بررسی غلظت برخی از فلزات سنگین (Hg, Pb, Zn و Cd) در بافت عضله میگوی سفید هندی (*Penaeus indicus*) پرورشی منطقه گمیشان، کلاهی و میگوی دریای خزر (*Palaemon elegans*)

محمود سقلی[۱]، لیندا یادگاریان[۲]، سیدعباس حسینی[۳] و نورمحمد مخدومی[۴]

۱ و ۴- اداره کل شیلات گلستان
۲- دانشکده علوم وفنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال
۳- دانشگاه علوم کشاورزی گرگان

چکیده

غلظت فلزات سنگین سرب، روی، جیوه، کادمیوم در میگوی بومی خزر (***Palaemon elegans***) و میگوی سفید هندی (***Penaeus indicus***) پرورشی منطقه گمیشان وکلاهی اندازه گیری گردید. نتایج حاصل از بررسی ها نشان داد که بین ۴ عنصر مذکور روی بیشترین و جیوه کمترین مقادیر را دارا می باشد. در مورد عناصر فوق در میگوهای پرورشی مقدار روی از بقیه عناصر بیشتر بود و بقیه عناصردر میگوی دریای خزر دارای بیشترین مقدار می باشد. عناصرتجمع یافته (روی- سرب- جیوه- کادمیوم) در ***Palaemon elegans***به ترتیب (۷/۱۹،۳۹/۸ ، ۰/۰۴، ۲/۷۸) میلی گرم در کیلو گرم اندازه گیری گردیده است. میزان عناصر روی- سرب- جیوه- کادمیوم در میگوهای پرورشی گونه ***Penaeus indicus*** گمیشان در استخرهای ۱۰ و ۱۲ و مرکز آموزش به ترتیب (۶۷/۷، ۰/۰۱، ۰/۰۱، ۰/۰۱) میلی گرم در کیلو گرم و (۶۳ ، ۰/۰۱۴، ۰/۰۱، ۰/۰۱۱)میلی گرم در کیلو گرم و (۶۴/۰ ، ۰/۰۱۱، ۰/۰۱۳و۰/۰۱۴) میلی گرم در کیلو گرم و میگوهای پرورشی ***Penaeus indicus*** کلاهی استان هرمزگان به ترتیب (۷۰/۵ ،۰/۰۱،۰/۰۱۲و۰/۰۱۲)میلی گرم در کیلو گرم اندازه گیری شده است. با توجه به استانداردهای **W.H.O** مقدار آنالیز شده فلزات سنگین در حد مجاز می باشد.

واژگان کلیدی : میگو ***Penaeus indicus*** ، ***Palaemon elegans*** ، فلزات سنگین ، پرورشی و دریای خزر

مقدمه

رشد روز افزون جمعیت و لزوم پاسخگویی به نیاز روز افزون به فرآورده‌های آبزیـان، انسـان را نـاگزیر بـه پـرورش آبزیـان در استخرهای پرورشی و منابع آبی نموده است. در ایران بیش از ۲۰۰۰ کیلومتر ساحل لم یزرع وجود دارد کـه انگیـزه‌ای بـرای توسعه آبزی پروری، ایجاد فرصت‌های شغلی و افزایش درآمدهای صادراتی است. مجتمع پـرورش میگـو گمیشـان در اسـتان گلستان به وسعت ۴۰۰۰ هکتار که فاز اول آن بالغ بر ۳۸۰ هکتار آن احداث شـده اسـت. ایـن مجتمـع پرورشـی در جنـوب شرقی دریای خزر واقع شده است. پساب مزارع پرورش میگو می‌تواند به عنوان یک منبع آلـودگی باشـد. پسـاب ایـن مـزارع شامل آب‌های تعویض شده در طول دوره پرورش، لجن استخر و آب شستشوی استخر پس از برداشت محصول مـی‌باشـد. بـا ورود پساب به دریا. اثرات زیست محیطی منفی، شامل تغییر کیفیت آب و خاک و شیوع بیماری‌ها امکـان بـروز مـی‌یابـد. بـا توجه به افزایش میزان آلودگی در سال‌های اخیر انجام تحقیقات در خصوص تداخل بین فلزات سـنگین و موجـودات دریـایی در اثر فعالیت‌های انسانی و سرازیر شدن آن به محیط‌های آبی تشدید شده است. مطالعات سـال‌هـای اخیـر حـاکی از وجـود فلزات در آب، بستر و ماهیان خاویاری دریای خزر می‌باشد (آخوندیان، ۱۳۸۰) به دنبال بررسی‌های انجـام شـده در خصـوص مقادیر فلزات سنگین در ماهیان خاویاری در کشـورهای شـمالی دریـای خـزر و همچنـین در ایـران، وجـود ایـن عناصـر در بافت‌های مختلف و خاویار گونه‌های مختلف اثبات شده است. همچنین میـزان تجمـع فلـزات سـنگین Cu, Pb, Cd و Zn در اندام‌های مختلف تاسماهی ایرانی با توجه به استانداردهای موجود جهت مصرف انسـانی پـایین‌تـر از حـد مجـاز بـوده اسـت (صادقی راد، ۱۳۸۳). تحقیقات انجام شـده در خصـوص جـذب و تجمـع عناصـر Zn, Cu, Cd و Pb در آب، رسـوب، جلبـک کلادوفورا، میگو *Palaemon elegans* در سواحل جنوب شرقی دریای خـزر نشـان داد کـه میـانگین میـزان جـذب و تجمـع عناصر فوق در آبزیان منطقه بیش از میزان حداکثر مجاز مصرف برای انسان می‌باشد.

