲۵ ˚۳۷ شمالی، ارتفاع از سطح دریا ۱۵- متر، صومعه سرا، گیلان، ایران؛ شکل ۱) به طور تصادفی توسط تله تاشونده[1] با اندازه چشمه ۵ میلی متر، صید و توسط یخدان یونولیتی حاوی پودر یخ به محل آزمایشگاه منتقل گردیدند. میگوها ابتدا توسط آب مقطر شستشو شدند تا آلودگی ها، پوشش لزج و ذرات خارجی جذب کننده فلزات، از لایه سطحی آن ها دفع شود. پس از بررسی نمونه ها، تعداد ۴۰ عدد میگوی سالم که از لحاظ مورفولوژی، تشخیص و شناسایی دقیق آن ها امکان پذیر بود، جدا شدند و مورد زیست سنجی دقیق قرار گرفتند. وزن میگوها با ترازوی دیجیتال Sartorius (CPA Series، Göttingen، Germany) با دقت ۰/۰۱ گرم و طول آن ها به وسیله کولیس Mitutoyo (series 503-501، Takatsu-ku، Japan) با دقت ۰/۱ میلی متر اندازه گیری و نتایج آن در جدول ثبت گردید. سپس بخش های اضافی نمونه ها (شامل پوسته کیتینی، امعا و احشاء) توسط تیغه ضدعفونی شده، جدا شدند و قسمت انتهایی (شکم) که شامل عضله بود، به طور کامل از آن خارج گردید. نمونه بافت های عضله، بسته بندی و شماره گذاری شدند و در خشک کن- انجمادی Zirbus (VaCo 5، Bad Grund، Germany) تحت دمای ۵۰- درجه سانتی گراد به مدت ۹-۱۰ ساعت، کاملا خشک گردیدند. نمونه بافت های خشک شده، به وسیله هاون چینی آزمایشگاهی به طور کامل پودر و سپس با HNO_3 ۱۰ درصد و آب دیونیزه Dw (کیمیا تهران اسید، تهران، ایران) شسته شدند. هضم شیمیایی بافت ها: برای هضم نمونه بافت عضله میگوها از روش

[1] Bait trap

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.8.0]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117995]

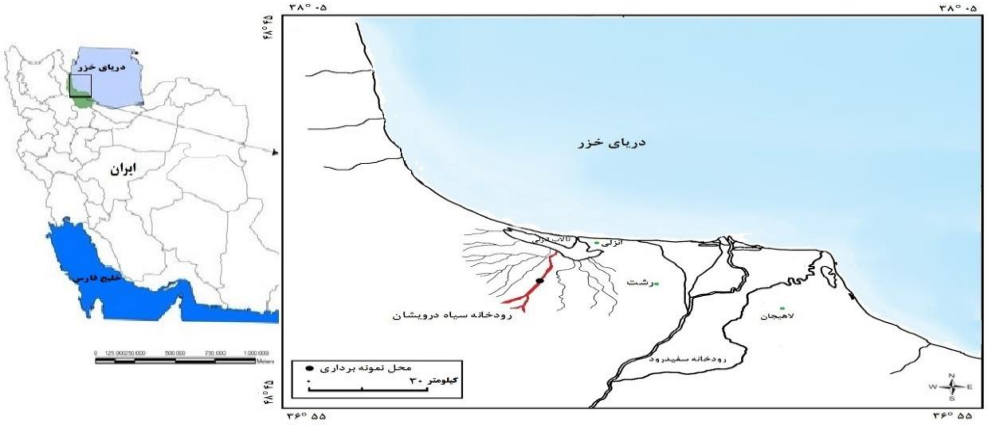
هضم بسته[1] استفاده گردید که در ابتدا ۱ گرم از بافت نمونه خشک شده، به وسیله ترازوی Sartorius (ED Series، Göttingen، Germany) با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین و به داخل لوله های دستگاه هضم کننده مایکروویو CEM (MARS 5، Matthews، USA) ریخته شد. سپس ۹ میلی لیتر HNO_3 خالص Merck Millipore (۶۵٪، Billerica، USA) به لوله ها اضافه و نمونه ها در دمای ۱۸۰ درجه سانتی گراد هضم شدند. به نمونه های کاملا هضم شده، اجازه داده شد تا در دمای اتاق (حدود ۲۳ درجه سانتی گراد) خنک گردند و پس از عبور از کاغذ صافی Sigma-Aldrich (Whatman® ۴۰ میکرون، St. Louis، USA) با انتقال به بالن درجه بندی شده به وسیله آب فوق خالص، به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانده شدند. سپس تا شروع مرحله سنجش غلظت عناصر، در ظروف پلی پروپیلن Nalgene® (2126- series، Rochester، USA) نگهداری گردیدند (MOOPAM, 1999). سنجش میزان غلظت عناصر: نمونه های آماده شده، پس از به هم زدن و یکنواخت شدن به دستگاه جذب اتمی برای اندازه گیری غلظت عناصر مورد مطالعه، تزریق شدند. اندازه گیری غلظت عناصر (Zn، Mn، Cu، Fe) با روش شعله[2] به کمک دستگاه Varian(FS 280، Palo Alto، USA) و عناصر (Pb، Cd، Cr، As، Ni، Se) به روش کوره گرافیتی با دستگاه Varian (280Z/120GTA، Palo Alto، USA) و جیوه (Hg) با روش بخار سرد[3] به وسیله Varian (VGA-77، Palo Alto، USA) انجام گرفت. به منظور ارزیابی صحت روش کار، اطمینان از روش آماده سازی و استخراج عناصر از نمونه های بافت عضله میگوها، از روش افزایش استاندارد[4] نمونه استاندارد مرجع[5] بافت صدف ماسل SRM® 2976 (NIST®، Gaithersburg، USA) استفاده و آزمایش هر نمونه سه مرتبه تکرار (میانگین ± انحراف معیار) شد و درصد بازیابی عناصر، مورد ارزیابی قرار گرفت. روش‌ها و ابزار تجزیه و تحلیل داده ها: در ابتدا برای تعیین نرمال بودن پراکنش داده های بدست آمده، از آزمون آماری (Kolmogorov–Smirnov) استفاده شد و مقایسه میانگین داده ها، با تحلیل واریانس یکطرفه (One-way ANOVA) به کمک نرم افزار SPSS v 22 (IBM، North Castle، USA) انجام پذیرفت. در نهایت برای رسم جداول از نرم افزار Excel 2013 (Microsoft، Redmond، USA) بهره گرفته و داده ها بر اساس میکروگرم بر گرم وزن خشک (میانگین ± انحراف معیار) بیان شده است.

