فصلنامه علوم تکثیر و آبزی‌پروری/ سال پنجم/ شماره چهاردهم/ پاییز ۹۶/ صفحات ۷۴-۶۳

سنجش میزان غلظت فلزات سنگین آرسنیک، سلنیوم و وانادیوم (As, Se, V) در آبشش، عضله و هپاتوپانکراس میگوی وانامی(*Litopenaeus vannamei*) در سایت پرورش میگوی چوئبده آبادان

زهرا معلمی[۱]، نگار قطب‌الدین*[۲]، مهرداد محمدی‌دوست[۳]

چکیده

این تحقیق به منظور سنجش میزان فلزات سنگین آرسنیک، سلنیوم و وانادیوم در بافت های عضله، آبشش و هپاتوپانکراس میگوی وانامی در سایت پرورش میگوی وانامی(*Litopenaeus vannamei*) چوئبده آبادان در پاییز سال۱۳۹۴ انجام شد. عملیات نمونه‌برداری با ۳ تکرار در هر استخر به وسیله‌ی تور صیادی صورت پذیرفت و پس از جداسازی بافت‌ها نمونه‌ها هضم شدند. سپس غلظت فلزات سنگین توسط دستگاه جذب اتمی مشخص گردید. بیشترین غلظت فلز سنگین مربوط به ارسنیک و در بافت هپاتوپانکراس (۰/۰۰۸±۵/۳۲) میلی گرم بر کیلوگرم بدست آمد. میانگین غلظت فلز ارسنیک در بافت‌های آبشش و عضله به ترتیب (۰/۱۳۰±۴/۶۱۹، ۰/۱۳۲± ۳/۸۱) میلی گرم بر کیلوگرم بدست آمد و همچنین مشخص گردید که در بافت‌های مختلف غلظت آرسنیک دارای اختلاف معنی‌داری است ($p < ۰/۰۵$). میانگین غلظت سلنیوم در بافت‌های هپاتوپانکراس، آبشش و عضله به ترتیب (۰/۰۰۷±۳/۰۹۹، ۰/۰۰۳±۳/۱۱۲ ، ۰/۰۱۰±۲/۹۷۷) میلی گرم بر کیلو گرم بدست آمد. همچنین مشخص گردید که در بافت‌های مختلف غلظت سلنیوم دارای اختلاف معنی‌داری است ($p < ۰/۰۵$). میانگین غلظت فلز وانادیوم در بافت‌های هپاتوپانکراس، آبشش و عضله به ترتیب (۰/۰۱۴±۲/۱۰۶، ۰/۰۰۷±۱/۹۶۹، ۰/۰۱۴±۱/۸۰۶) میلی گرم بر کیلوگرم بدست آمد. همچنین مشخص گردید که در بافت های مختلف غلظت وانادیوم دارای اختلاف معنی‌داری است ($p < ۰/۰۵$). میزان غلظت فلزات سنگین در بافت‌های هپاتوپانکراس و عضله و آبشش میگوی وانامی در سایت پرورش میگوی چوئبده آبادان از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی WHO پایین‌تر بود.

کلید واژه: آرسنیک، سلنیوم، وانادیوم، میگوی وانامی(*Litopenaeus vannamei*)، سایت پرورش میگوی چوئبده آبادان.

تاریخ وصول: ۱۳۹۶/۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۶/۵

۱. کارشناسی ارشد، گروه شیلات، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲*.دانشیار گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران(نویسنده مسؤول)ghotbeddiny2005@gmail.com

۳. پژوهشکده آبزی‌پروری جنوب کشور، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

