

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

محمود سقلی^{۱،۲}، لیندا یادگاریان^۲، سیدعباس حسینی^۳ و نورمحمد مخدومی^۱

۱ و ۴- اداره کل شیلات گلستان

۲- دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

۳- دانشگاه علوم کشاورزی گرگان

چکیده

غلظت فلزات سنگین سرب، روی، جیوه و کادمیوم در میگوی بومی خزر (*Palaemon elegans*) و میگوی سفید هندی (*Penaeus indicus*) پرورشی منطقه گمیشان و کلاهی 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. عناصر روی، سرب، جیوه و کادمیوم در *Palaemon elegans* به ترتیب برابر ۳۹/۸، ۷/۱۹، ۰/۰۴ و ۲/۷۸ میلی گرم در کیلوگرم اندازه گیری گردید. میزان عناصر روی، سرب، جیوه و کادمیوم در میگوهای پرورشی گونه *Penaeus indicus* در استخرهای ۱ و ۲ و نیز استخر مرکز آموزش به ترتیب (۰/۰۱۰، ۰/۰۱۰، ۰/۰۱۰، ۶۷/۷۰) میلی گرم در کیلوگرم و (۰/۰۱۱، ۰/۰۱۰، ۰/۰۱۴، ۶۳/۰۰) میلی گرم در کیلوگرم و (۰/۰۱۴، ۰/۰۱۳، ۰/۰۱۱، ۶۴/۰۰) میلی گرم در کیلوگرم و میگوهای پرورشی *Penaeus indicus* کلاهی استان هرمزگان به ترتیب (۰/۰۱۲ و ۰/۰۱، ۷۰/۵۰۰) میلی گرم در کیلوگرم اندازه گیری شد. مقایسه میزان عناصر در میگوهای پرورشی و میگوی دریای خزر نشانگر آن بود که میزان روی در میگوهای پرورشی بیشتر ولی میزان عناصر جیوه و کادمیوم، کمتر از میگوهای دریای خزر می باشد و نیز میزان روی در نمونه های پرورشی بیشتر از محدوده غلظت گزارش شده برای فلزات در سخت پوستان بوده و این به دلیل نوع غذایی غنی شده از روی در تغذیه این نمونه ها می باشد.

واژگان کلیدی:

میگو *Penaeus indicus*، *Palaemon elegans*، فلزات

سنگین، دریای خزر

Determination of heavy metal (Cd, Hg, Pb and Zn) levels in muscle tissues of Indian White Shrimp (*Penaeus indicus*) cultured in Gomishan region (Golestan Province), Kolahi region (Hormozgan Province) and Caspian Seashrimp (*Palaemon elegans*)

Saghali, M.^{1,2}; Yadegarian L.²; Hosseini, S.A.³; Makhdoomi, N.M.¹

1. Golestan Province Fisheries Department
2. Faculty of Marine Science and Technology, Islamic Azad University, North Tehran Branch
3. Gorgan Agriculture Sciences University

Abstracts

The concentration of Cd, Hg, Pb and Zn were determined in muscle tissues of Indian White Shrimp (*Penaeus indicus*) cultured in Gomishan region (Golestan Province) and Kolahi region (Hormozgan Province) and Caspian Sea shrimp (*Palaemon elegans*). The results showed that between the four elements that were studied, Zn had the highest and Hg the lowest concentrations in the samples. Zinc had higher levels in cultured shrimps whereas the level of the remaining three elements (Cd, Hg and Pb) were higher in the Caspian Sea shrimp. The levels in *Palaemon elegans* were 2.28, 0.040, 7.19 and 39.8 mg/kg for Cd, Hg, Pb and Zn respectively. The levels of Cd, Hg, Pb and Zn in *Penaeus indicus* in ponds of shrimp culture 1 and 2 and the shrimp culture in research centre pond in Gomishan region were (0.01, 0.01, 0.010 and 67.6mg/kg), (0.011, 0.01, 0.014 and 63.0 mg/kg) and (0.014, 0.01, 0.01 and 64.0 mg/kg) respectively. The levels in cultured *Penaeus indicus* in Kolahi region were also 0.012, 0.012, 0.01 and 70.5 mg/kg respectively. In comparison, the cultured shrimps had higher levels of Zn and lower levels of Hg and Cd Compared to Caspian Sea shrimp. The levels of Zn in cultured shrimps were also higher than Zn levels reported in literature, which can be due to the food concentrates used which were fortified with micronutrients including Zn.