نتایج

در ابتدای این مطالعه تعداد کل ۴۰ نمونه میگوی رودخانه‌ای شرق (*M. nipponense*) صید شده از رودخانه سیاه درویشان، مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج حاصل از زیست سنجی آن ها در جدول ۱ نشان داده شده است که بر اساس آن، میگوهای مورد نظر دارای میانگین طولی ۰/۴۴ ± ۶/۳۷ سانتی متر و میانگین وزنی ۰/۸۵ ± ۲/۵۴ گرم بودند. همانطور که پیش تر اشاره شد، برای آگاهی یافتن از اطمینان روش های انجام شده و استخراج عناصر از بافت عضله نمونه ها، از روش افزایش استاندارد نمونه مرجع بافت صدف ماسل SRM® 2976 استفاده گردید که داده های بدست آمده، در جدول ۲ قرار گرفته است. بر اساس نتایج حاصله، میزان بازیابی عناصر مورد مطالعه بین ۸۵ تا ۱۰۳ درصد بدست آمد. بیشترین درصد بازیابی متعلق به فلز روی و کمترین درصد مربوط به جیوه بود که نشان داد روش بهره گرفته شده برای تعیین غلظت عناصر از صحت و اطمینان کافی برخوردار است. نتایج بدست آمده از اندازه گیری عناصر بافت عضله در جدول ۳ بیان شده است.

[1] Closed vessel
[2] Acetylene-air
[3] Cold vapor atomic absorption spectroscopy
[4] Standard addition
[5] Certified reference material

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.8.0]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117995]



شکل ۱: منطقه جمع آوری نمونه در رودخانه سیاه درویشان (صومعه سرا، استان گیلان، ایران)

Figure 1: Sample collection area in Siah Darvishan River (Sowmeh Sara, Guilan province, Iran).

جدول۱: نتایج حاصل از زیست سنجی میگوی رودخانه ای شرق در رودخانه سیاه درویشان

Table 1: The biometric results of Oriental river prawn in Siah Darvishan River.

متغیر ها	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
طول کل (سانتی‌متر)	۴۰	۶/۳۷	۰/۴۴	۵/۱۴	۷/۳۶
وزن کل (گرم)	۴۰	۲/۵۴	۰/۸۵	۱/۰۱	۴/۱۹

جدول ۲: مقایسه بین مقادیر اندازه گیری شده غلظت عناصر با مقادیر تایید شده (میکروگرم بر گرم وزن خشک) در استاندارد مرجع SRM® ۲۹۷۶ (بافت صدف ماسل)

Table 2: Comparison between measured and certified values of elements concentrations (μg g^{-1}d.w.) in standard reference material SRM® 2976 (Mussel Tissue).

