شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۳/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۶/۱۷

ص ۴۶۷-۴۷۷

بررسی غلظت فلزات سنگین در بافت عضلهٔ میگوی پاسفید (*Litopenaeus vannamei*)

❖ **زهره احمدی کردستانی:** دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه محیط زیست، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران
❖ **امیرحسین حمیدیان *:** استادیار گروه محیط زیست، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران
❖ **سید ولی حسینی:** استادیار گروه شیلات، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران
❖ **سهراب اشرفی:** استادیار گروه محیط زیست، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

چکیده

آبزیان از مهم‌ترین منابع غذایی انسان‌اند، اما هم‌زمان فلزات سنگین واردشده به اکوسیستم‌های آبی را در بافت‌ها و اندام‌های خود جمع و در جریان چرخه‌های زیستی به سطوح غذایی بالاتر و درنهایت انسان منتقل می‌کنند. میگوها دسته‌ای از آبزیان خوراکی‌اند که با توجه به کفزی‌بودنشان میزان بسیاری عناصر سنگین را از آب دریافت می‌کنند. از این رو، در پژوهش حاضر غلظت فلزات سنگین کادمیم، نیکل، مس و روی در گونهٔ میگوی پاسفید (*Litopenaeus vannamei*) بررسی می‌شود. نمونه‌ها به صورت تصادفی از بازار تهران خریداری شد. این نمونه‌ها صید استخرهای پرورشی در سواحل استان‌های خوزستان و بوشهر بود. در ابتدا طول، وزن و جنسیت آن‌ها تعیین شد. سپس بافت عضله، به روش هضم تر، هضم شد و داده‌های مربوط به غلظت فلزات با استفاده از دستگاه جذب اتمی به دست آمد. نتایج آنالیز آماری داده‌ها نشان داد که بین غلظت فلزات با متغیرهای ریختی، هم‌چنین با یکدیگر هم‌بستگی وجود ندارد. هم‌چنین دو جنسیت از نظر غلظت فلزات اختلاف معناداری نداشتند (مگر دربارهٔ فلز کادمیم که نرها بیشتر از ماده‌ها جذب کرده بودند). بین غلظت فلزات با یکدیگر اختلاف معناداری مشاهده شد (دربارهٔ فلز روی این اختلاف معنادار نبود). الگوی تجمع فلزات نیز به صورت زیر بود: روی> مس> نیکل> کادمیم. مقایسهٔ غلظت فلزات با مقادیر استاندارد نشان داد که غلظت فلزات نیکل، مس و روی کمتر از استانداردهای FDA، WHO، NHMRC و MAFF است، اما دربارهٔ فلز کادمیم غلظت بیش از استانداردها بود.

واژگان کلیدی: استاندارد، آبزیان، آلودگی آب، فلزات سنگین، میگوی پاسفید (*Litopenaeus vannamei*).

* نویسندهٔ مسئول
Email: a.hamidian@ut.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

آبزیان یکی از منابع غذایی انسان را تشکیل می‌دهند که با شناسایی برتری غذایی این فرآورده‌ها بر دیگر مواد پروتئینی روزبه‌روز بر مصرف آن‌ها افزوده می‌شود (Naseri *et al.*, 2005; Askary Sari & Velayatzadeh, 2010). در عین حال، فلزات سنگین واردشده به اکوسیستم‌های آبی را در بافت‌ها و اندام‌های خود جمع و در جریان چرخه‌های زیستی این مواد را به سطوح غذایی بالاتر و درنهایت انسان منتقل می‌کنند (Kheirvar & Dadolahi Sohrab, 2010).

فلزات سنگین آلاینده‌های پایداری‌اند که بسیاری از آن‌ها در زنجیرهٔ غذایی خاصیت بزرگ‌نمایی زیستی دارند و در نتیجهٔ این فرایند مقدار آن‌ها در زنجیرهٔ غذایی تا چندین برابر مقدار آن‌ها در آب افزایش می‌یابد (Parvaneh, 1992; Askary Sary, 2010). حضور این آلاینده‌ها در اکوسیستم‌های آبی نتیجهٔ فرایندهای طبیعی و فعالیت‌های انسانی است (Askary Sari & Velayatzadeh, 2010). نقش زیستی برخی از این فلزات مانند کادمیم، سرب و جیوه هنوز شناخته نشده است و حتی در غلظت‌های پایین نیز برای موجودات زنده سمی‌اند، در حالی که برخی از آن‌ها مانند مس، روی و آهن در مقادیر کم برای متابولیسم آبزیان ضروری‌اند و نقش مهمی در بدن انسان دارند (Canli & Atli, 2002; Askary Sari & Velayatzadeh, 2010)، اما چنانچه میزان آن‌ها به دلایل گوناگونی از حدود معینی فراتر رود، باعث به‌مخاطره‌افتادن حیات آبزیان می‌شود، زیرا به سرعت سبب برهم‌خوردن تعادل بوم‌شناختی می‌شود و موجبات نابودی زیستی زیست‌بوم (اکوسیستم) را فراهم می‌کند (Khoshnood, 2006; Kheirvar & Dadolahi Sohrab, 2010).