۱- مقدمه

اکوسیستم‌های آبی پیوسته مواجه با مشکلات ناشی ازآلاینده‌هایی هستند که از منابع مختلف مانند فاضلاب‌های صنعتی، پساب‌های کشاورزی و فاضلاب‌های شهری وارد آنها می‌شوند. فلزات سنگین، سموم و فرآورده‌های نفتی برای محیط‌های آبی بیگانه و زیان‌آور بوده و اکثراً بدون هیچ تصفیه‌ای به آب رها می‌شوند(Demirak et al., 2006) منبع اصلی آلودگی‌های فلزات سنگین در اقیانوس‌ها آلوده‌کننده-های ناشی از فعالیت‌های انسانی است (Hamiton et al., 2003). فلزات سنگین همچنین از طریق منابع طبیعی مانند فعالیت‌های زمین‌شناسی وارد آب و زنجیره غذایی می‌شوند. فلزات سنگین بدلیل قابلیت تجمع زیستی خطرناک می‌باشند (Adedeji et al., 2011) همچنین به علت خاصیت پایداری فلزات سنگین در محیط‌های آبی و تغلیظ زیستی این آلاینده‌ها در بافت‌ها و استخوان‌های موجودات زنده و به دلیل عدم دفع بیولوژیکی این عناصر غلظت آنها در زنجیره‌های غذایی به سمت رأس هرم غذایی افزایش یافته و موجب اثرات سمی و بیماری برای موجودات مصرف‌کننده بالای هرم غذایی بخصوص انسان می-شود. غلظت فلزات سنگین در بافت موجودات آبزی منعکس‌کننده غلظت این فلزات در محیط آبی است (Yilmaz et al., 2007). بیشتر ترکیبات فلزی یا یون‌های آنها در بافت‌های بدن به ویژه کبد، کلیه، آبشش، طحال، قلب و استخوان تجمع می‌یابند. نمک فلزات سنگین به طور طبیعی و یا از راه فاضلاب های صنعتی وارد منابع آب پرورش آبزیان می‌شود و باعث بروز ضایعات در آبشش و سایر اندام‌های آبزیان می‌گردد. به دنبال چنین ضایعاتی در آبشش، عفونت‌های باکتریایی باعث مرگ و میر آبزیان به ویژه ماهیان پرورشی آب شیرین در استخرها می‌گردد (Ismaili et al., 2002; Jalali et al., 2007).

میگو یکی از منابع غذایی مهم برای بسیاری از حیوانات از قبیل ماهی‌ها و وال‌ها می‌باشد. میگو غنی از کلسیم، ید و پروتئین است. از آنجا که میگو ها بصورت جانوران کفزی اند و دارای تحرک کمی هستند می‌توان از آنها بعنوان یک بیواندیکاتور مناسب برای آلودگی ناشی از فلزات سنگین در تحقیقات مختلف استفاده کرد. تاکنون مطالعات زیادی در خصوص سنجش فلزات سنگین بر روی ماهی و میگو انجام شده است که از جمله مطالعات اخیر می‌توان به مطالعه رفیعی و همکاران (۱۳۹۰) بر روی غلظت جیوه میگوی سفید در دو ایستگاه خور موسی و لیفه– بوسیف؛ یحیاوی و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی غلظت فلزات سنگین (Fe, Hg, Pb, Cd) در دو میگوی تجاری سفید و موزی در تنگه هرمزگان؛ اعتدالی و همکاران

(۱۳۹۱) در سنجش میزان غلظت فلزات سنگین (Ni,Cd,Zn,Fe) در بافت اندام‌های مختلف میگوی سفید (*Metapenaeus affinis*) در بحرکان؛ شیرالی و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی میزان فلزات سنگین (Ni,Cd,Zn,Fe) در میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) در سایت پرورش میگوی چوئبده آبادان؛ رومیانی و احسانی (۱۳۹۲) به مطالعه فلزات سنگین در میگوی سفید وانامی پرورشی در دو منطقه هندیجان و بوشهر در دو اندام پوست و عضله؛ موحد و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی غلظت فلزات سنگین در بافت خوراکی میگوهای پرورشی *Penaeus semisulcatas* و *Litopenaeus vannamei* در سواحل بندر عباس و مقایسه آن با نمونه‌های دریایی؛ بهادری و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی میزان فلزات سنگین (Ni,Cd,Zn,Fe) در *Metapenaeus affinis* در خوریات ماهشهر بحرکان و مطالعه جواهری و همکاران (2013) بر روی میگوی *Femeropenaeus merguiensis* درسواحل بندر عباس در سنجش غلظت فلزات سنگین Hg، As ، Cd و Pd اشاره کرد.