عنصر	تنظیمات دستگاه		SRM®۲۹۷۶ (بافت صدف ماسل)		
	طول موج (نانومتر)	عرض شکافت (نانومتر)	مقادیر اندازه گیری شده (میکروگرم بر گرم)	مقادیر تایید شده (میکروگرم بر گرم)	میزان بازیابی (درصد)
آرسنیک (As)	۱۸۸/۹	۰/۵	۱۱/۶۱ ± ۱/۵۲	۱۳/۳ ± ۱/۸	۹۰
آهن (Fe)	۲۵۹/۹	۰/۲	۱۵۸/۵۲ ± ۶/۷۴	۱۷۱/۵۲ ± ۴/۹	۹۲
جیوه (Hg)	۲۵۳/۷	۰/۵	۰/۰۵۲ ± ۰/۰۰۷	۰/۰۶۱ ± ۰/۰۰۳۶	۸۵
روی (Zn)	۲۳۱/۸	۰/۷	۱۴۱/۵۴ ± ۸/۶۲	۱۳۷ ± ۱۳	۱۰۳
سرب (Pb)	۲۲۰/۳	۰/۷	۱/۰۷ ± ۰/۲۴	۱/۱۹ ± ۰/۱۸	۹۱
سلنیوم (Se)	۱۹۶/۰	۱/۰	۱/۶۱ ± ۰/۰۹	۱/۸۰ ± ۰/۱۵	۸۸
کادمیوم (Cd)	۲۱۴/۴	۰/۷	۰/۷۰ ± ۰/۲۱	۰/۸۲ ± ۰/۱۶	۸۶
کروم (Cr)	۲۶۷/۷	۰/۲	۰/۴۴ ± ۰/۲۱	۰/۵۰ ± ۰/۱۷	۸۹
مس (Cu)	۳۲۷/۴	۰/۷	۴/۲۱ ± ۰/۱۱	۴/۰۲ ± ۰/۳۳	۹۷
منگنز (Mn)	۲۵۷/۶	۰/۲	۳۱/۵۷ ± ۰/۸۱	۳۳ ± ۲	۹۵
نیکل (Ni)	۲۳۱/۶	۰/۲	۰/۹۷ ± ۰/۰۶	۰/۹۳ ± ۰/۱۲	۱۰۲

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.8.0]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117995]

جدول ۳: مقایسه غلظت عناصر (میکروگرم بر گرم وزن خشک) بافت عضله میگوی رودخانه ای شرق با مقدار حد مجاز استاندارد جهانی
Table 3: Comparison of elements concentrations (μg g^{-1}d.w.) in muscle tissue of Oriental river prawn with threshold limit value of international stand.

عنصر	میزان تجمع			محدوده (میکروگرم بر گرم وزن خشک)		استاندارد جهانی FAO/WHO
	میانگین (میکروگرم بر گرم)	انحراف معیار	انحراف معیار نسبی (درصد)	کمینه	بیشینه	
(As) آرسنیک	۰/۶۷۷	۰/۰۶۵	۹/۶۲	۰/۶۱	۰/۷۴	۰/۰۵
آهن(Fe)	۱۶/۹۴	۱/۵۱	۸/۸۸	۱۵/۲۷	۱۸/۱۹	۱۰۰
جیوه (Hg)	۰/۰۷۵	۰/۰۰۵	۶/۶۱	۰/۰۶۹	۰/۰۷۸	۰/۵
روی(Zn)	۴۲/۲۷	۳/۸۶	۹/۱۵	۳۹/۶	۴۶/۷	۱۰۰۰
سرب(Pb)	۰/۳۷۳	۰/۰۳۵	۹/۴۱	۰/۳۴	۰/۴۱	۰/۵
سلنیوم(Se)	۰/۸۰۳	۰/۰۳۲	۴	۰/۷۸	۰/۸۴	۱
(Cd) کادمیوم	۰/۱۳۷	۰/۰۱۵	۷/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۲
کروم (Cr)	۰/۱۸۳	۰/۰۲۵	۸/۶۵	۰/۱۶	۰/۲۰	۰/۳
مس(Cu)	۲۶/۶۸	۲/۱۷۳	۸/۱۶	۲۴/۲	۲۸/۳	۳۰
منگنز (Mn)	۳/۶۵۳	۰/۲۵۵	۶/۹۸	۳/۳۶	۳/۸۲	۰/۰۵
نیکل(Ni)	۰/۳۷۱	۰/۰۳۶	۹/۷۴	۰/۳۴	۰/۴۱	۰/۴

جدول ۴: مقایسه بین ترتیب غلظت عناصر موجود در بافت عضله میگوی رودخانه ای شرق با سایر گونه های میگو از نقاط مختلف جهان
Table 4: Comparison between the orders of elements concentrations in muscle tissue of Oriental river prawn with other shrimp species from different parts of the world.

گونه	ترتیب	ناحیه مورد مطالعه	منبع
Penaeus vannamei	Zn >Cu>Ni	مزارع پرورشی (حله، دلوار، ریگ)، بندر بوشهر، ایران	خرم آبادی و همکاران (۱۳۹۲)
Penaeus merguiensis	Zn>Cu>Pb>Cd>Ni	سواحل بندرعباس، خلیج فارس، ایران	شیبانی فر و میرسنجری (۱۳۹۳)
Penaeus vannamei	Zn>Ni>Cd	مزارع پرورشی چوئبده، آبادان، ایران	شیرالی و قطب الدین (۱۳۹۴)
Penaeus kerathurus	Zn>Cu>Fe>Ni>Pb>Cr>Cd	سواحل شمال شرقی، دریای مدیترانه، ترکیه	Balkas *et al.*, (1982)
Penaeus latisulcatus	Zn>Cu>Pb>Cd	سواحل جنوبی، خلیج St. Vincent، استرالیا	Maher (1986)
Penaeus merguiensis	Zn>Cu>Mn>Fe>Hg>Cd	سواحل Queensland، Townsville، استرالیا	Darmono and Denton (1990)
Penaeus monodon	Zn>Cu>Fe>Mn>Hg>Cd	سواحل Queensland، Townsville، استرالیا	Darmono and Denton (1990)
Penaeus notialis	Zn>Fe>Cu>Hg>Cd	تالاب Korle، Accra، غنا	Biney and Ameyibor (1992)