براساس (اسماعیلی سـاری، ۱۳۸۱) سـازمان‌هـای بـین‌المللـی بسـیاری گـزارش‌هـای خـود را مبنـی بـر اثـرات آلـودگی در اکوسیستم‌های دریایی به چاپ رسانده‌انـد (Gray, 1979; UNEP, 1983; Kullenberg, 1986 & GESAM, 1990). بیشـتر بررسی‌ها انجام شده در خصوص وجود فلزات سنگین در موجودات زنده دریایی به ویژه در بافت نرم‌تنان و سخت‌پوستان بوده است (Bryan, 1976 & Eisler, 1987).

اگر چه داده‌های اساسی قابل توجهی برای کرم‌هـای کیسـه‌تنـان حلقـوی، (Coelenterate) و خارپوسـتان (Echinoderms) وجود دارد کیسه‌تنان (Bryan, 1976 & Eisler, 1981). فلزات سنگین از طریق تخلیه فاضلاب‌های صنعتی و یا مصرف لجـن حاصل از تصفیه فاضلاب شهری و کشاورزی به زمین وارد شده و از طریق ریشه گیاهان جذب می‌گردد. جذب فلزات سـنگین از طریق آب می‌تواند به روش‌های گوناگون چون آشامیدن، فیلتر کردن، آبشش‌ها و غیره صورت گیرد. جذب فلـزات سـنگین از طریق سطح بدن جانوران نیز می‌تواند صورت گیرد، ولی در حال حاضر مشخص نگردیـده اسـت کـه آیـا ایـن نـوع جـذب می‌تواند باعث خطر و ناراحتی برای جانوران گردد یا خیر. میزان مجاز فلزات سنگین روی، سرب، کـادمیوم در آب شـرب بـه ترتیب ۰/۰۱، ۰/۰۵ و ۵ میلـی‌گـرم در لیتـر اسـت (اسـماعیلی سـاری، ۱۳۸۱). بـه منظـور مقایسـه میـزان آلـودگی آب در محیط‌های پرورش دریایی، این بررسی تحت عنوان بررسی غلظت فلزات سنگین کادمیوم، جیوه، سرب و روی در عضله میگـو سفید هندی در منطقه گیشان (دریای خزر) و کلاهی (استان هرمزگان) و میگوی دریای خزر صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

تعداد ۱۰ عدد میگو از میگوهای پرورشی گمیشان که در دو استخر به شماره‌هـای ۱ و ۲ پـرورش مـی‌یافتنـد و همچنـین از میگوی پرورشی واقع در مرکز آموزش و بالاخره ۱۰ عدد میگوی صید شده از دریای خزر و میگوهای پـروش یافتـه در مرکـز کلاهی استان هرمزگان به طور تازه به آزمایشگاه سازمان انرژی اتمی منتقل شدند.

ابتدا نمونه‌های میگو جداسازی و با آب مقطر شستشو گردند. سپس بـه مـدت ۷۲ سـاعت در آون الکتریکـی و در دمـای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از این مدت نمونه‌ها در هاون عقیق کوبیده، نرم و هموژن گردیدند.

مقدار ۱ گرم از هر نمونه با ترازوهای دیجتیالی با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌گرم توزین و برداشت گردید.

به هر نمونه ۲ میلی‌لیتر آب مقطر، ۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۶۵ درصد و ۵ میلی‌لیتر نیز اسید کلریـدریک ۳۷ درصـد اضـافه شد.

جهت هضم شیمیایی کامل نمونه‌ها از حمام آبی (بن‌ماری) استفاده گردید. پس از هضم نمونـه‌هـا، بـا افـزودن آب مقطـر، در دمای اندک حرارت داده شده و سپس با کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف گردیـد. حجـم نمونـه‌هـا بـا افـزودن آب مقطـر بـه ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد و سپس محلول آماده شده به منظور تعیـین میـزان فلـزات سـنگین بـه دسـتگاه جـذب اتمـی تزریـق گردیدند.