آبگیری سایت پرورش میگوی چوئبده آبادان از رودخانه بهمنشیر می‌باشد. در حال حاضر ۲۸۹ استخرفعال می باشد. به علت مجاورت دهانه بهمنشیر با خوریات ماهشهر که از پرترددترین بنادر تجاری ایران است و نیزاستقرار مراکز صنعتی همواره گذرگاه بسیاری از کشتی‌های تجاری و نفتکش‌ها است که خود موجبات ورود حجم عظیمی از آلاینده ها بخصوص فلزات سنگین را به همراه دارد. تاکنون مطالعه‌ای بر روی سنجش فلزات آرسنیک، سلنیوم و وانادیوم در میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) سایت پرورش میگوی چوئبده آبادان انجام نشده لذا در این مطالعه به بررسی آنها پرداخته شده است.

۲- مواد و روش‌ها

نمونه برداری از میگوی وانامی در سایت پرورش میگوی چوئبده آبادان جهت اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین آرسنیک، سلنیوم و وانادیوم در شهریور ماه ۱۳۹۴ صورت گرفت. نمونه‌برداری از یک مزرعه به تعداد۶۰ میگو برای تهیه ۱۰ نمونه از ۳ بافت با استفاده از ساچوک صورت گرفت. نمونه‌ها بلافاصله داخل یونولیت حاوی یخ قرار داده شدند و از سایت پرورش میگوی چوئبده آبادان به آزمایشگاه دانشگاه آزاد اهواز انتقال یافت. سپس نمونه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت (۰/۰۱ گرم) وزن شده و با کولیس طول کاراپاس با دقت (۰/۱ میلی متر) اندازه گرفته شد. بعد از جدا کردن بافت عضله و آبشش و

هپاتوپانکراس میگوهای هر دسته، آنها را در ظروفی که از کاغذ آلومینیومی از قبل آماده شده بود، گذاشته و به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۶۵ درجه قرار داده شد. نمونه‌ها را پس از گذشت ۲۴، ۴۸و ۷۲ ساعت توزین کرده و پس از رسیدن به وزن ثابت از داخل آون خارج کردیم. سپس نمونه‌های خشک شده در هاون چینی قرار داده و خرد کرده بطوریکه بصورت پودر درآمدند و جهت هضم شیمیایی آماده شدند. به منظور هضم شیمیایی نمونه‌ها ابتدا با توجه به وزن خشک هر نمونه، مقدار ۰/۵ گرم از آن در ارلن مایر ۱۰۰ میلی لیتری ریخته شد. سپس به هر نمونه ۵ سی سی اسید نیتریک غلیظ اضافه و دهانه آن با ورقه آلومنیومی پوشانده شد و به مدت ۲۴ ساعت نگه داشته شد. سپس از محلول ۳ به ۱ اسید کلریدریک به اسید نیتریک به مقدار ۱۰ میلی لیتر اضافه نموده و ظروف را به مدت ۴ ساعت بر روی هیتر در دمای ۸۵ درجه قرار داده و محلول حاصل را از کاغذ صافی عبور داده و با آب مقطر دو بار تقطیر به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانده شد (Moopam, 1999). در پایان محلول جهت قرائت به وسیله دستگاه جذب اتمی مدل ۸۰۰AAs perkin elmer آماده شد. در دستگاه از هر نمونه سه بار قرائت شده و میانگین آن ثبت گردید. نتایج بر اساس آنالیز واریانس یک طرفه، با استفاده از نرم افزار SPSS ۱۷ مورد آنالیز قرار گرفت. وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ٪۹۵ ($p <$ ۰/۰۵). تعیین گردید. در رسم نمودارها و جداول از نرم افزار۲۰۰۷ Excel استفاده شده است.