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.8.0]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117995]

گونه	ترتیب	ناحیه مورد مطالعه	منبع
Penaeus indicus	Zn>Cu>Cr>Pb>Ni>Cd	رودخانه Ennore، Chennai (Madras)، هند	Joseph and Srivastava (1992)
Penaeus semisulcatus	Cu>Pb>Ni>Cd>Hg	سواحل قطر، خلیج فارس، قطر	Kureishy (1993)
Penaeus kerathurus	Hg>Pb>Cd	سواحل غربی، دریای مدیترانه، اسپانیا	Pastor *et al.*, (1994)
Penaeus californiensis	Zn>Fe>Cu>Mn	سواحل شمال شرقی، Baja California، مکزیک	Paez and Tron (1995)
Penaeus vannamei	Zn>Fe>Cu>Mn>Cr>Ni>Cd	دهانه رودخانه، Baja California، مکزیک	Paez and Ruiz (1995)
Penaeus monodon	Zn>Fe>Pb>Cd	استخر لب شور، Sunderban، هند	Guhathakurta and Kaviraj (2000)
Penaeus merguiensis	Zn>Cu>Fe>Cr>Ni>Mn>Cd	سواحل قشم، خلیج فارس، ایران	Pourang and Amini (2001)
Penaeus semisulcatus	Zn >Cu>Cd	سواحل شمال غربی (بندر بوشهر)، خلیج فارس، ایران	Pourang *et al.*, (2005)
Penaeus stylirostris	Zn >Cu>Pb>Cd	سواحل Sonora، خلیج کالیفرنیا، مکزیک	Frias *et al.*, (2007)
Penaeus semisulcatus	Cu>Fe>Cr>Zn>Ni>Pb	خلیج İskenderun، دریای مدیترانه، ترکیه	Yilmaz and Yilmaz (2007)
Penaeus monodon	Zn>Cu>As>Se>Mn>Cr>Pb >Cd	دلتای رودخانه Mekong، ویتنام	Tu *et al.*, (2008)
Penaeus monodon	Zn>Cu>Pb>Cd	رودخانه Ganges، هند	Mitra *et al.*, (2011)
Penaeus vannamei	Zn>Fe>Cu>Cr>Mn	مزارع پرورشی Zhanjiang، Guangdong، چین	Xiao and Yu (2011)
Macrobrachium nipponense	Zn>Cu>Fe>Mn>Se>As>Pb >Ni>Cr>Cd>Hg	رودخانه سیاه درویشان، صومعه سرا، ایران	پژوهش حاضر

همانطوریکه از داده های جدول مشخص است، میانگین ± انحراف معیار عناصر مورد مطالعه به ترتیب با روی ۳/۸۶ ±۴۲/۲۷، مس ۲/۱۷۳ ± ۲۶/۶۸، آهن ۱/۵۱ ± ۱۶/۹۴، منگنز ۰/۲۵۵ ± ۳/۶۵۳، سلنیوم ۰/۰۳۲ ± ۰/۸۰۳، آرسنیک ۰/۰۶۵ ± ۰/۶۷۷، سرب ۰/۰۳۵ ± ۰/۳۷۳، نیکل ۰/۰۳۶ ± ۰/۳۷۱، کروم ۰/۰۲۵ ± ۰/۱۸۳، کادمیوم ۰/۰۱۵ ± ۰/۱۳۷ و جیوه ۰/۰۰۵ ± ۰/۰۷۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک بدست آمد که روی با ۴۶/۷ میکروگرم بر گرم، بیشترین و جیوه با ۰/۰۶۹ میکروگرم بر گرم، کمترین میزان تجمع را در بافت عضله از خود نشان دادند. همچنین با مقایسه تعیین غلظت عناصر با حد مجاز استاندارد جهانی، میانگین میزان تجمع عنصرهای آرسنیک و منگنز در بافت خوراکی عضله بیشتر از حد مجاز توصیه شده بود، در حالیکه باقی عناصر کمتر از استاندارد جهانی نشان دادند.

جدول ۴ ترتیب تجمع عناصر مورد بررسی را در بافت عضله میگوی رودخانه‌ای شرق با سایر مطالعات انجام شده بر میگوها در نواحی متفاوت جهان، نشان داده است که در اکثر تحقیقات، بیشترین عنصر تجمع یافته عضله در میگو را فلز روی و کمترین میزان آن را فلز جیوه و کادمیوم بخود اختصاص داده است.