به همین دلیل، تاکنون محققان مطالعات بسیاری دربارهٔ سنجش غلظت فلزات سنگین در آب، رسوب و موجودات آبزی در محیط‌های آبی مختلف دنیا انجام داده‌اند. با این حال هنوز هم می‌توان گفت تحقیقات اندکی دربارهٔ سنجش فلزات سنگین مختلف در میگوها، از جمله گونهٔ پاسفید (*Litopenaeus vannamei*)، به‌ویژه در ایران انجام شده است. انسان، از میان زیست‌مندان محیط‌های آبی، بعد از ماهی‌ها، بیشتر میگو مصرف می‌کند (Kurun *et al.*, 2010). بافت خوراکی میگوها دارای پروتئین با کیفیت بالا، اسیدهای آمینهٔ ضروری برای رشد، امگا۳، ویتامین‌های A، B_6، B_{12}، C، D، E و عناصری چون کلسیم، آهن، منیزیم، پتاسیم، سدیم، فسفر، روی، مس، منگنز و سلنیم است (Smith & Guentzel, 2010; Movahed *et al.*, 2013). با همهٔ این خواص مفید، میگوها به دلیل کفزی‌بودن و ارتباط بسیاری که با بستر زیست خود دارند به‌شدت در معرض آلاینده‌های آب از جمله فلزات سنگین‌اند (Cogun *et al.*, 2005; Shahab Moghadam *et al.*, 2010). بنابراین محیط رشد و تغذیه‌شان دلیلی است برای آنکه میزان بسیاری از عناصر سنگین را از محیط دریافت کنند و در بافت‌های خود از جمله بافت خوراکی تجمع دهند. از این‌رو، با توجه به افزایش روزافزون فلزات سنگین بر اثر فعالیت‌های انسانی و سرازیرشدن آن به محیط‌های آبی، سمیت، هم‌چنین تأثیرات سوء آن‌ها در آبزیان و انسان، لزوم بررسی‌های بیشتر به‌خصوص دربارهٔ فلزاتی که تاکنون ارزیابی نشده‌اند در این گونه احساس می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

از تحقیقاتی در این زمینه می‌توان به پژوهش Joseph و Srivastavac (۱۹۹۲) اشاره کرد که به تعیین بار فلزات سنگین (روی، مس، کروم، سرب، نیکل و کادمیم) در میگوی *Penaeus indicus* ساکن خور Ennore در Madras پرداختند. هم‌چنین، Paez-Osuna و Ruiz-Fernfindez (۱۹۹۵) عناصر کمیاب (آهن، منگنز، نیکل، مس، کبالت، کادمیم، کروم و روی) را در میگوی مکزیکی (*Penaeus vannamei*) از محیط‌های دهانهٔ رودخانه و دریا بررسی کردند. Paez-Osuna و Tron-Mayen (۱۹۹۶) غلظت و توزیع فلزات سنگین (آهن، منگنز، نیکل، مس، کادمیم و روی) را در بافت میگوهای وحشی و پرورشی (*Penaeus vannamei*) از سواحل شمال غربی مکزیک تعیین کردند. Wu و Yang (۲۰۱۱) غلظت فلزات سنگین (سرب، کبالت، کادمیم، کروم، مس، آهن، منگنز و روی) را در بافت‌های عضله، پوسته و کبد میگوی سفید (*Litopenaeus vannamei*) در اندازهٔ برداشتی از منابع آبزی‌پروری فشرده و وحشی تعیین کردند. در ایران نیز موحد و همکارانش (۱۳۹۲) غلظت فلزات سنگین (سرب، کادمیم، روی، مس و جیوه) را در بافت خوراکی میگوهای دریایی و پرورشی (گونهٔ *Litopenaeus vannamei*)، نمونه‌برداری‌شده از آب‌های سواحل استان بوشهر (خلیج فارس)، تعیین کردند.