۳- نتایج

نتایج حاصل از زیست‌سنجی میگو از استخرهای مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. در این جدول میانگین وزن، طول به ترتیب بر حسب گرم و سانتیمتر محاسبه شده است. میانگین وزنی میگوها ۰/۰۱ ±۱۵/۱ و میانگین طول کاراپاس میگوها ۰/۰۱ ±۴/۵ بدست آمد.

جدول۱. زیست‌سنجی میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) سایت پرورش میگوی چوئبده آبادان ۱۳۹۴

میگوی وانامی	تعداد نمونه	طول کاراپاس (سانتیمتر)	وزن(گرم)
حداقل	۶۰	۴/۷	۱۰/۳
حداکثر	۶۰	۴/۲	۱۸/۸
میانگین		۴/۵±۰/۰۱	۱۵/۱±۰/۰۱

نتایج حاصل از اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در جدول ۲ آمده است. همان‌طور که مشاهده می-شود میزان فلز آرسنیک در هر سه بافت بیشترین میزان و فلز وانادیوم کمترین میزان را به خود اختصاص داده است. بر اساس نتایج بدست آمده در مطالعه حاضر میزان غلظت فلز آرسنیک در بافت هپاتوپانکراس به طور معنی داری($p<۰/۰۵$) بیشتر از میزان آن در بافت‌های آبشش و عضله بدست آمده است. کمترین میزان آن در بافت عضله مشاهده شد. همچنین غلظت این فلز در دو بافت دیگر عضله و آبشش نیز با هم اختلاف معنی دار را نشان می دهد($p<۰/۰۵$). بیشترین میزان غلظت فلز سلنیم در بافت‌های آبشش و هپاتوپانکراس بدست آمد که مقدار آن در این دو بافت اختلاف معنی‌دار را نشان نمی‌دهد ($p>۰/۰۵$). کمترین میزان سلنیوم در بافت عضله مشاهده شد. غلظت این فلز در بافت عضله با دو بافت دیگر اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهد ($p<۰/۰۵$). بر اساس نتایج بدست‌آمده در مطالعه حاضر میزان غلظت فلز وانادیوم در بافت هپاتوپانکراس به طور معنی‌داری($p<۰/۰۵$) بیشتر از میزان آن در بافت‌های آبشش و عضله بدست آمده است. کمترین میزان آن در بافت عضله مشاهده شد. همچنین غلظت این فلز در دو بافت دیگر عضله و آبشش نیز با هم اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهد($p<۰/۰۵$).

جدول۲. میزان غلظت فلزات سنگین(بر حسب میلی گرم بر کیلو گرم وزن خشک)در بافت های مختلف میگوی وانامی در سایت چوئبده آبادان ۱۳۹۴

فلز	هپاتوپانکراس	آبشش	عضله
آرسنیک	۵/۳۲±۰/۰۰۸ Aa	۴/۶۱۹±۰/۱۳۰ Ca	۳/۸۱±۰/۱۳۲ Ba
سلنیم	۳/۰۹۹±۰/۰۰۷ Ab	۳/۱۱۲±۰/۰۰۳ Ab	۲/۹۷۷±۰/۰۱۰ Bb
وانادیم	۲/۱۰۶±۰/۰۱۴ Ac	۱/۹۶۹±۰/۰۰۷ Bc	۱/۸۰۶ ±۰/۰۱۴ Cc

حروف بزرگ غیر هم نام نشان‌دهنده‌ی اختلاف آماری معنی‌دار هر فلز در سه بافت و حروف کوچک غیر همنام نشان‌دهنده اختلاف آماری سه فلز در یک بافت می‌باشد($p<۰/۰۵$).