بحث

ترتیب توالی عناصر فلزی در پژوهش حاضر نشان می دهد که فلز روی و پس از آن فلز مس بیشترین میزان تجمع را در نمونه عضله میگوی مورد مطالعه دارد که با اغلب

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.8.0]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117995]

تحقیقات انجام شده بر میگوها همچون پژوهش خرم آبادی و همکاران (۱۳۹۲)، بر میگوهای پاسفید (*P. vannamei*) مزارع پرورشی بندربوشهر؛ شیبانی فر و میر سنجری (۱۳۹۳)، بر میگوهای موزی (*P. merguiensis*) سواحل بندرعباس و آزمایش Frias و همکاران (۲۰۰۷)، بر میگوهای آبی (*P. stylirostris*) سواحل خلیج کالیفرنیا در مکزیک همخوانی داشت. ولی با تحقیق کوسج و همکاران (۱۳۹۶)، بر میگوهای سفید سرتیز (*Metapenaeus affinis*) جمع آوری گردیده از سواحل استان هرمزگان دارای مشابهت نبود، زیرا در مطالعه ایشان پس از فلز روی، بیشترین میزان غلظت عناصر فلزی سنگین متعلق به فلز آهن بود. با توجه به این نکته که روی، مس و سلنیوم از جمله فلزات ضروری در فیزیولوژی و متابولیسم میگوها محسوب می گردند و نقش مهمی که فلز مس در تشکیل هموسیانین (نقش در نقل و انتقال اکسیژن در همولنف میگوها) و سلنیوم در عملکرد تغذیه ای میگوها دارد (León *et al.*, 2017)، دلیل بالا بودن غلظت تجمع سه فلز روی، مس و سلنیوم را نیازهای زیستی میگوی مورد مطالعه نشان می دهد. در حالیکه فلز آهن برخلاف فلزهای روی، مس و سلنیوم نقش کمتری در متابولیسم و عملکرد تنفسی میگوها (نقش کاملا موثر در برخی جانداران خونگرم) دارد (Wu and Yang, 2011). Xiao و Yu (۲۰۱۱)، با مطالعه بر میگوهای پاسفید مزارع پرورشی Zhanjiang در کشور چین به این نتیجه دست یافتند که توالی تجمع زیستی فلز آهن در بافت عضله، پس از فلز روی است که تقریبا با الگوی مطالعه اخیر، همخوانی دارد.

ین امر نشان دهنده نقش کمتر آن در نیازهای متابولیسمی میگوها می باشد و پژوهش Pourang و Amini (۲۰۰۱)، بر تجمع فلزات سنگین در عضله میگوهای موزی صید شده از سواحل قشم در خلیج فارس نیز تایید کننده همین موضوع است که ترتیب توالی غلظت فلزات به صورت روی>مس>آهن بود و با تحقیق حاضر مطابقت دارد اما با نتایج پژوهش Paez و Ruiz (۱۹۹۵)، بر میگوهای پاسفید در محل دهانه رودخانه خلیج کلیفرنیای کشور مکزیک و Biney و Ameyibor (۱۹۹۲)، روی میگوهای صورتی جنوبی (*P. notialis*) در تالاب Korle غنا که ترتیب توالی تجمع این سه فلز در بافت مذکور به صورت روی>آهن>مس بود، مخالف است. در پژوهش اخیر، از مقایسه غلظت فلزهای روی، مس، آهن و سلنیوم در بافت عضله میگوها با استانداردهای جهانی، سطوح پایین تری را نسبت به حد مجاز، نشان داد. عمدتاً بالا بودن میزان این عناصر در بافت های بدن آبزیان نشان دهنده آلودگی منابع آبی محیط زیست این جانداران با پسماندهای نفتی، پساب های کشاورزی، شهری و صنایع کشتی سازی است (Sarkar *et al.*, 2016). فلز منگنز نیز همانند آهن، عنصری خاکستری رنگ است که به میزان کم برای فعالیت های حیاتی، ضروری می باشد و منابع ورودی آن به محیط های آبی نیز در کنار عنصر آهن شامل صنایع کشتی سازی، فولادسازی و خوردگی لوله ها است (Gómez *et al.*, 2006). در مطالعه Kaya و Turkoglu (۲۰۱۷)، بر میگوهای ببری سبز (*P. semisulcatus*) در خلیج Iskenderun ترکیه، فلز منگنز پس از سرب بیشترین میزان تجمع با ۰/۱۶۶-۰/۳۸۲ را در بین فلزات مورد نظر از خود نشان داد.

(سرب>منگنز>کروم>آرسنیک>نیکل>کبالت>جیوه>کاد میوم) که با آزمایش حاضر (۳/۶۵۳ میکروگرم بر گرم) نیز تطابق نداشته و داده های هر دو مطالعه بالاتر از حد قابل قبول استاندارد تعیین شده، قرار داشتند. کادمیوم، جیوه و آرسنیک از جمله مهمترین آلودگی ها برای آبزیان و انسان ها هستند که موجب کاهش رشد، توقف فعالیت های تولید مثلی و مرگ و میر شدید می گردند (Islam *et al.*, 2017). Mitra و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی فلز کادمیوم در عضله میگوهای ببری سیاه رودخانه Ganges هند، گزارش کردند که غلظت این فلز سنگین، کمترین میزان را در بافت عضله گونه مذکور دارد. همچنین Tu و همکاران (۲۰۰۸)، با انجام تحقیقی مشابه در دلتای رودخانه Mekong کشور ویتنام به نتایج یکسانی در ارتباط با تجمع فلز کادمیوم دست یافتند. در حالیکه آرسنیک تجمع یافته، بیشترین میزان را پس از روی و مس داشت و میزان تجمع آرسنیک در عضله میگوی رودخانه ای شرق

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.8.0]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117995]