Key words: Shrimp, *Penaeus indicus*, *Palaemon elegans*, heavy metals, cultured, Caspian Sea

مقدمه

رشد روز افزون جمعیت و لزوم پاسخگویی به نیاز روز افزون به فرآورده‌های آبزیان، انسان را ناگزیر به پرورش آبزیان در استخرهای پرورشی و منابع آبی نموده است. در ایران بیش از ۲۰۰۰ کیلومتر ساحل لم یزرع وجود دارد که انگیزه‌ای برای توسعه آبی پروری، ایجاد فرصت‌های شغلی و افزایش درآمدهای صادراتی است. مجتمع پرورش میگو گمیشان در استان گلستان به وسعت ۴۰۰۰ هکتار، که فاز اول آن بالغ بر ۳۸۰ هکتار می‌باشد، احداث شده است. این مجتمع پرورشی در جنوب شرقی دریای خزر واقع شده است. پساب مزارع پرورش میگو می‌تواند به عنوان یک منبع آلودگی باشد. پساب این مزارع شامل آب‌های تعویض شده در طول دوره پرورش، لجن استخر و آب شستشوی استخر پس از برداشت محصول می‌باشد. با ورود پساب به دریا اثرات زیست محیطی منفی، شامل تغییر کیفیت آب و خاک و شیوع بیماری‌ها امکان بروز می‌یابد. با توجه به افزایش میزان آلودگی در سال‌های اخیر انجام تحقیقات در خصوص تداخل بین فلزات سنگین و موجودات دریایی در اثر فعالیت‌های انسانی و سرازیر شدن آن به محیط‌های آبی تشدید شده است. مطالعات سال‌های اخیر حاکی از وجود فلزات در آب، بستر و ماهیان خاویاری دریای خزر می‌باشد (آخوندیان، ۱۳۸۰). به دنبال بررسی‌های انجام شده در خصوص مقادیر فلزات سنگین در ماهیان خاویاری در کشورهای شمالی دریای خزر و همچنین در ایران، وجود این عناصر در بافت‌های مختلف و خاویار گونه‌های مختلف اثبات شده است. همچنین میزان تجمع فلزات سنگین Zn, Cu, Pb, Cd در اندام‌های مختلف تاسماهی ایرانی با توجه به استانداردهای موجود جهت مصرف انسانی پایین‌تر از حد مجاز بوده است (صادقی راد، ۱۳۸۳). تحقیقات انجام شده در خصوص جذب و تجمع عناصر Zn, Cu, Cd و Pb در آب، رسوب، جلبک کلادوفورا و میگوی *Palaemon elegans* در سواحل جنوب شرقی دریای خزر نشان داد که میانگین میزان جذب و تجمع عناصر فوق در آبزیان منطقه بیش از میزان حداکثر مجاز مصرف برای انسان می‌باشد.

سازمان‌های بین‌المللی بسیاری گزارش‌های خود را مبنی بر اثرات آلودگی در اکوسیستم‌های دریایی به چاپ می‌رسانند (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱)، (Gray, 1979; UNEP, 1983; Kullenberg, 1986 & GESAM, 1990). بررسی‌های انجام شده در خصوص وجود فلزات سنگین در موجودات زنده دریایی، بیشتر بر روی بافت نرم‌تنان و سخت‌پوستان صورت گرفته است (Bryan, 1976 & Eisler, 1987).

داده‌های قابل توجهی برای کرم‌های کیسه‌تنان حلقوی (Coelenterate) و خارپوستان (Echinoderms) وجود دارد (Bryan, 1976 & Eisler, 1981). فلزات سنگین از طریق تخلیه فاضلاب‌های صنعتی و یا مصرف لجن حاصل از تصفیه فاضلاب شهری و کشاورزی به زمین وارد شده و از طریق ریشه گیاهان جذب می‌گردد. جذب فلزات سنگین از طریق آب می‌تواند به روش‌های گوناگون چون آشامیدن، فیلتر کردن، آبشش‌ها و غیره صورت گیرد. جذب فلزات سنگین از طریق سطح بدن جانوران نیز می‌تواند صورت گیرد، ولی در حال حاضر مشخص نگردیده است که آیا این نوع جذب می‌تواند باعث خطر و ناراحتی برای جانوران گردد یا خیر. میزان مجاز فلزات سنگین روی، سرب، کادمیوم در آب شرب به ترتیب ۰/۰۱، ۰/۰۵ و ۵ میلی‌گرم در لیتر است (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). به منظور مقایسه میزان آلودگی آب در محیط‌های پرورش دریایی، این بررسی تحت عنوان بررسی غلظت فلزات سنگین کادمیوم، جیوه، سرب و روی در عضله میگو سفید هندی در منطقه گیشان (دریای خزر) و کلاهی (استان هرمزگان) و میگوی دریای خزر صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این بررسی طی دوره پرورش سال ۱۳۸۴ (از اواخر خرداد ماه تا اوایل مهر ماه) در منطقه شمال گمیشان (استان گلستان) و منطقه کلاهی (استان هرمزگان) صورت گرفت. نمونه‌های میگو از دو ایستگاه در مجتمع پرورش میگوی گمیشان، یک ایستگاه در مرکز آموزش شیلات گلستان و یک ایستگاه در دریای خزر برداشته شد.