در پژوهش حاضر فلزات سنگین کادمیم، نیکل، مس و روی در گونهٔ میگوی پاسفید (*Litopenaeus vannamei*) اندازه‌گیری شده است که بخشی از رژیم غذایی جامعهٔ ایران را تشکیل می‌دهد. میگوی پاسفید جانوری شب‌کار و کفزی از خانوادهٔ پنائیده است. این گونه از گونه‌های آب گرم و شور یا میگوهای حاره‌ای است و بومی آب‌های اقیانوس آرام و غرب امریکای لاتین، پرو، مکزیک، اکوادور، برزیل، امریکای جنوبی و مرکزی است، اما به دلیل مزایای قابل توجه به همهٔ نقاط جهان انتقال یافته است (Wyban & Sweeney, 1994; Wyban *et al.*, 1995; Nosratpur *et al.*, 2012). پنائیده‌ها از نظر تغذیه ذاتاً گوشت‌خوارند و سخت‌پوستان کوچک، ناجورپایان و پرتاران را شکار می‌کنند، اما در حوضچه‌های پرورشی به آن‌ها غذای دستی داده می‌شود. هر چند در ترکیب مواد معدنی رژیم غذایی میگو روی، مس، آهن، منگنز، کبالت، و دیگر فلزات (معدنی یا آلی) برای حیوانات آبزی بهترین رشد را در پی دارد (N.R.C., 1993; Wu & Yang, 2011)، اما اطلاعات اندکی دربارهٔ نیازهای غذایی معدنی این میگو در دسترس است (Cheng *et al.*, 2005; Wang *et al.*, 2006; Wu & Yang, 2011)؛ بنابراین در حال حاضر مخلوط مواد معدنی ممکن است مطلوب نباشد و برخی عناصر کم و بعضی زیاد باشد. فلزات اضافی در رژیم غذایی ممکن است با میگو جذب شوند و در بافت‌های حیوانی تجمع یابند یا اگر هضم نشوند، به آب یا رسوبات پراکنده می‌شوند. اگر سطح فلز بافت افزایش یابد، ممکن است مخاطراتی برای سلامتی انسان در پی داشته باشد (Wu & Yang, 2011). شکل ۱ نمایی از این گونه را نشان می‌دهد.

شکل ۱. میگوی پاسفید
Litopenaeus vannamei **(Ictioterm.es)**

Archive of SID

www.SID.ir

۲. مواد و روش‌ها

تهیهٔ نمونه‌ها به صورت تصادفی از مرکز پخش اصلی محصولات شیلاتی تهران انجام پذیرفت و ۲۴ قطعه در اوزان بازاری خریداری شد. این نمونه‌ها صید استخرهای پرورش میگو در سواحل استان‌های خوزستان و بوشهر بود. نمونه‌ها پس از تهیه از بازار، در داخل چندین کیسهٔ فریزری کاملاً تمیز قرارگرفت، به طوری که با محیط خارج در تماس نباشد. سپس، با دقت و به طور مرتب در جعبه‌های یونولیت حاوی پودر یخ به صورت ترکیبی از لایه‌های پودر یخ و نمونه‌های میگو گذاشته شد و طی مدت حدوداً دو ساعت به آزمایشگاه انتقال یافت.

پس از آن همهٔ نمونه‌ها در فریزر در دمای ۱۸- درجهٔ سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمایش‌ها منجمد شد (Saei-Dehkordi *et al.*, 2010). سپس دوازده ساعت قبل از شروع آزمایش‌ها، نمونه‌ها از فریزر به یخچال انتقال یافت تا فرایند انجمادزدایی صورت پذیرد. بعد از آن تمامی نمونه‌ها به‌خوبی با آب مقطر شست‌وشو داده شد تا پوشش لزج و ذرات خارجی جذب‌کنندهٔ فلزات از سطح بدن دفع شود. بعد از آبچک‌شدن، نخست طول کل نمونه‌ها با استفاده از کولیس (با دقت ۱ میلی‌متر) و وزن کل نمونه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) تعیین شد. جنسیت نمونه‌ها با توجه به دارابودن مجراهای اسپرم‌بر پیش از جفت پاهای اول سینه‌ای یا فقدان آن‌ها مشخص شد (Wickins & O'C. Lee, 2002). پس از جداسازی و تمیزکردن قسمت‌های زائد، نمونه‌ها با آب مقطر شست‌وشو داده شد تا ذرات خارجی، که در روند کار به آن چسبیده بود، جدا شود. بعد از آبچک‌شدن، نخست نوار گوارشی در سطح پشتی و نوار عصبی در سطح شکمی از بافت عضله و بعد از آن مقدار ۴ الی ۵ گرم از بافت عضلهٔ هر یک از نمونه‌ها با چاقوی پلاستیکی جدا و وزن دقیق هر نمونه به‌دقت محاسبه شد و بعد از آن درون بطری‌های پلی‌اتیلنی ۵۰ میلی‌لیتری قرارگرفت و به هر یک حدود ۳۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ اضافه شد. به طور معمول بافت‌های عضله به دلیل خوراکی‌بودن و تأثیر در سلامت مصرف‌کنندگان مهم‌ترین بافت زندهٔ هر آبزی خوراکی برای سنجش غلظت فلزات تجمع‌یافته محسوب می‌شود (Eisler, 2006). سپس در بطری‌ها به‌خوبی بسته شد و نمونه‌ها به منظور هضم سریع‌تر به مدت یک ساعت داخل آون در دمای ۱۰۵ درجهٔ سانتی‌گراد قرارگرفت. پس از خروج نمونه‌ها از آون اجازه داده شد تا نمونه‌ها در دمای اتاق سرد شود. در مرحلهٔ بعد سوسپانسیون‌های ایجادشده با استفاده از کاغذ صافی واتمن شمارهٔ ۴۲ (Whatman, England) صاف و حجم محلول با افزودن آب دوبار تقطیر به ۴۰ میلی‌لیتر رسید و تا زمان اندازه‌گیری در بطری‌ها نگهداری شد (AOAC, 2000). درنهایت، غلظت عناصر در هر یک از نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی (Perkin Elmer, USA) قرائت شد. هم‌زمان با نمونه‌های اصلی، چهار نمونهٔ شاهد یا کنترل (به منظور ارزیابی خطا) آماده شد. هم‌چنین، همهٔ وسایل و ظروف قبل از انجام آزمایش‌ها، ۴۸ ساعت در حمام اسیدی اسید نیتریک غلیظ (۱۰٪) قرارگرفت. سپس، با آب دوبار تقطیر شست‌وشو و خشک شد (Sobhanardakani *et al.*, 2011).