آنالیز نمونه‌ها

استفاده از دستگاه جذب اتمی با روش شعله Flame Atomic Absorbtion Spectrophotometry به شرح زیر صورت گرفت. میانگین هر یک از فلزات سنگین در طی سه بار مکش توسط دستگاه خوانده می‌شود جذب اتمـی، میـزان نـور جـذب شـده توسط اتم‌های عنصر مورد نظر پس از تزریق نمونه به داخل شعله است که این میزان جذب با تراکم اتم‌ها در شعله متناسـب می‌باشد. لذا جهت محاسبه غلظت نمونه‌های مورد نظر می‌توان از دو روش رسم منتهی درجه‌بنـدی کـه همـان کالیبراسـیون می‌باشد و افزایش استاندارد استفاده نمود. در نهایت برای محاسبه مقدار فلز مورد نظر در نمونه‌ها برحسب میلی‌گـرم در لیتـر از فرمول زیر استفاده گردید:

$$M = \frac{C.V}{W}$$

M: مقدار فلز موجود در نمونه بر حسب ppm

C: مقدار فلز مورد نظر در نمونه بر حسب میلی‌گرم در لیتر که با استفاده از منحنی کالیبراسیون یا افزایش اسـتاندارد بدسـت می‌آید.

V: حجم نهایی بر حسب میلی‌لیتر

W: وزن نمونه جهت هضم بر حسب میلی‌گرم

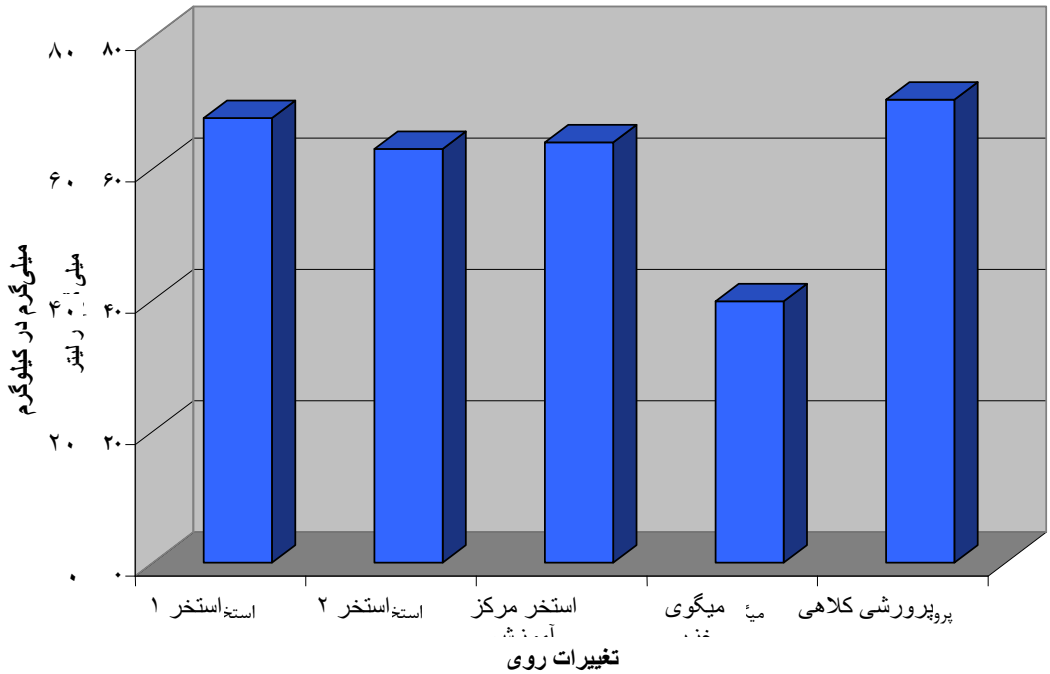
نتایج

نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌های میگوی بومی دریای خزر، میگوی سفید هنـدی پرورشـی گمیشـان و میگـوی سـفید هنـدی پرورشی هرمزگان میزان عناصر روی، سرب، جیوه و کادمیوم در آنها به شرح جدول (۱) مـی‌باشـد. بـر ایـن اسـاس فلـز روی دارای بیشترین میزان به مقدار ۷۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم در میگوی پرورشـی هرمزگـان و کمتـرین میـزان آن برابـر ۳۹/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم در میگوی دریای خزر بود.