بالاتر از حد مجاز استاندارد توصیه شده بود که بیانگر ورود سموم و آفت کش های استفاده شده در فعالیت های کشاورزی به محیط آبی این میگو است. Kureishy (۱۹۹۳)، با بررسی غلظت فلزات سنگین مس، سرب، نیکل، کادمیوم و جیوه در عضله میگوهای ببری سبز صید شده از سواحل قطر، کمترین غلظت در میان این عناصر را دو فلز کادمیوم و جیوه گزارش نمود که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد ولی با مطالعه Pastor و همکاران (۱۹۹۴)، مخالف بود. علت این امر را می توان در عدم نیاز زیستی میگوها به این فلزها جستجو کرد. بطوریکه استاندارد جهانی FAO/WHO حد مجاز پیشنهاد شده را برای فلزهای کادمیوم و جیوه به ترتیب ۰/۲ و ۰/۵ میکروگرم بر گرم عنوان کرده است که البته در این پژوهش، هر دو در سطح تجمع پایین تری از حد استاندارد جهانی قرار داشتند. وجود کارخانه های لنج سازی، صنایع آزمایشگاهی، استفاده از رنگ های صنعتی، کودهای کشاورزی و تخلیه پسآب های حاصل این فعالیت ها را نیز می توان از دلایل دیگر افزایش فلزهای کادمیوم و جیوه در محیط های آبی قلمداد کرد (Torres *et al.*, 2016). فلزات سنگین سرب، نیکل و کروم، مشخصه رسوبات و آبهای مجاور فعالیت های صنعتی شامل باقیمانده احتراق سوخت های فسیلی، سنگ ها و کانی های معدنی، ذوب و آبکاری فلزات می باشند و قرارگرفتن جانداران در معرض مستقیم این فلزات موجب مرگ و میر، کاهش رشد و فعالیت های تولید مثلی می گردد (Sivaperumal *et al.*, 2007). Yilmaz و Yilmaz (۲۰۰۷)، با بررسی سرب، نیکل و کروم در عضله میگوهای ببری سبز در خلیج İskenderun کشور ترکیه و همچنین Tu و همکاران (۲۰۰۸)، دریافتند که کمترین میزان تجمع در بافت مذکور، متعلق به این فلزها می‌باشد و با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارند که پس از دو فلز کادمیوم و جیوه، کمترین غلظت فلزهای سنگین مربوط به سرب، نیکل و کروم بود. همچنین میزان تجمع آنها در بافت عضله میگوی رودخانه ای شرق، کمتر از حد توصیه شده استاندارد جهانی تعیین گردید. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بجز عناصر آرسنیک و منگنز، تمامی فلزات مورد بررسی بخش عضله میگوی رودخانه‌ای شرق در رودخانه سیاه درویشان، پایین تر از حد مجاز تعیین شده توسط استاندارد جهانی FAO/WHO بود. غلظت بالاتر این دو عنصر، بیانگر احتمال ورود پساب‌های حاصل از آفت‌کش ها، حشره‌کش‌ها و سموم مورد استفاده در فعالیت‌های کشاورزی و همچنین ورود فاضلاب‌های شهری به محیط آبی این رودخانه است که نیازمند بررسی‌های دوره‌ای بیشتر و تشخیص منابع تولیدی آنها در جهت کنترل ورود چنین آلاینده هایی است.

منابع

خرم آبادی، ع.، علیزاده، ا.، محمدی، م. و عین الهی، ف.، ۱۳۹۲. بررسی غلظت فلزات سنگین (مس، روی و نیکل) بافت عضله میگوی پا سفید غربی در مزارع پرورشی استان بوشهر. مجله علوم و فنون دریایی، ۱۲(۳): ۱۰۰-۹۱.

شیبانی فر، ف. و میرسنجری، م.، ۱۳۹۳. بررسی غلظت فلزات سنگین (روی، مس، سرب، کادمیوم و نیکل) در بافت عضله میگوی موزی و مقایسه آن با استانداردهای بهداشتی. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۲۴(۱۲۱): ۳۶۳-۳۶۷.

شیرالی، ب. و قطب الدین، ن.، ۱۳۹۴. غلظت فلزات سنگین (Ni, Cd, Zn) در آبشش، عضله و هپاتوپانکراس میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) در سایت پرورش میگوی چوئبده آبادان. مجله زیست شناسی دریا، ۷(۱): ۷۲-۶۵. **کوسج، ن.، جعفریان، ح.، رحمانی، ع.، پاتیمار، ع. و قلی پور، ح.، ۱۳۹۶.** مطالعه و اندازه گیری برخی عناصر فلزی (سرب، نیکل، روی، مس و آهن) در بافت عضله میگو سفید سرتیز (*Metapenaeus affinis*) در استان هرمزگان. مجله علمی شیلات ایران، ۲۶(۱): ۱۸۹-۱۷۹.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.8.0]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117995]

Balkas, T.I., Turul, S. and Saliholu, Ĭ., 1982. Trace metal levels in fish and crustacea from northeastern Mediterranean coastal waters. Marine Environmental Research, 6(4): 281-289. DOI: 10.1016/0141-1136(82)90042-3.