Archive of SID

www.SID.ir

برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS 19 استفاده شد. در هر گونه برای بررسی وجود ارتباط بین طول یا وزن با غلظت فلزات سنگین، هم‌چنین بررسی ارتباط میان غلظت فلزات سنگین با یکدیگر از آزمون هم‌بستگی پیرسون استفاده شد. برای بررسی رابطهٔ جنسیت با غلظت فلزات (اینکه آیا بین نرها و ماده‌ها از نظر غلظت فلزات سنگین اختلاف معنادار وجود دارد؟) آزمون تی مستقل به کار رفت. هم‌چنین تجزیهٔ واریانس یک‌طرفه برای آزمون اختلاف غلظت فلزات در هر گونه استفاده شد. در صورت پیداشدن اختلاف معنادار، آزمون دانکن برای یافتن اختلاف‌های جفتی به کار رفت. همین‌طور در هر گونه برای مقایسهٔ غلظت هر فلز با مقادیر استاندارد، آزمون تی یک نمونه‌ای به کار رفت. نرمال‌بودن (از طریق آزمون کولموگرف–اسمیرنوف) و همگن‌بودن داده‌ها (از طریق آزمون لیون) پیش از آزمون‌های فوق بررسی شد. سطح معناداری در این مطالعه ۵ درصد در نظر گرفته شد.

۳. نتایج

نتایج زیست‌سنجی (محاسبهٔ طول کل و وزن کل نمونه‌ها) در جدول ۱ و غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه در بافت عضلهٔ میگوی پاسفید در جدول ۲ آورده شده است.

نتایج این مطالعه نشان داد که بین غلظت هیچ‌یک از فلزات با متغیرهای ریختی وزن کل و طول کل هم‌بستگی وجود ندارد ($P>۰/۰۵$). همین‌طور بین هیچ‌یک از فلزات با یکدیگر هم‌بستگی نبود ($P>۰/۰۵$). در دو جنسیت نر و ماده از نظر غلظت فلزات نیکل، مس و روی اختلاف معناداری دیده نشد ($P>۰/۰۵$)، اما دربارهٔ فلز کادمیم این اختلاف معنادار بود ($P<۰/۰۵$). بین غلظت هیچ‌یک از فلزات با یکدیگر نیز اختلاف معنادار وجود نداشت ($P>۰/۰۵$). روند تجمع فلزات در بافت عضله به صورت زیر بود: روی> مس> نیکل> کادمیم.

جدول ۱. نتایج زیست‌سنجی

متغیر	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
طول کل (میلی‌متر)	۱۲/۱	۱۵/۵	۱۴/۷۱۷	۰/۶۸۷
وزن کل (گرم)	۱۰/۲۲۸	۲۲/۴۵۵	۱۹/۱۹۵	۲/۴۲۷

جدول ۲. نتایج غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه در بافت عضلهٔ میگوی پاسفید (میکروگرم در گرم وزن تر)

فلز / متغیر	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
کادمیم	۰/۶۵۴	۱/۴۳۱	۱/۱۹۱	۰/۱۸۷
نیکل	۵/۰۴۶	۷/۸۸۲	۶/۷۰۲	۰/۷۸۳
مس	۵/۵۸۳	۱۰/۵۹۴	۷/۶۳۹	۱/۲۹۵
روی	۱۳/۲۹۳	۱۹/۵۴۶	۱۶/۷۰۲	۱/۹۳۵