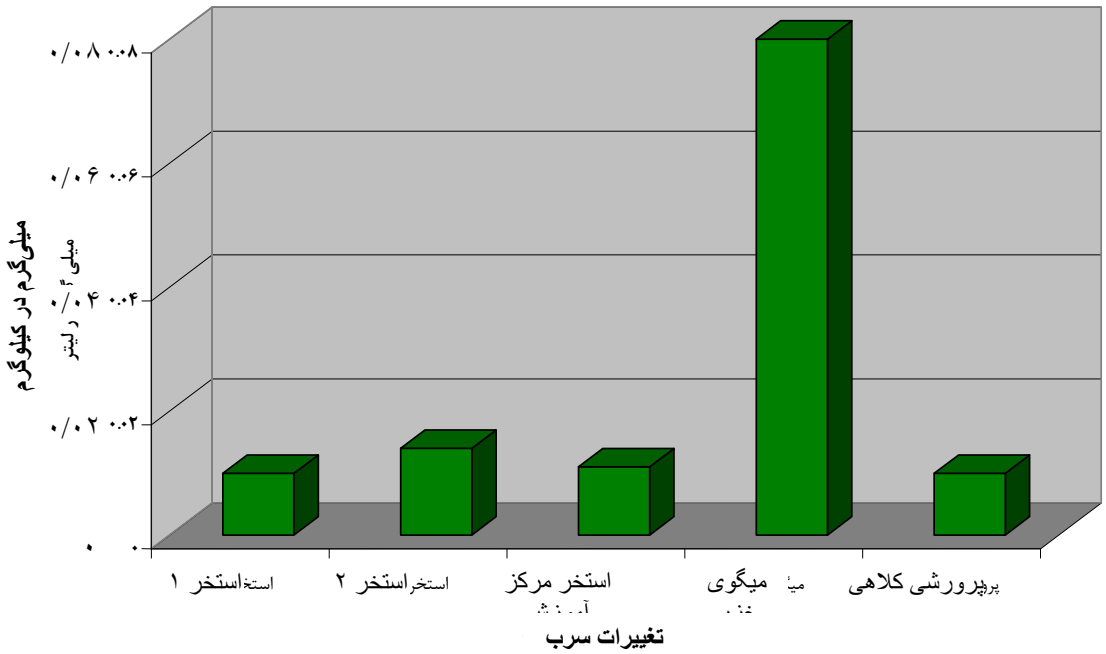
بیشترین مقدار سرب در میگوی دریای خزر ۷/۱۹ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین مقدار آن ۰/۰۱میلی‌گـرم در کیلـوگرم در میگو پرورشی گمیشان استخر شماره ۱ است. مقدار جیوه حداکثر در میگو خزر ۰/۰۴میلی‌گرم در کیلـوگرم و حـداقل آن در میگو پرورشی استخر ۱۰ به مقدار ۰/۰۱میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد. همچنین حـداکثر مقـدار کـادمیوم در (میگـو دریـای خزر) ۲/۷۸ میلی‌گرم در کیلوگرم و حداقل آن در (میگو پرورشی گمیشان استخر ۱ و ۲) میزان ۰/۰۱ میلی‌گـرم در کیلـوگرم به دست آمد.

جدول ۱- غلظت فلزات سنگین اندازه‌گیری شده در بافت عضله میگو دریای خزر، میگو پرورشی گمیشان و کلاهی

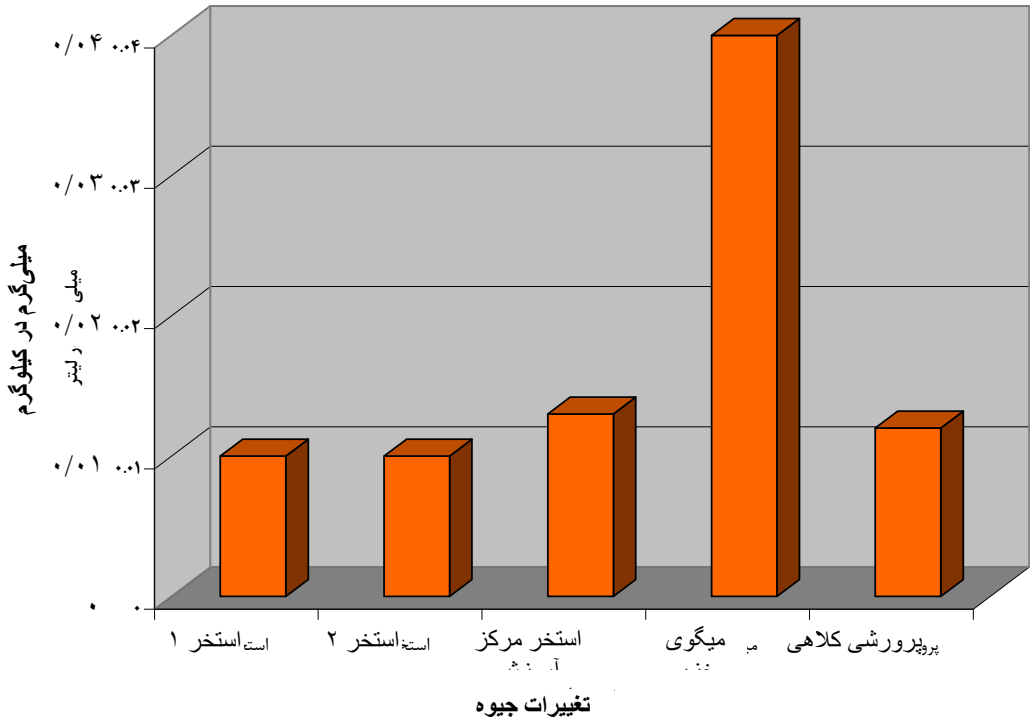
ردیف	نام نمونه	وزن نمونه (گرم)	وزن نمونه پس از خشک شدن	غلظت فلز (mg/kg)			
				روی	سرب	جیوه	کادمیوم
۱	میگو پرورشی گمیشان (استخر ۱)	۲/۰۲۳۱	۰/۴۸۸۲	۶۷/۷	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰
۲	میگوی پرورش مرکز آموزش	۲/۱۰۰۸	۰/۵۶۷۲	۶۴/۰	۰/۰۱۱	۰/۰۱۳	۰/۰۱۴
۳	میگوی پرورش گمیشان (استخر ۲)	۲/۱۳۱۰	۰/۵۱۳۷	۶۳/۰	۰/۰۱۴	۰/۰۱۰	۰/۰۱۱
۴	میگوی دریای خزر	۲/۰۸۶۱	۰/۴۹۷۲	۳۹/۸	۷/۱۹۰	۰/۰۴۰	۲/۷۸
۵	میگوی پرورشی کلاهی	۲/۰۶۲۱	۰/۴۶۳۲	۷۰/۵	۰/۰۱۰	۰/۰۱۲	۰/۰۱۲