حدود ۱ کیلوگرم میگو از هر ایستگاه برداشت و جداسازی و شستشوی نمونه‌ها با آب مقطر صورت گرفت. ۱۰۰ گرم از نمونه‌ها در آون الکتریکی در دمای 70°C به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند و بعد توسط هاون کوبیده و هموژنیزه شدند. یک گرم از نمونه‌ها توزین و به آن ۲ میلی‌لیتر آب مقطر، ۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک و ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک افزوده شد. از حمام آب جهت هضم کامل نمونه‌ها استفاده و سپس بعد از افزودن مقداری آب مقطر و گرم کردن در حرارت کم، نمونه‌ها از فیلتر عبور داده شدند. نمونه‌ها سپس با استفاده از آب مقطر به حجم ۲۵ میلی‌لیتری رسانده شدند و توسط دستگاه FAAS مورد آنالیز قرار گرفتند.

ابتدا نمونه‌های میگو جداسازی و با آب مقطر شستشو کردند. سپس به مدت ۷۲ ساعت در آون الکتریکی و در دمای 70°C 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 دیجیتالی با دقت 0.001 میلی‌گرم توزین و برداشت گردید. به هر نمونه ۲ میلی‌لیتر آب مقطر، ۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۶۵ درصد و ۵ میلی‌لیتر نیز اسید کلریدریک ۳۷ درصد اضافه شد.

جهت هضم شیمیایی کامل نمونه‌ها از حمام آبی (بن‌ماری) استفاده گردید. پس از هضم نمونه‌ها، با افزودن آب مقطر، در دمای اندک حرارت داده شده و سپس با کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف گردید. حجم نمونه‌ها با افزودن آب مقطر به ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد و سپس محلول آماده شده به منظور تعیین میزان فلزات سنگین به دستگاه جذب اتمی تزریق گردیدند.

آنالیز نمونه‌ها

استفاده از دستگاه جذب اتمی با روش شعله Flame Atomic Absorption Spectrophotometry به شرح زیر صورت گرفت. میانگین هر یک از فلزات سنگین در طی سه بار مکش توسط دستگاه خوانده می‌شود جذب اتمی، میزان نور جذب شده توسط اتم‌های عنصر مورد نظر پس از تزریق نمونه به داخل شعله است که این میزان جذب با تراکم اتم‌ها در شعله متناسب می‌باشد. لذا جهت محاسبه غلظت نمونه‌های مورد نظر می‌توان از دو روش رسم منتهی درجه‌بندی که همان کالیبراسیون می‌باشد و افزایش استاندارد استفاده نمود. در نهایت برای محاسبه مقدار فلز مورد نظر در نمونه‌ها بر حسب میلی‌گرم در لیتر 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 استاندارد بدست می‌آید.