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳. مقایسهٔ نتایج میانگین غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه در بافت عضلهٔ میگوی پاسفید (میکروگرم در گرم) با سایر مطالعات و استانداردها

مرجع / متغیر	کادمیوم	نیکل	مس	روی
Joseph & Srivastavac, 1992*	۱/۲۷	۱/۷۸	۶۰/۵۰	۱۲۶/۰۰
Paez-Osuna & Ruiz-Fernfindez, 1995*	۰/۵۷±۰/۳۳	۱/۳۰±۰/۴۹	۲۳/۳±۵/۹۰	۶۰/۶±۱۸/۸۰
Paez-Osuna & Tron-Mayen, 1996*	ND**	ND	۱۸/۸۵±۱/۰۰	۵۵/۰۰±۷/۰۰
Wu & Yang, 2011*	ND	–	۲۴/۲۶±۸/۳۶	۱۷۱/۵۶±۱۱۸/۷۴
Movahed *et al.*, 2013*	۹/۸±۰/۳۳	–	۰/۳۶±۰/۰۳	۱/۳۵±۰/۰۲
WHO (Pourang *et al.*, 2004)	۰/۲	–	۱۰	۱۰۰۰
NHMRC (Pourang *et al.*, 2004)	۰/۰۵	–	۱۰	۱۵۰
MAFF (Pourang *et al.*, 2004)	۰/۲	–	۲۰	۵۰
FDA (Movahed *et al.*, 2013)	۱	۷۰*	۳۰	۴۰
مؤسسهٔ استاندارد ملی ایران (Movahed *et al.*, 2013)	۰/۱	–	۲۰	۵۰
مطالعهٔ حاضر (میگوی پاسفید)	۱/۱۶±۰/۱۹	۶/۴۱±۰/۷۸	۷/۶۳±۱/۳۰	۱۶/۶۲±۱/۹۴
مطالعهٔ حاضر (میگوی پاسفید)*	۴/۶۸±۰/۷۱	۲۶/۸۹±۲/۹۸	۲۸/۷۲±۴/۸۶	۶۳/۱۵±۷/۳۳

* این داده‌ها بر اساس وزن خشک و سایر داده‌ها بر اساس وزن تر است.

** Non detected

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در جدول ۳ نتایج مطالعهٔ حاضر با مقادیر استاندارد و نتایج سایر تحقیقات مشابه مقایسه شده است.

دربارهٔ هم‌بستگی غلظت فلزات با متغیرهای ریختی، نتایج این تحقیق با نتایج Paez-Osuna و Ruiz-Fernfindez (۱۹۹۵) همخوانی نداشت. در آنجا اندازه با روی رابطهٔ مثبت و با نیکل رابطهٔ منفی داشت و میگوهای با اندازهٔ کوچک‌تر نسبت به بزرگ‌ترها غلظت‌های بالاتری از نیکل جذب می‌کردند، اما دربارهٔ روی برعکس بود و میگوهای با اندازهٔ بزرگ‌تر روی بیشتری را تجمع می‌دادند.

نتایج هم‌بستگی فلزات با یکدیگر برخلاف پژوهش Paez-Osuna و Ruiz-Fernfindez (۱۹۹۵) و Joseph و Srivastavac (۱۹۹۲) بود. در تحقیق اول بین روی با مس هم‌بستگی لگاریتمی دیده شد و در پژوهش دوم بین روی و کادمیم با مس هم‌بستگی وجود داشت.

نتایج اختلاف غلظت فلزات سنگین بین دو جنسیت نشان داد که نرها کادمیم را بیشتر از ماده‌ها و سایر فلزات را به یک اندازه جذب کرده بودند. این نتایج تقریباً با یافته‌های Paez-Osuna و Ruiz-Fernfindez (۱۹۹۵) همسو بود. در آن مطالعه نیز بین دو جنسیت از نظر غلظت هیچ‌کدام از فلزات سنگین اختلاف نبود، اما با نتایج پژوهش Paez-Osuna و Tron-Mayen (۱۹۹۶) همخوانی نداشت. در آنجا اختلاف معناداری در دو جنسیت برای نیکل و روی وجود دارد. ماده‌ها هر دوی این فلزات را بیشتر از نرها تجمع می‌دادند که این احتمالاً به رژیم غذایی مربوط است (Paez-Osuna & Tron-Mayen, 1996).

Archive of SID

www.SID.ir

نبود اختلاف معنادار بین غلظت فلزات مختلف مشابه نتایج مطالعهٔ Paez-Osuna و Ruiz-Fernfindez (۱۹۹۵) بود. در بررسی آن‌ها نیز میانگین غلظت هر یک از فلزات قابل تشخیص در بافت عضله به طور مشخصی اختلاف نداشت.