همان طور که در جدول ۳ مشاهده می شود فلز آرسنیک بیشترین میزان و فلز وانادیوم کمترین میزان را در هر سه بافت به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۳. روند کلی تغییرات غلظت فلزات سنگین در بافت های مختلف میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) در سایت چوئبده آبادان ۱۳۹۴

غلظت	بافت
آرسنیک>سلنیوم>وانادیوم	آبشش
آرسنیک>سلنیوم>وانادیوم	هپاتوپانکراس
آرسنیک>سلنیوم>وانادیم	عضله

۴- بحث

میگو از نظر مقایسه‌ای نسبت به سایر غذاهایی که پروتئین زیادی دارند، نظیر گوشت ماهی و گروه ماکیان، کالری کمتری دارد. فلزات سنگین در بافت‌های آبزیانی مانند ماهیان و میگوها یافت می‌شوند که در نتیجه تجمع زیستی است که باعث می‌شود غلظت این مواد در سطوح زنجیره ی غذایی بالاتر رود. نتیجه ی دیگر تجمع زیستی این است که غلظت مواد شیمیایی در بافت‌های بدن از محدوده و ظرفیت پذیرش آن فراتر می‌رود (Jalali Jafari et al., 2005).

میزان فلزات سنگین در بافت های مختلف مورد مطالعه در میگوی وانامی عبارت است از آرسنیک> سلنیوم > وانادیوم بالاترین میزان مربوط به آرسنیک و کمترین آن مربوط به وانادیوم می باشد. در مطالعه Rattanachongkiat و همکاران (۲۰۰۴) میزان فلز آرسنیک در چند گونه ماهی و سخت پوستان و رسوبات را اندازه گرفتند. در مطالعه آنها میزان این فلز در ماهی و سخت پوستان بالاتر از ۱۷mg/g وزن خشک بدست آمد. در مطالعه رومیانی و شریف پور (۱۳۹۳) به بررسی غلظت فلزات سنگین (بررسی غلظت فلزات سنگین جیوه، سرب، آرسنیک و کادمیوم در بافت آبشش و عضله طوطی ماهی زردپولک (*Scarus ghobban*) در شمال خلیج فارس پرداختند. ترتیب غلظت فلزات به صورت سرب >کادمیوم>آرسنیک>جیوه به دست آمد. همچنین میزان غلظت فلزات در آبشش بیشتر از عضله بدست آمد. Ozden (2010) به بررسی غلظت فلزات سنگین در میگوی (*Parapenaus longirostris*) در دریای مرمره پرداخت.

در مطالعه ایشان غلظت فلزات سلنیوم ۰/۰۰۷-۰/۰۹۸ mg/kg و آرسنیک ۰/۰۸۱-۰/۲۴۹ mg/kg در این گونه به دست آمد. در مطالعه Javaheri Baboli و Velayatzadeh در سال (2013) بر روی میگوی (*Merguiensis femeropenaeus*) در سواحل بندر عباس ترتیب غلظت فلزات سنگین به

صورت Hg < As < Cd < Pd بدست آمد. در مطالعه مغدانی و همکاران (2015) به مطالعه فلزات سرب، وانادیوم، نیکل و سلنیوم بافت عضله ماهی (*Brachirus orientalis*) در آبهای بوشهر پرداختند. در مطالعه آنها میزان غلظت فلزات سرب، نیکل و سلنیوم از استانداردهای جهانی FAO و WHO بالاتر به دست آمد. آرسنیک یک فلز سنگین کاملاً شناخته شده است که می‌تواند منجر به مرگ آبزیان گردد. غلظت بالا و خطرناک آرسنیک غیرآلی که در حال حاضر در آب‌های سطحی موجود است، احتمال تغیرات ژنتیکی در ماهی‌ها را افزایش می‌دهد (Stanely, 1992). نتایج بیان‌شده تفاوت‌های موجود در میزان فلزات در گونه‌های مختلف میگو می‌تواند مربوط به شرایط جغرافیایی، شرایط محیطی، کیفیت منابع تأمین کننده آب، صنایع مجاور در حاشیه ساحلی مقررات دفع فاضلاب ها و پساب های صنعتی و کشاورزی نوع گونه مورد مطالعه، نوع بافت مورد آزمایش و نوع فلز می‌باشد. در مطالعه حاضر با توجه به اینکه آبگیری استخرهای پرورشی سایت پرورش میگوی چوئبده آبادان از بهمنشیر می‌باشد و در ناحیه‌ی مصب قرار گرفته است لذا میزان آلودگی آن در مقایسه با آب خلیج فارس بسیار پایین‌تر است.