V: حجم نهایی بر حسب میلی‌لیتر

W: وزن نمونه جهت هضم بر حسب میلی‌گرم

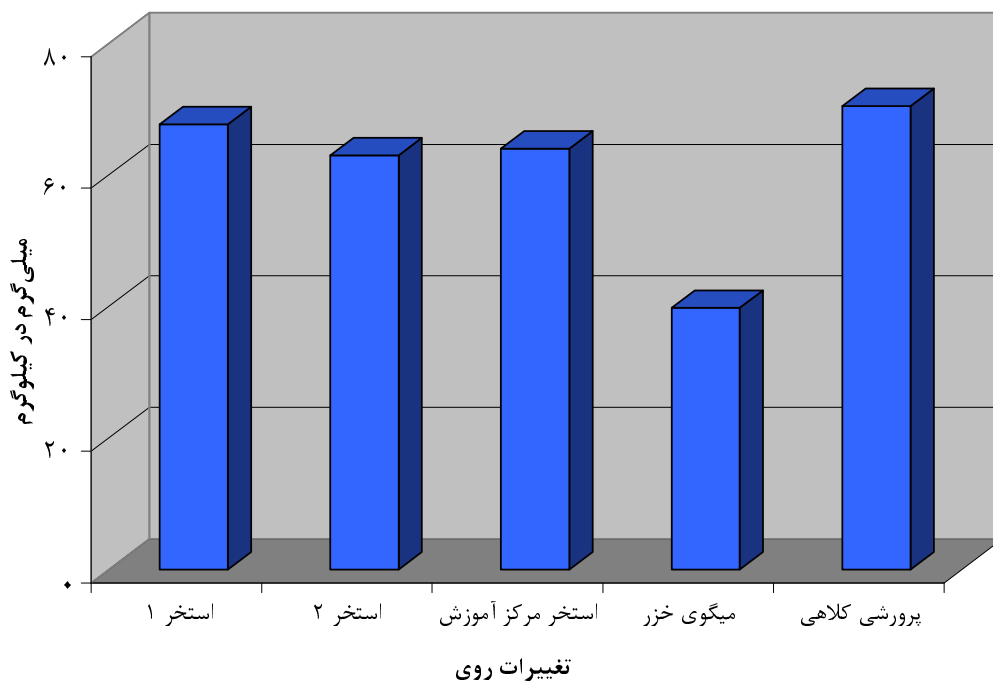
نتایج

نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌های میگوی بومی دریای خزر میگوی سفید هندی پرورشی گمیشان و میگوی سفید هندی پرورشی هرمزگان برای میزان عناصر روی، سرب، جیوه و کادمیوم در جدول (۱) ارائه شده است. بر این اساس فلز روی دارای بیشترین میزان به مقدار ۷۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم در میگوی پرورشی هرمزگان و کمترین میزان برابر ۳۹/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم در میگوی دریای خزر بود.

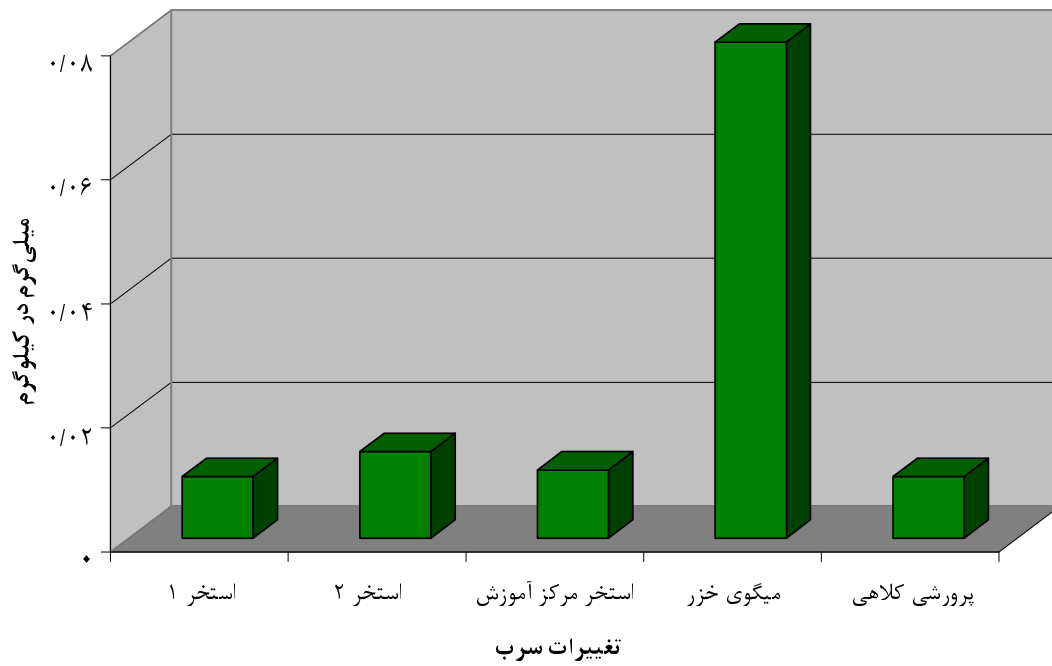
بیشترین مقدار سرب در میگوی دریای خزر، ۷/۱۹ میلی‌گرم در کیلوگرم، و کمترین مقدار آن، ۰/۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم، در میگو پرورشی گمیشان (استخر شماره ۱) و میگوی پرورشی کلاهی دیده شده است. مقدار جیوه حداکثر در میگو خزر، ۰/۰۴ میلی‌گرم در کیلوگرم و حداقل آن در میگو پرورشی استخرهای ۱ و ۲ به مقدار ۰/۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد. همچنین حداکثر مقدار کادمیوم در میگو دریای خزر به میزان ۲/۷۸ میلی‌گرم در کیلوگرم و حداقل آن در میگو پرورشی گمیشان (استخر ۱) میزان ۰/۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم به دست آمد.