Biney, C. and Ameyibor, E., 1992. Trace metal concentrations in the pink shrimp *Penaeus notialis* from the coast of Ghana. Water, Air, and Soil Pollution, 63(3-4): 273-279. DOI: 10.1007/BF00475494.

Darmono, D. and Denton, G., 1990. Heavy metal concentrations in the banana prawn, *Penaeus merguiensis*, and leader prawn, *P. monodon*, in the townsv region of Australia. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 44(3): 479-486. DOI: 10.1007/BF01701233.

Ding, Z., Zhang, Y., Ye, J., Du, Z. and Kong, Y., 2015. An evaluation of replacing fish meal with fermented soybean meal in the diet of *Macrobrachium nipponense*: Growth, nonspecific immunity, and resistance to Aeromonas hydrophila. Fish nd Shellfish Immunology, 44(1): 295-301. DOI: 10.1016/j.fsi.2015.02.024.

FAO/WHO, 1993. Food and Agriculture Organization, World Health Organization. Evaluation of certain food additives and contaminants (41st report of the joint FAO/WHO expert committee on food additives). WHO Tech. Reports Series No. 837.

Frías-Espericueta, M., Izaguirre-Fierro, G., Valenzuela-Quiñonez, F., Osuna-López, J., Voltolina, D., López-López, G., Muy-Rangel, M. and Rubio-Castro, W., 2007. Metal content of the Gulf of California blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson). Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 79(2): 214-217. DOI: 10.1007/s00128-007-9165-z.

Ghaderi, N., Qoddusi, J. and Tabatabai, M.R., 2001. Evaluation the Landuse Effects on Surfacewater Quality and pollution Transport Modelling by Mathematical Model (AQUALM) in Siah–Darvishan basin of Gilan. Http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=IR2008001177.

Ghafouri, M., Ghaderi, N., Tabatabaei, M., Versace, V., Ierodiaconou, D., Barry, D. and Stagnitti, F., 2010. Land use change and nutrients simulation for the Siah Darvishan basin of the Anzali wetland region, Iran. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 84(2): 240-244. DOI: 10.1007/s00128009-9897-z.

Gómez-Anduro, G. A., Barillas-Mury, C.-V., Peregrino-Uriarte, A. B., Gupta, L., Gollas-Galván, T., Hernández-López, J. and Yepiz-Plascencia, G., 2006. The cytosolic manganese superoxide dismutase from the shrimp *Litopenaeus vannamei*: molecular cloning and expression. Developmental and Comparative Immunology, 30(10): 893-900. DOI: 10.1016/j.dci.2006.01.002.

Guhathakurta, H. and Kaviraj, A., 2000. Heavy metal concentration in water, sediment, shrimp (*Penaeus monodon*) and

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.8.0]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117995]

mullet (*Liza parsia*) in some brackish water ponds of Sunderban, India. Marine Pollution Bulletin, 40(11): 914-920. DOI: 10.1016/S0025-326X(00)00028-X.

Islam, M. S., Ahmed, M.K., Raknuzzaman, M., Habibullah-Al-Mamun, M. and Kundu, G.K., 2017. Heavy metals in the industrial sludge and their ecological risk: A case study for a developing country. Journal of Geochemical Exploration, 172: 41-49. DOI: 10.1016/j.gexplo.2016.09.006.

Joseph, K.O. and Srivastava, J.P., 1992. Heavy metal load in prawn, *Penaeus indicus* inhabiting Ennor Estuary in Madras. Journal of the Inland Fisheries Society of India, 24(1):30–33.

Kaya, G. and Turkoglu, S., 2017. Bioaccumulation of Heavy Metals in Various Tissues of Some Fish Species and Green Tiger Shrimp (*Penaeus semisulcatus*) from İskenderun Bay, Turkey, and Risk Assessment for Human Health. Biological Trace Element Research, 180(2): 314-326. DOI: 10.1007/s12011-017-0996-0.

Kureishy, T.W., 1993. Concentration of heavy metals in marine organisms around Qatar before and after the Gulf War oil spill. Marine Pollution Bulletin, 27: 183-186. DOI: 10.1016/0025-326X(93)90023-D.

León-Cañedo, J., Alarcón-Silvas, S., Fierro-Sañudo, J., Mariscal-Lagarda, M., Díaz-Valdés, T. and Páez-Osuna, F., 2017. Assessment of environmental loads of Cu and Zn from intensive inland shrimp aquaculture. Environmental Monitoring and Assessment, 189(2): 69.DOI: 10.1007/s10661-017-5783-z.

Maher, W., 1986. Trace metal concentrations in marine organisms from St. Vincent Gulf, south Australia. Water, Air and Soil Pollution, 29(1): 77-84. DOI: 10.1007/BF00149330.

Mitra, A., Chowdhury, R. and Banerjee, K., 2011. Concentrations of some heavy metals in commercially important finfish and shellfish of the River Ganga. Environmental Monitoring and Assessment, 184(4): 2219-2230. DOI: 10.1007/s10661-011-2111-x.

MOOPAM, 1999. Manual of oceanographic observations and pollutant analyses methods, Edition:3rd ed., Section 6, March 1999. Regional organization for the protection of the marine environment (ROPME), Published: Kuwait 181P.