در مطالعه حاضر ترتیب میزان فلزات آرسنیک در بافت های مختلف به صورت هپاتوپانکراس > آبشش >عضله بدست آمد و میزان فلز سلنیوم به صورت آبشش> هپاتوپانکراس > عضله بدست آمد و میزان فلز وانادیوم به صورت هپاتوپانکراس > آبشش >عضله به دست آمد. جذب فلزات سنگین به طور عمده از سطح اندام های بدن آبزیان(سطح مورد تماس با محیط اطراف) رخ می‌دهد. این مسیرها شامل آبشش، پوست، باله‌ها و روده است که در میان آنها سهم آبشش بیش از مسیرهای دیگر است و سلول‌های کلراید در این اندام دارای مهمترین نقش هستند (Flik et al., 1985). پایین‌بودن تجمع فلزات سنگین در بافت عضله، ممکن است به دلیل پایین‌بودن میزان پروتئین‌های باند شونده با فلزات سنگین باشد (Allen-gill and martynov, 1995). به نظر می‌رسد بافت عضله به عنوان محل اصلی تجمع فلزات سنگین قلمداد نمی‌شود(Romeo et al., 1999).

اعتدالی و همکاران (۱۳۹۲) بر روی میگوی سفید در بافت عضله، آبشش و هپاتوپانکراس در منطقه بحرکان مشخص شد که میزان آهن و روی در هپاتوپانکراس بیشتراز سایر بافت هاست که با مطالعه حاضر همخوانی دارد.

در مطالعه Wu و shen (۲۰۰۴) بر روی میگوی(*Litopenneus vannamei*) نشان داده شد که

فلزات سنگین کادمیوم و روی در بافت سخت و ماهیچه‌ها بیشتر تجمع می‌کنند. از آنجایی که رسوبات جایگاه مناسبی برای به دام‌انداختن فلزات سنگین هستند و میگوها بر روی این رسوبات تغذیه می‌کنند پس تعجب‌آور نیست که تجمع آنها در بافت‌های مختلف دیده می‌شود. سخت‌پوستان بدلیل تجمع زیستی فلزات سنگین در خود می‌توانند به عنوان یک شاخص زیستی در منطقه مورد مطالعه محسوب گردند.

قسمت‌های مختلف بدن میگو دارای عناصر مختلف سازنده می‌باشد و هر کدام از عناصر تمایل خاصی برای اتصال به فلز خاصی را دارا می‌باشند. بنابراین طبق الگوی تجمع فلزات در بافت‌های مختلف موجود زنده متفاوت است.

میزان فلزات سنگین آرسنیک و وانادیوم در تمام نمونه‌ها کمتر از تمام استانداردهای موجود در جدول ۴ بوده است. استانداردهای جهانی موجود در سطح بین‌المللی برای حد مجاز غلظت فلزات سنگین با توجه به میزان مصرف فرآورده های دریایی بیان می گردد. براساس استاندارد AAFCO (1999) میزان غلظت فلز سلنیوم در رنج ۵۰۰-۵ ppm جز فلزات با سمیت بالا تقسیم می‌شود. همچنین فلز وانادیوم با غلظت ۱۰۰۰-۱۰۰ ppm در دسته فلزات سمی و آرسنیک با غلظت ۲۰۰۰-۵۰۰ ppm در دسته فلزات نسبتاً سمی قرار می‌گیرد.

در مطالعه حاضر میزان سلنیوم پایین‌تر از استادارد AAFCO (1999) می‌باشد ولی از میزان استاندارد FAO بیشتر بدست آمده است. با توجه به اینکه میزان این فلز در مطالعات قبلی پایین‌تر از استاندارد جهانی می‌باشد احتمال خطا در این آزمون امکان‌پذیر می‌باشد لذا تکرار سنجش غلظت‌های فلز در مطالعات آینده پیشنهاد می‌شود.