الگوی تجمع فلزات در بافت عضله مشابه پژوهش‌های سابق به جز مطالعهٔ Movahed و همکاران (۲۰۱۳) بود. در آنجا الگوی تجمع به صورت کادمیم> روی > مس بود که دلیل آن احتمالاً ورود فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی به همراه بار زیادی از کادمیم به داخل دریاست (Movahed *et al.*, 2013). در سایر تحقیقات عناصر مغذی در مقادیر بالاتری نسبت به عناصر سمی تجمع یافته بود.

با توجه به اینکه فلزاتی مانند روی و مس فلزات ضروری در فیزیولوژی تنفس سخت‌پوستان دریایی‌اند (Balkas *et al.*, 1982; Joseph & Srivastavac, 1992)، محتمل است که بیشتر از فلزات غیرضروری مانند نیکل و کادمیم جذب شوند. روی و مس نیازهای تغذیه‌ای برای رشد آبزیان (N.R.C., 1993; Wu & Yang, 2011) و برای متابولیسم ضروری‌اند. مس به‌منزلهٔ فلزی تنظیم‌کننده برای دهپایان نقش بیوشیمیایی قابل‌توجهی دارد. سطوح بالای مس ممکن است مربوط به نقش اساسی این فلز در تولید هموسیانین[1] باشد که پروتئینی تنفسی است و در بندپایان و نرم‌تنان به اکسیژن متصل می‌شود (Tahon *et al.*, 1988; Brouwer *et al.*, 2002; Lee & Shiau, 2002; Mackeviciene, 2002; Phuc Cam Tu *et al.*, 2008; Kurun *et al.*, 2010). به نظر می‌رسد در برخی سخت‌پوستان، به‌ویژه دهپایان، غلظت نسبتاً ثابت مس در کل بدن بیش از دامنهٔ وسیع مس محلول در دسترس در محیط زیست باشد (Phuc Cam Tu *et al.*, 2008). البته، داده‌های روی و مس بالا ممکن است با فراهمی زیستی فلزات پرمصرف نسبت به فلزات کم‌مصرف شرح داده شود یا منعکس‌کنندهٔ محیط‌های آبی حاوی غلظت‌های بالای روی و مس باشد، زیرا این فلزات مستقیماً از آب، رسوبات و رژیم غذایی محیط حیوان گرفته شده‌اند (Canli & Atli, 2003; Wu & Yang, 2011).

مقایسهٔ غلظت فلزات اندازه‌گیری‌شده با نتایج سایر تحقیقات نشان داد که غلظت کادمیم کمتر از مطالعهٔ Movahed و همکاران (۲۰۱۳) و بیشتر از سایر پژوهش‌ها بود. غلظت نیکل نیز از نتایج سایر مطالعات بسیار بالاتر به دست آمد. دربارهٔ فلز مس غلظت اندازه‌گیری‌شده بسیار بیشتر از مطالعهٔ Movahed و همکاران (۲۰۱۳) و همین‌طور بالاتر از تحقیق Paez-Osuna و Tron-Mayen (۱۹۹۶)، اما در حدود سایر پژوهش‌ها بود. غلظت فلز روی نیز از مطالعات Joseph و Srivastavac (۱۹۹۲) و Wu و Yang (۲۰۱۱) بیشتر، و از تحقیق Movahed و همکاران (۲۰۱۳) کمتر و در حدود سایر پژوهش‌ها بود.

مقایسهٔ غلظت فلزات با استانداردهای نام‌برده در جدول ۳ نشان داد که غلظت عناصر نیکل، مس و روی کمتر از مقادیر استاندارد است؛ بنابراین این فلزات به‌منزلهٔ تهدیدی جدی برای سلامتی مصرف‌کنندگان مطرح نیست. با این حال، تأثیرات سوء تجمعی را دربارهٔ مصرف‌کنندگان منظم نمی‌توان نادیده انگاشت. اما، دربارهٔ فلز کادمیم غلظت بیش از تمامی استانداردها بود. ورود گستردهٔ فاضلاب‌های