Páez-Osuna, F. and Ruiz-Fernandez. C., 1995. Comparative bioaccumulation of trace metals in *Penaeus stylirostris* in estuarine and coastal environments. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 40(1): 35-44. DOI: 10.1016/0272-7714(95)90011-X.

Paez-Osuna, F. and Tron-Mayen, L., 1995. Distribution of heavy metals in tissues of the shrimp *Penaeus californiensis* from the northwest coast of Mexico. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 55(2): 209-215. DOI: 10.1007/BF00203011.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.8.0]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117995]

Pastor, A., Hern'andez F., Peris, M.A., Beltran, J., Sancho, J.V. and Castillo, M.T., 1994. Levels of heavy metals in some marine organisms from the western Mediterranean Area (Spain). Marine Pollution Bulletin, 28(1): 50–53. DOI: 10.1016/0025-326X(94)90186-4.

Pourang, N. and Amini, G., 2001. Distribution of trace elements in tissues of two shrimp species from Persian Gulf and effects of storage temperature on elements transportation. Water, Air and Soil Pollution, 129(1-4): 229-243. DOI: 10.1023/A:1010371713798.

Pourang, N., Dennis, J and Ghourchian, H., 2005. Distribution of heavy metals in *Penaeus semisulcatus* from Persian Gulf and possible role of metallothionein in their redistribution during storage. Environmental Monitoring and Assessment, 100(1-3): 71-88. DOI: 10.1007/s10661-005-7061-8.

Sarkar, T., Alam, M.M., Parvin, N., Fardous, Z., Chowdhury, A.Z., Hossain, S., Haque, M. and Biswas, N., 2016. Assessment of heavy metals contamination and human health risk in shrimp collected from different farms and rivers at Khulna-Satkhira region, Bangladesh. Toxicology Reports, 3: 346-350. DOI: 10.1016/j.toxrep.2016.03.003.

Sivaperumal, P., Sankar, T. and Nair, P.V., 2007. Heavy metal concentrations in fish, shellfish and fish products from internal markets of India vis-a-vis international standards. Food Chemistry, 102(3): 612-620. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.05.041.

Torres, D.P., Martins-Teixeira, M.B., Cadore, S. and Queiroz, H.M., 2016. Sequential factorial designs for method development of the determination of Cd and Pb in fish and shrimp by GF AAS after sample freeze-drying and tetramethylammonium hydroxide solubilization. Analytical Methods, 8(21): 4263-4271. DOI: 10.1039/C6AY01145D.

Tu, N.P.C., Ha,N.N., Ikemoto, T., Tuyen, B.C., Tanabe, S. and Takeuchi, I., 2008. Regional variations in trace element concentrations in tissues of black tiger shrimp *Penaeus monodon* (Decapoda: Penaeidae) from South Vietnam. Marine Pollution Bulletin, 57(6-12): 858-866. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2008.02.016.

Wu, X.Y. and Yang, Y.F., 2011. Heavy metal (Pb, Co, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn and Zn) concentrations in harvest-size white shrimp *Litopenaeus vannamei* tissues from aquaculture and wild source. Journal of Food Composition and Analysis. 24(1):62-65. DOI: 10.1016/j.jfca.2010.03.030.

Xiao-Yi, W. and Yu-Feng, Y., 2011. Heavy metal (Pb, Co, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn and Zn) concentrations in harvest-size white shrimp *Litopenaeus vannamei* tissues from aquaculture and wild source. Journal of Food Composition and Analysis, 24(1): 62-65. DOI: 10.1016/j.jfca.2010.03.030.

Yılmaz, A.B. and Yılmaz, L., 2007. Influences of sex and seasons on levels of heavy metals in tissues of green tiger shrimp (*Penaeus semisulcatus* de Hann, 1844). Food Chemistry, 101(4): 1664-1669. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.04.025.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.8.0]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117995]

Assessment and comparison of heavy metal concentrations in muscle tissue of Oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense* De Haan, 1849) in the Siah Darvishan River, Guilan province, Iran

Ettefaghdoost M.[1*]; Alaf Noveirian H.[1]

[*]ettefaghdoost@phd.guilan.ac.ir

1- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan,Sowmeh Sara, 1144, Guilan, Iran

Abstract

In this research, concentration of eleven elements (As, Fe, Hg, Zn, Pb, Se, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni) in the muscle tissue of 40 Oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense*) collected by bait trap from the Siah Darvishan River, Guilan province, Iran were determined using Varian Atomic absorption spectroscopy. The lowest and highest mean concentrations of metals were observed, as follows: Zinc 39.6-46.7, Copper 24.2-28.3, Iron 15.27-18.19, Manganese 3.36-3.82, Selenium 0.78-0.84, Arsenic 0.61-0.74, Lead 0.34-0.41, Nickel 0.34-0.41, Chromium 0.16-0.20, Cadmium 0.12-0.15 and Mercury 0.069-0.078 (μg g^{-1}d.w.), respectively. According to the results of this study, mean concentrations of all elements in the muscle tissue of Oriental river prawn, except for Arsenic and Manganese were less than threshold limit value recommended by FAO/WHO international standard.

Keywords: Heavy metals, Oriental river prawn, Siah Darvishan River, Bioaccumulation

[*]Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.8.0]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117995]