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

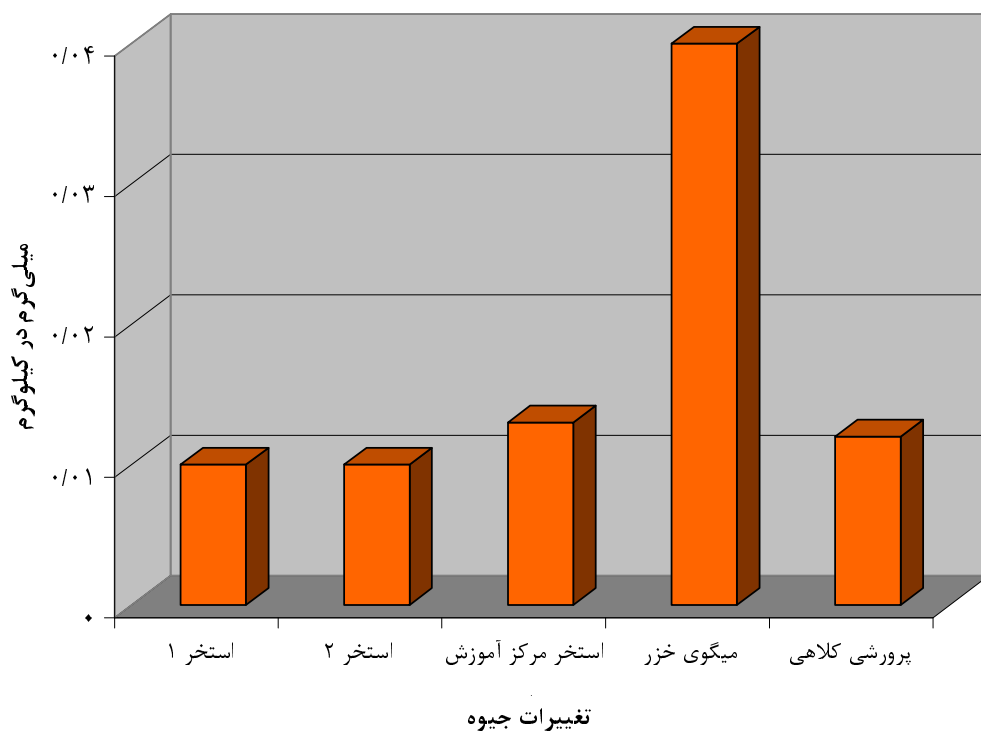
ردیف	نام نمونه	وزن نمونه (گرم)	وزن نمونه پس از خشک شدن	غلظت فلز (mg/kg)		
				روی	سرب	جیوه
۱	میگو پرورشی گمیشان (استخر ۱)	۲/۰۲۳۱	۰/۴۸۸۲	۶۷/۷	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰
۲	میگوی پرورش مرکز آموزش	۲/۱۰۰۸	۰/۵۶۷۲	۶۴/۰	۰/۰۱۱	۰/۰۱۳
۳	میگوی پرورش گمیشان (استخر ۲)	۲/۱۳۱۰	۰/۵۱۳۷	۶۳/۰	۰/۰۱۴	۰/۰۱۱
۴	میگوی دریای خزر	۲/۰۸۶۱	۰/۴۹۷۲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