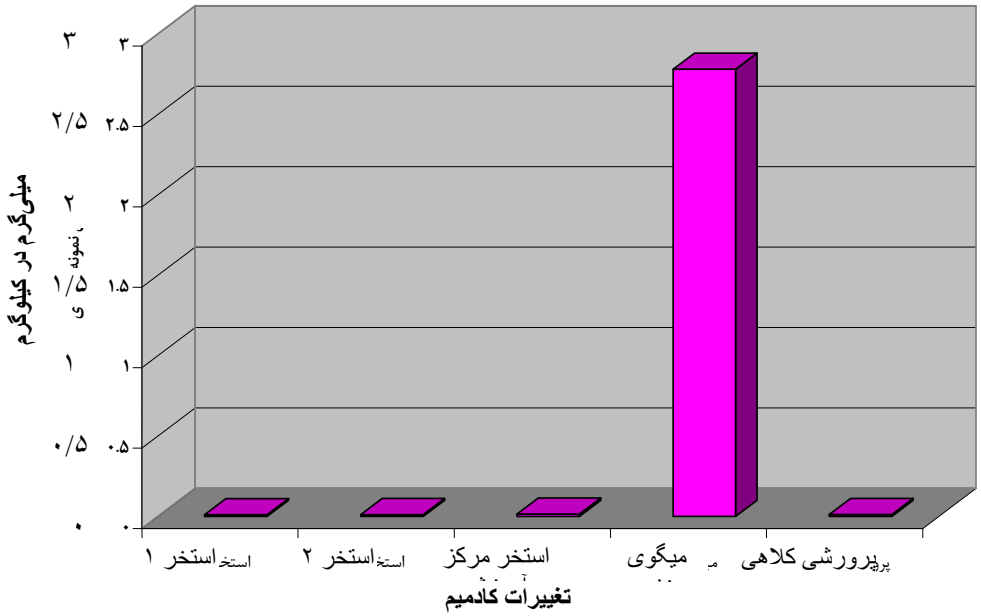
شکل ۲- میزان غلظت روی در میگوهای سفید هندی پرورشی گمیشان و کلاهی و میگوی دریای خزر



شکل ۳- میزان غلظت سرب در میگوهای پرورشی و میگوی دریای خزر



شکل ٤- میزان غلظت جیوه (Hg) در میگوهای پرورشی و میگوی دریای خزر



شکل ۵- میزان غلظت کادمیم در میگوهای پرورشی و میگوی دریای خزر

بحث و نتیجه‌گیری

بیشترین مقدار غلظت روی به میزان ۷۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم در میگوی سفید هندی پرورشی استان هرمزگان و کمترین مقدار آن به میزان ۳۹/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم در میگوی دریای خزر دیده شد. در تحقیقی که در سال ۲۰۰۰ در برکه‌های آب لب شور و در منطقه درختان حرا واقع در ساندرابان هند انجام گرفت مقدار روی را ۹/۶۶-۰/۰۱میکروگرم بر لیتر و غلظت آن در بافت عضله میگو برابر ۴۸۰۹/۵-۷/۳ میکروگرم بر گرم ارزیابی گردید (Guhatkurta &Kaviraj, 2000). تجمع بیولوژیکی عنصر روی در ماهیان اکوسیستم‌های غیر آلوده ۱۷۳-۴۸ میکروگرم بر گرم وزن خشک می‌باشد. این عنصر در بافت ماهیچه تاسماهی ایرانی سواحل جنوب ۲۶/۹ میکروگرم بر گرم است (صادقی‌راد، ۱۳۸۳). آخوندیان در سال (۱۳۸۰) غلظت عنصر روی را در آب، رسوبات، جلبک کلادوفورا، میگوی پاله مون منطقه استان گلستان کمتر از حد مجاز اعلام کرده و تجمع عنصر روی در جلبک کلادوفورا و میگوی پاله مون را تقریباً به هم نزدیک و ارزیابی نمودند. در همان تحقیق تجمع زیستی روی در کفزیان نسبت به آب و رسوبات و آبزیان منطقه مورد بررسی بیشتر بوده است.