جدول ۴. مقایسه میزان فلزات سنگین در سخت‌پوستان با حدود استانداردهای جهانی (میلی‌گرم بر کیلوگرم)

منابع	وانادیوم	سلنیوم	آرسنیک
WHO (FAO/WHO,2005)	۰/۵	-	-
FAO (dural et al.,2006)	-	۲	-
European communities,2006	-	-	۶۰۰۰
Australian standard (ANZFA,1999)	-	-	۱۰۰۰

همانطور که در جدول ۴ مشهود است میزان فلزات آرسنیک و وانادیوم پایین‌تر از حدود مجاز استانداردهای جهانی هستند دلیل آن می‌تواند دور بودن از مناطق آلوده مانند صنایع پتروشیمی و نفتی باشد.

همچنین از دیگر عوامل آلوده‌نبودن میگوی پرورشی در این منطقه و دوربودن از فاضلاب‌های ورودی به آب و آبگیری استخر تحت تأثیر رودخانه بهمنشیر است.

از طرف دیگر میگو یک موجود کفزی می باشد و تغذیه آن بیشتر به صورت همه چیزخواری می‌باشد و میگوی پرورشی به دلیل استفاده از غذای دستی بر خلاف میگوی وحشی کمتر در معرض آلودگی قرار می‌گیرند.

فهرست منابع

1. **AFCO (Association of American Feed Control Officials). (2000).** Official Publication, Association of American Feed Control Officials Inc. West Lafayette, IN 47971 USA, 444p. http://www.aafco.org
2. **Allen-Gil, S.M., Martynov V.G., (1995).** Heavy metals burdens in nine species of freshwater and anadromous fish from the Pechora River, northern Russia. Science Total Environment, 160:653-659.
3. **Australian standard (ANZFA)., (1999).** Australasian Biotechnology, 9(3):167-169.
4. **Bahadori, G. And Ghotbeddin, N., (2016).** Concentration of Heavy Metals (Ni, Cd, Zn, Pb) in Muscle and Hepato-Pancreas of White Shrimp (*Metapenaeus affinis*) in the Northwest of the Persian Gulf, Journal of Zoology Environment, 3: 41-48.
5. **Dedeji, O.B., Okocha, R.C., (2011).** Assessment Level of Heavy Metal in Prawn (*Macrobrachiun macrobrachion*) and Water from Epe Lagoon.
6. **Demirak, A., Yilmaz, F., Tuna, A.L., Zdemir, N., (2006).** Heavy metals in water, sediment and tissues of *Leuciscus cephalus* from a stream in southwestern Turkey. Journal of Chemosphere, 63:1451-1458.
7. **Dural, M., Goksu, M.Z.L., Ozak, A.A., Derici, B., (2006).** Bioaccumulation of some heavy metals in different tissues of *Dicentrarchus labrax* and *Mugil cephalus* from the Camlik Lagoon of the eastern coast Mediterranean Turkey.

Journal of Environmental Monitoring and Assessment, 118:65-74.