1. Haemocyanin

Archive of SID
www.SID.ir

شهری، صنعتی (مجموعه کارخانه‌های استخراج و تولید میعانات نفتی) و پساب‌های کشاورزی به داخل دریا ممکن است از دلایل اصلی افزایش میزان کادمیم در این گونه میگو باشد. در مطالعهٔ Movahed و همکاران (۲۰۱۳) نیز سطح فلز کادمیم از استاندارد WHO بالاتر بود. بنابراین، افزایش میزان این عنصر در میگو نگران‌کننده است و باید راهکارهای عملی مناسب برای کاهش منابع آن ارائه شود (Movahed *et al.*, 2013). به طور کلی، با توجه به نتایج پژوهش‌هایی که در سال‌های اخیر دربارهٔ افزایش تولید و کیفیت محصولات دریایی از جمله میگو و ماهی انجام پذیرفته است (Mohammadi Ashnani *et al.*, 2008; Mokhtar *et al.*, 2009; Movahed *et al.*, 2013) و نتیجه‌گیری تحقیق حاضر، پیشنهاد می‌شود که بررسی‌های بیشتری در زمینهٔ وضعیت ژئوشیمیایی مناطق مختلف (مواد شیمیایی، میعانات نفتی، آلودگی‌های ناشی از عبور و مرور نفت‌کش‌ها و کشتی‌های تجاری و هم‌چنین تغییر وضعیت زندگی جلبک‌های دریایی و آلودگی‌زایی آن‌ها) انجام شود و مقدار آلودگی‌ها با پساب‌ها و مواد دفعی شهری و فاضلاب‌های صنعتی، حاصل از کارخانه‌های تولیدی داخل شهرها، در هر منطقه به صورت دوره‌ای ارزیابی شود (Movahed *et al.*, 2013).

Archive of SID

References

[1]. AOAC (Association of Official Analytical Chemistry), 1995. Official methods of analysis, 16th ed. Arlington, VA, USA.

[2]. Askary Sari, A. and Velayatzadeh, M., 2000. Lead and zinc concentrations in liver and muscle tissues of two fish species, rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and common carp (*Cyprinus carpio*) Journal of Iran Veterinary, 7, 1, 30-35 (in Persian).

[3]. Askary Sari, A., 2010. The study of heavy metals (Pb, Hg and Cd) in (*Barbus grypus*) and (*Liza abu*) in Karoon and Karkheh rivers. Journal of Marine, 1, 4, 95-107 (in Persian).

[4]. Balkas, T.I., Tugrul, S. and Salibogh, I., 1982. Trace metal levels in fish and crustacea from north-eastern Meditenanean coastal waters. Marine Environmental Research, 6, 4, 281-289.

[5]. Brouwer, M., Syring, R. and Brouwer, T.H., 2002. Role of a copper-specific metallothionein of the blue crab, Callinectes sapidus, in copper metabolism associated with degradation and synthesis of hemocyanin. Journal of Inorganic Biochemistry, 88, 228-239.

[6]. 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.

[7]. Cheng, K.M., H.u., C.Q., Liu, Y.N., Zheng, S.X., Qi, X.J., 2005. Dietary magnesium requirement and physiological responses of marine shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in low salinity water. Aquaculture Nutrition, 11, 385-393.

[8]. Cogun, H.Y., Yuzereroglu, T.A., Firat, O., Gok, G. and Kargin, F., 2006. Metal concentrations in fish species from the northeast Mediterranean sea. Journal of Environmental Monitoring and Assessment, 121, 431-438.

[9]. Eisler, R., 2006. Mercury hazards to living organism. CRC Press, 312 p.

[10]. Joseph, K. and Srivastava, J.P., 1992. Heavy metal load in prawn, *Penaeus indicus* (H. Milne Edwards) inhibiting ennore estuary in Madras. Journal of the Inland Fisheries Society of India, 24, 1, 30-33.

[11]. Kheirvar, N. and Dadolahi Sohrab, A.., 2010. Heavy metal concentrations in sediments and Large Scaled Barb (*Barbus grypus*) from Arvand river. Environmental Science and Technology, 12, 2, 123-131 (in Persian).

[12]. Khoshnood, R., 2006. Accumulation of heavy metals (V, Pb, Ni, Hg, Cd) in two species of Garangidae from Bandar abbas and Bandar Lengeh. M. Sc. thesis, azad university of Ahwaz, 73p (in Persian).

[13]. Kurun, A., Balkis, N., Erkan, M., Balkis, H., Aksu , A. and Ersan, M. S., 2010. Total metal levels in crayfish *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823), and surface sediments in lake Terkos, Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 169, 385-395.

[14]. Lee, M.H. and Shiau, S.Y., 2002. Dietary copper requirement of juvenile grass shrimp, *Penaeus monodon*, and effects on non-specific immune responses. Fish and Shellfish Immunology. 13, 259-270.

[15]. Mackeviciene, E.G., 2002. Bioaccumulation of heavy metals in noble crayfish (*Astacus astacus* L.) tissues under aquaculture conditions. Ekologija (Vilnius), 2, 79-82.

Archive of SID

www.SID.ir

[16]. Mohammadi Ashnani, M.H., Nafisi Bahabadi, M., Movahed, A., Hasani , E., Mohammadi M.M., 2008. The effect of using different concentrations of flaxseed oil instead of fish oil in the diet of rainbow trout for increasing n-3 fat in their tissue. Iranian South Medical Journal, 10, 128-35 (in Persian).