بیشترین تجمع زیستی عنصر سرب در بین نمونه‌های مورد آزمایش مربوط به میگوی دریای خزر (۷/۱۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شده است. مفدار سرب در میگوهای سفید هندی پرورشی منطقه گمیشان (۰/۰۱۱ و ۰/۰۱۴ میلی‌گرم برکیلوگرم) و کلاهی (۰/۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) اختلاف چندانی با هم نداشتند.

نتایج بررسی غلظت جیوه در نمونه‌ها نشان داد که بیشترین تجمع زیستی جیوه در میگوی دریای خزر (پاله مون) به مقدار ۰/۰۴ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین آن در میگوهای پرورشی بود، ولی این اختلاف در بین نمونه‌ها معنی‌دار نبود. بررسی غلظت فلزات سنگین اعماق جنوب شرقی دریای مدیترانه در سه سخت‌پوست و یک ماهی انجام گردید که مقدار عناصر سنگین در سخت‌پوستان به صورت زیر می‌باشد: Fe>Cu>Zn>Mn>Cd>Hg بود و در ماهی به صورت

Fe>Zn>Mn>Cu>Hg>Cd عنوان شده و این موضوع ناشی از اختلاف در عادات غذایی و حالات فیزیولژیکی موجودات مورد بررسی است (Kress *et al*., 1998).

بیشترین مقدار کادمیوم (۲/۷۸ میلی‌گرم در کیلوگرم) در نمونه‌های مورد بررسی در این مطالعه در نمونه میگوی دریای خـزر اندازه‌گیری شد. کمترین مقدارکادمیوم (۰/۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) نیـز در میگوهـای پرورشـی منطقـه گمیشـان (اسـتان گلستان) مشاهده شد. این مسأله نشانگر عدم تجمع این عنصر در طی دوره پرورش در بافت عضله میگوهای پرورشـی اسـت. در مطالعه برکه‌های آب لب شور منطقه ساندربان هند در بافت ماهیچه میگو ۳/۲-۰/۱۱میکروگـرم بـر میلـی‌گـرم، در مـاهی کفال ۰/۱۵-۰/۱۱میکروگرم برگرم اندازه‌گیری شد (Guhatkurta & Kaviraj, 2000).

بررسی غلظت فلزات سنگین در بافت‌های مختلف تا سماهی ایرانی تجمع کادمیوم را در بافت ماهیچه، کبد، برانش نسبت بـه روی، سرب، مس کمتر اما در کلیه از روی و مس کمتر و از سرب بیشتر ارزیابی کرد و نیـز غلظـت عناصـر فـوق را در بافـت عضله کمتر از حد مجاز مصرف عنوان کرد (صادقی‌راد، ۱۳۸۳). در سال ۱۹۹۰، Jackson به مطالعه مواد آلـوده‌کننـده خلـیج Women در پناهگاه ملی حیات‌وحش دریایی آلاسکا پرداخت بر طبق این تحقیق غلظت عناصر سـنگین (As, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Mn) در نمونه‌های شاه میگو، صدف و رسوبات در هفت ایستگاه به صورت زیـر بـود: میـزان عناصـر در رسـوبات بـه صورت Ni>Cr>Pb و در عضله شاه میگو به صورت Cr>Ni>Pb ارزیابی گردیده بود.

در سال ۱۹۹۶ Bilgrami & Kumur تراکم زیستی فلزات سنگین در گروه‌های مختلفی از ارگانیسم‌های آبـی ماننـد جلبـک، ماکروفیت و جانوران (مرجان، ماهی) در رودخانه گانگا در هندرا مورد مطالعه قرار داده‌اند نتایج حاصله نشـان داده اسـت کـه در جلبک آنابنا و کلادوفورا تراکم روی به حداکثر میزان خود رسیده، در حـالی کـه در میـان ماکروفیـت‌هـا، Potamogeton دارای ظرفیت بالاتری از فلزات سنگین بوده است.