8. **Etedali, P., Mohammadi Ruzbehani, M. And Ghotbeddin, N., (2013).** Determination of the concentration of heavy metals (Ni, Cd, Zn, Fe) in various tissue organs of the White Shrimp (*Metapenaeus affinis*) in Bahrakan. Thesis Master. Islamic Azad University of Science and Research Branch of Khuzestan. 71 pages.
9. **European commission., (2006).** Commission regulations (EC) No, 1881/2006 of 19 december 2006, setting maximum levels for certain contaminants in food stuffs.
10. **FAO/WHO expert committee on food additives, arsenic., (2005).** Available from http://www.inchem. Org/documents/jecfa/jeceval/jec_159.htm.
11. **Flik, G., Vanrijs, J.H., Wendelaar Bonga, S.E., (1985).** Evidence of high-affinity Ca2+ -ATPase activity and ATP-driven Cd2+ transport in membrane preparation of the gill epithelium of the cichilid fish (*Oreochromis mossambicus*). Journal of Experimental Biology, 119:335-347.
12. **Hamilton, S.J, Hafman, D.J., (2003).** Trace element and nutrition interaction in fish and wildlife. Ecotoxicology. (2nd-edition).
13. **Ismaili Sari, A., (2002).** Pollutants, Health and Environmental Standards. First Edition. Tehran. Press Naghshe Mehr. 767 pages.
14. **Jalali Jafari, B. And Aghazadeh Meshki, M., (2007).** Fish poisoning due to heavy metals in water and its importance in public health. Tehran. Publishing Man Book. 134.
15. **Javaheri Baboli, M., Velayatzadeh, M., (2013).** Determination of heavy metals and trace elements in the muscles of marine shrimp, *Fenneropenaeus merguiensis* from Persian Gulf, Iran. Journal of Animal and Plant Sciences, 23(3):786-791.
16. **Mghdani, S., Pazira, A.R., Javadzade, N., (2014).** Effect of oil contamination on nickel concentration in muscle tissue of *Brachirus orientalis* in Persian Gulf waters. Journal of Biodiversity and environmental sciences, 4 (1):141-148.
17. **Moopam . M. (1999).** Manual of Oceanographic Observations and pollution Analysis Methods, Kuwait.
18. **Mowahed, A., Dehghan, A.V., Haji Hosseini, R., Akbarzadeh, S., Zende bodi, A.A., Nafisi Bahavadi, M., Mohammadi, M. M., Hajian, N., Pakdel, F., Hefzolah, A. and Iranpour, D., (2013).** Survey on the concentration of heavy metals in the oral tissues of shrimp samples taken from the coasts of Bushehr

province. Journal of South Medicine, 2:109-100.

19. **Ozden, O., (2010).** Seasonal differences in the trace metal and macrominerals in shrimp (*Parapenaus longirostris*) from Marmara Sea. Environment Monitoring Assess, 162 (1-4):191-199.
20. **Rafiei, A.F., Mohammadi, Gh. H., Askari Sari, A. And Velayatzadeh M., (2011).** Investigation and comparison of mercury, cadmium and lead accumulation in white shrimp muscle in Bahrakan, Lief-Bosif and Khormousi catchments. Journal of Marine Biology, 10: 49-55.
21. **Rattanachongkiat, S., Millward, G.E., Foulkees, M.E., (2004).** Determination off arsenix species in fish, srustacean and sediment samples from thailand using high performance liquid chromatography (hplc) soupled with inductively coupled plasma mass spectrometri (icp-ms).Environment monat, 6(4):254-261.
22. **Romeo, M., Siau, Y., Sidoumou , Z., Gnassia-Barellia , M., (1999).** Heavy metal distribution in different fish species from the Mauritania coastal Science Total Environment., 232:169-175.
23. **Romiani, L. and Ehsani, J., (2013).** Comparative study on the accumulation of heavy metals (zinc, copper, cadmium and lead) in the muscle and skin of the shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and native white shrimp (*Metapenaeus affinis*) in Khuzestan province. Islamic Azad University, Abadan Branch. Page 28.
24. **Romiani, L. and Sharifpour, A., (2014).** Investigation on the concentration of heavy metals (mercury, lead, arsenic and cadmium) in the gill and muscle of the *Scarus ghobban* in the north of the Persian Gulf. Ornament Aquatic Journal, 3: 1-8.
25. **Shirali, B. And Ghotbeddin, N., (2015).** The concentration of heavy metals (Ni, Cd, Zn) in gill, muscle and hepato-pancreas of *Litopenaeus vannamei* shrimp at Chouebdeh Abadan shrimp breeding site. Journal of Marine Biology, 25: 65-72.
26. **Stanley, M., (1992).** Environmental Chemistry. Translation by J. Nuri and S. Ferdowsi. Publications of Islamic Azad University. 724 pages.
27. **Wu, J.P., Chen, H.C., (2004).** Effect of cadmium and zinc on oxygen consumption, ammonium excretion, and osmoregulation on white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Chemosphere, 57:1591-1598.
28. **Yilmaz, A., Yilmaz, L., (2007).** Influences of sex and season on levels of heavy metal in tissues of green tiger shrimp (*Penaeus semisulcatus*) Hann, 1844. Food

Chemistry, 101:1664-1669.