[17]. Mokhtar, M.B., Zaharin Aris, A., Munusamy, V., and Mangala Praveena, S., 2009. Assessment level of heavy metals in *Penaeus Monodon* and *Oreochromis SPP*. in selected aquaculture ponds of high densities development area. European Journal of Scientific Research, 30, 3, 348-360.

[18]. Movahed, A., Dehghan, A., Haji Hosseini, R., Akbarzadeh, S., Zendehboudi, A. A., Nafisi Behabadi, M., Mohammadi, M. M., Hajian, N., Pakdel, F., Hefzulla, A., Iranpour, D., 2013. Evaluation of heavy metals in the tissues of different species of shrimps collected from coastal waters of Bushehr, Persian Gulf. Iranian South Medical Journal, 16, 2, 100-109 (in Persian).

[19]. N.R.C. (National Research Council), 1993. Nutrient requirements of fish. National academy. Press, New York, USA.

[20]. Naseri, M., Rezai, M., Abedi, O. and Afshar Naderi, A., 2005. Determination of some heavy metals (Fe, Cu, Zn, Mg, Mn, Hg, Pb, Cd) in edible and non-edible tissues of Greenback mullet (*Liza dussumieri*) from Bushehr coastal areas. Iranian Journal of Marine Sciences, 4, 3&4, 59-67 (in Persian).

[21]. Nosratpur, A., Kamali, A. and Akrami, R., 2012. Effects of Immunogen Supplementation on Growth Index, Survival and Body Composition of the Pacific white Shrimp (*Litopenaeus Vannamei*). Journal of Renewable Natural Resources Research,, 2 (4), 65-72 (in Persian).

[22]. Paez-Osuna, F. and Ruiz-Fernandez, C., 1995. Tracce metals in the Mexican shrimp *Penaeus vannamei* from estuarine and marine environments. Environmental Pollution, 87, 243-247.

[23]. Paez-Osuna, F. and Tron-Mayen, L., 1996. Concentration and distribution of heavy metals in tissues of wild and farmed shrimp *Penaeus vannamei* from northwest coast of Mexicao. Environment International, 22, 4, 443-450.

[24]. Parvaneh, V., 1992. Quality control and chemical tests of foods. University of Tehran publication. 322 p (in Persian).

[25]. Phuc Cam Tu, N., Ha, N.N., Ikemoto, T., Tanabe, B.C.S.T. 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: 858-866.

[26]. Pourang, N., Dennis J.H. and Ghourchian H., 2004. Tissue Distribution and redistribution of trace elements in shrimp species with the Emphasis on the roles of metallothionein. Ecotoxicology, 13, 519-533.

[27]. Saei-Dehkordi, S.S., Fallah, A. and Nematollahi, A., 2010. Arsenic and mercury in commercially valuable fish species from the Persian Gulf: Influence of season and habitat. Food and Chemical Toxicology. 48, 2945-2950.

[28]. Shahab Moghadam, F., Esmaeili Sari, A., Valinassab, T. and Karimabad,i M., 2010. Comparison of muscular tissue concentration of heavy metals in sharpnose stinger (*Himantura gerrardi)* and bigeye scade (*Selar crumenophthalmus*) of the Persian Gulf. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 19, 2, 85-95 (in Persian).

[29]. Smith, K.L., Guentzel, J.L., 2010. Mercury concentrations and omega-3 fatty acids in fish and shrimp: preferential consumption for maximum health benefits. Marine Pollution Bulletin, 60, 1615-1618.

Archive of SID

www.SID.ir

[30]. 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.

[31]. Tahon, J.P., Van Hoof, D., Vinckier, C., Witters, R., De Ley, M., and Lontie, R., 1988. The reaction of nitrite with the haemocyanin of *Astacus leptodactylus*. Biochemical Journal, 249: 891-896.

[32]. Wang, W.N, Wang, A.L., Zhang, Y.J., 2006. Effect of dietary higher level of selenium and nitrite concentration on the cellular defense response of *Penaeus vannamei*. Aquacultre, 256, 558–563.

[33]. Wickins, J.F. and O'C. Lee, D., 2002. Crustacean Farming Ranching and Culture. Blackwell Science, Oxford . Second edition, 446 p.

[34]. 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, 62-65.

[35]. Wyban, J. and Sweeney, J.,1994. Intensive Shrimp Production Technology. Argent Chemical Laboratories. 158 p.

[36]. Wyban, J., Walash, W.A. and Godin D.M., 1995. Temperature effect on growth, feeding rate and feed conversion of the pacific white shrimp. Aquaculture. 138, 267-279.

[37]. Zodape, G.V., Dhawan, V.L., Wagh, R.R., Sawant, A.S., 2011. Contamination of heavy metals in seafood marketed from Vile parle and Dadar markets of suburban areas of Mumbai (west coast of) India. International journal of environmental sciences, 1, 6, 1177-1185.

Archive of SID

www.SID.ir