مطالعه‌ای در سال ۱۹۹۸، توسط Kress و همکارانش بر روی فلزات سنگین (منگنز، آهـن، روی، جیـوه، مـس و کـادمیم) در اعماق جنوب شرقی دریای مدیترانه در خصوص سه سخت‌پوست انجام گردید که میزان عناصر در سخت‌پوسـتان بـه صـورت آهن> مس> روی> منگنز> کادمیم> جیوه به دست آمده است (Kress, *et al*., 1998).

در تحقیقی که در برکه‌های آب لب شور در سیستم درختان حرا واقع در سـاندربان هنـد انجـام شـد، غلظـت کـادمیم، روی، سـرب و آهـن در ماهیچـه میگـو بـه صـورت: کـادمیم ۳/۲-۰/۱۱، روی ۴۸۰۹/۵-۷/۳، سـرب ۴۲/۱-۲۲/۹ و آهـن ۴۹۵-۵ میکروگرم بر گرم بوده است (Guhatkurta, & Kaviraj, 2000).

جدول ۲- محدوده غلظت فلزات *(mg/g dry wight)* در سخت‌پوستان Eisler, (1981), Bryam, (1984), Furness & Rainbow, (1990)

موجودات دریایی	Zn	Cu	Pb	Cd
جلبک‌های دریایی و گیاهان	<۵۰۰	۱-۱۶	<۱۵	<۵
اسفنج‌ها	۶۳-۱۸۰	۸/۵-۳۱	-	۱-۴/۵
مرجان‌ها	۳/۴-۱۷۰	۲-۵۷	۲-۲۴	٪۷-۵/۳
کرم‌های حلقوی	۷۸-۱۶۵	۲۲-۷۴	۴۵	٪۸
نرم تنان (قسمت نرم)	۵۰-۵۰۰	۳-۱۲	۰/۵-۴۰	۱-۵
سخت‌پوستان	۲۰-۳۰	۱۰-۳۰	۳-۱۰	۰/۱-۵
خارپوستان	۵۰-۲۵۰	۴-۳۰	۰/۵-۷	۱-۱۰
ماهی‌ها	۱۰-۱۰۰	۲-۴۲	۸-۲۵	٪۳-۴/۲
پرندگان دریایی	۵۰	۱۰-۲۰	۵	۰/۳-۶

جدول ۳- حدود مسموم‌کنندگی فلزات برای آبزیان (مرجع: ۱۹۹۰، Boyed)

فلز	(mg/L) ۹۶-Hour LC_{50}	میزان ایمن (بی‌خطر) mg/L
کادمیوم	۸۰-۴۲۰	۱۰
کروم	۲۰۰۰-۲۰۰۰۰	۱۰۰
مس	۳۰۰-۱۰۰۰	۲۵
سرب	۱۰۰۰-۴۰۰۰۰	۱۰۰
جیوه	۱۰-۴۰	۰/۱۰
روی	۱۰۰۰-۱۰۰۰۰	۱۰۰

جدول ٤- غلظت فلزات سنگین در میگو در مناطق مختلف جهان میکروگرم در گرم وزن خشک

موقعیت	گونه میگو	نوع بافت	Zn	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Cd
ساحل مکزیک	وانامی	ماهیچه	۶۰/۶	۱/۴۵	۲۳/۳	۱۸۰	۷/۰۷	۱/۳۰	۰/۵۷
خلیج فارس عربستان	ایندیکوس	تمام بدن	۱۳/۵	۰/۶۷	۵/۸۷	۸/۰۴	۰/۲۸	۵/۱۴	۰/۱۸
دمام عربستان	سمی سولکاتوس	ماهیچه	۳۲	۰/۰۵	۶/۹۳	-	-	۰/۵۴	۰/۰۸
خلیج فارس قشم	افینیس	ماهیچه	۴۶/۰۶	۰/۷۴	۱۷/۳۷	۲۲/۲	۰/۴۶	۱/۱۷	۰/۱۱
استانداردهای WHO	۱۰۰۰	"	۱۰۰۰	-	۱۰	-	-		۰/۲

منابع

شکوری، مهدی (مترجم)، ۱۳۷۶. فن‌آوری تکثیر و پرورش متراکم میگو. معاونت تکثیر و پرورش آبزیان. ایران.

یزدان‌پرست؛ اباتری؛ سیدمحمد (مترجم)، ۱۳۷۲. مدیریت کارگاه‌های تکثیر و پرورش میگو، طرح برنامه شیلات ایران.

آهنین، پیروز (مترجم). ۱۳۷۹. راهنمای کاربردی پرورش تجاری میگوی دریایی به روش نیمه متراکم. مـدیریت کارگـاه‌هـای تکثیر و پرورش میگو، طرح برنامه شیلات ایران.

آخوندیان، مریم. ۱۳۸۰. بررسی میزان و روند تجمع برخی فلزات سنگین (سرب؛ روی؛ مس؛ کادمیوم) در آب، رسوبات بستر، جلبک کلادوفورا و میگو پاله مون در سواحل جنوب شرقی دریای خزر (استان گلسـتان). پایـان‌نامـه کارشناسـی ارشـد دانشگاه تربیت مدرس، نور. ایران.

پاسندی؛ علی‌اکبر. ۱۳۸۳، تولید مولد از میگوهای سفید هندی پرورشی در اسـتان گلسـتان. پایـان نامـه کارشناسـی ارشـد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان.

اسماعیلی ساری، عباس. ۱۳۸۱. آلاینده‌ها؛ بهداشت و استاندارد در محیط زیست، انتشارات نقش مهر. تهران، ایران.

صادقی‌راد، مرجان. ۱۳۸۳. تعیین غلظت عناصر سنگین (روی؛ کادمیوم؛ مس؛ سرب) در بافت اندام‌های مختلف (کبـد، کلیـه، آبشش و معده) و بافت ماهیچه تاسماهی ایرانی دریای خزر. ششششش

Adeyeye, E.I.; Arogundade, L.A.; Asaolu, S.S. and olaofe, O. 2006. Fungicide-Derived copper content in soil and vegetation comportent, Owena Cocoa (*Theobroma Cacao L.*) Plantations in Nigeria. Bangladesh. J. Sci. Ind. Res., 41 (3-4): 129-140.

B.meg CE-90 (1992)-Water quality management, prawn raising manual, san

Balasubra manian, S.; Pappathi, R. and Raj, S.P. 1995. Bioconcentvation of zinc, Lead and chromium in serially connected sewage-fed fish ponds. Bioresource technology, 51 (2-3): 193-197.

Bilgrami, K.S. and Kumar. S. 1997. Effects of copper, Lead and Zinc.on phytoplankton growth. Biol. Plant. 39 (2): 315-317.

Bortleson, G.C.; COX, S.E.; Munn, M.D.; Schumaker, R.J., Block, E.K.; Bucy, L.R. and Cornelius, S.B. 1994. Sediments-qualitg assessment of Franklin D. Roosevelt Lake and the UP stream reach of the Columbia River, Washington, 1992. Gedogical survey Open-File Report, 315: 94-130.

Bryan, G.W. (1976) Heavy metal contamination in the sea, In: matine pollution (Ed.R.Johnson), PP. 185-302. Acedemic press, London.

Claude E.Boyd (1990).water quality in ponds Aquaculture,Birmingham publ.

Eisler, R. (1981) trace metal concentration in marine organisms. pergamon press, oxford.

Guhathakurta, H. and Kaviray, A. 2000. Heavy metals concentration in water, sediment, shrimp (*Penaus monodou*) and Mullet (*Liza Parsia*) in some brackish water ponds of sunder ban. India. Marine pollution Bulletin, 40(11): 914-920.

Gumgum, B.; Unlu, E. and Tez, z. 1994. Heavy metal Pollution in water, sediment and puish from the tigris River in turkey. Chemosphere, 29 (1): 111-116.

In: Earth worm Ecology (d.J.E.satchell). PP.247-265. capman & Hall, London.

Intensive prawn farms.

Ireland, M.P. (1983) Heavy metal uptake and tissue distribution in earth worms.

Jackson, P.J.; Langston unkefer, P.J.; Delhaize, E. and Robinson, N.R. 1990. Mechanisms of trace metal tolerance in plants: In Environmental Injury to plants. Academic press. New york, USA.

Karadede, H.; Oymak, S.A. and Unlu, E. 2004. Heavy metals in mullet, *Liza abu* and and catpuish, *silurus triostegus* from the Ataturk Dam Lake (Euphrales) Turkey. Environmental international, 30 (2): 183-188.

Kress, N.; Hornung, H. and Herut, B. 1998. Concentration of Hg. Cd, Cu, Zn, Fe and Mn in deep sea benthic fauna from the southeastern Mediterranean sea. Marine pollution Bulletin, 36 (11): 911-921.

Lind, Y.; Wieklund Glynn, A.; Engman, J. and Jorhem, L. 1995. Bioavailability of cadmium from crab hepatopancreas and mushroom in realation to inorganic cadmium. Food and chemical toxicology, 33 (8): 667-673.

Miguel foods inc.

Samiullah, Y. (1990) Biological Monitoring of Environmental contaminants: Animals. MARC Report Number 37, Global Environmental monitoring programme.

Yew-Hu Chin (1992).Water quality requirements and management for marine shrimp culture, Technical Bulletin, ASA. pupl.

Yvonae N. Chin etal (1988)- Water quality management for Intensive Prawnponds. Technical considerations for the management and operation of

Zayed, M.A.; Eldien, F.A.N. and Rabie, K.A. 1994. Comparative study of seasonal variation in Metal concentration in River Nile sediments, Fish and water by Atomic Absorption spectrometry. Microchemical Journal, 49 (1): 27-35.