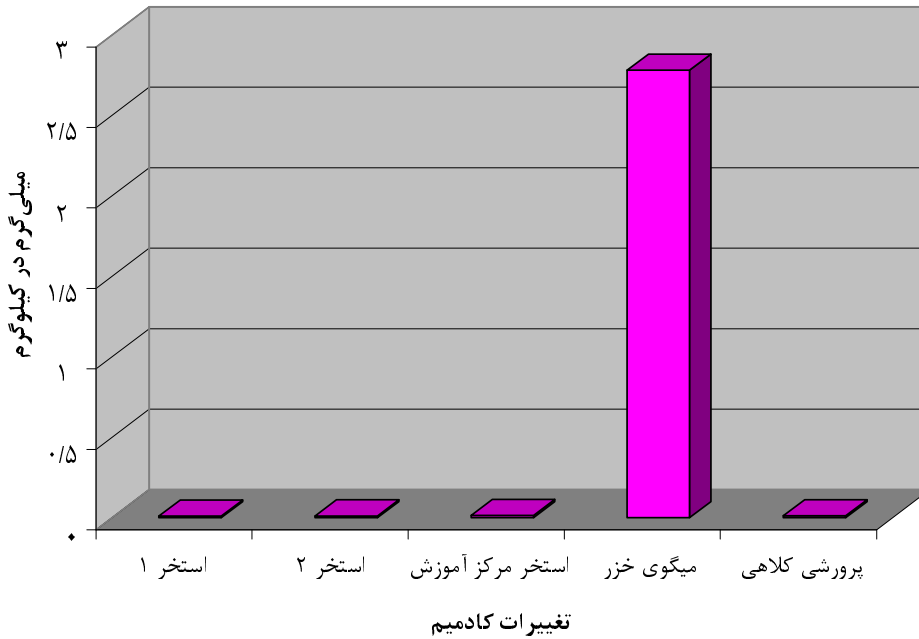
شکل ۲- میزان غلظت روی در میگوهای سفید هندی پرورشی گمیشان و کلاهی و میگوی دریای خزر



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



شکل ۴- 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 نتیجه گیری

بیشترین مقدار غلظت روی به میزان $70/5$ میلی گرم در کیلوگرم در میگوی سفید هندی پرورشی استان هرمزگان و کمترین مقدار آن به میزان $39/8$ میلی گرم در کیلوگرم در میگوی دریای خزر دیده شد. در تحقیقی که در سال ۲۰۰۰ در برکهای آب لب شور و در منطقه درختان حرا واقع در ساندرابان هند انجام گرفت مقدار روی را $0/01-9/66$ میکروگرم بر لیتر و غلظت آن در بافت عضله میگو برابر $4809/5-7/3$ میکروگرم بر گرم ارزیابی گردید (Guhatkurta & Kaviraj, 2000). تجمع بیولوژیکی عنصر روی در ماهیان اکوسیستم‌های غیر آلوده $48-173$ میکروگرم بر گرم وزن خشک می‌باشد. این عنصر در بافت ماهیچه تاسماهی ایرانی سواحل جنوب $26/9$ 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.

در این تحقیق، بیشترین تجمع زیستی عنصر سرب در بین نمونه‌های مورد آزمایش مربوط به میگوی دریای خزر ($7/19$ میلی گرم بر کیلوگرم) مشاهده شده است. مقدار سرب در میگوهای سفید هندی پرورشی منطقه گمیشان ($0/11$ و $0/14$ میلی گرم بر کیلوگرم) و کلاهی ($0/1$ میلی گرم بر کیلوگرم) اختلاف قابل توجهی با هم نداشتند. نتایج بررسی غلظت جیوه در نمونه‌ها نشان داد که بیشترین تجمع زیستی جیوه در میگوی دریای خزر (پاله مون) به مقدار $0/04$ میلی گرم در کیلوگرم و کمترین آن در میگوهای پرورشی بود، ولی این اختلاف در بین نمونه‌ها معنی‌دار نبود. به صورت میانگین و میزان جیوه کمتر از عناصر دیگر در نمونه‌ها بوده است. در بررسی‌هایی که توسط Kress بر روی غلظت فلزات سنگین اعماق جنوب شرقی دریای مدیترانه در سه سخت‌پوست و یک ماهی انجام گردید نیز

نشانگر آن بوده است 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 جیوه در کل کمترین میزان را داشته است، این موضوع ناشی از اختلاف در عادات غذایی و حالات فیزیولوژیکی 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 خزر اندازه‌گیری شد. کمترین مقدار کادمیوم (۰/۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) نیز در میگوهای پرورشی منطقه گمیشان (استان گلستان) مشاهده شد. این مسأله نشانگر عدم تجمع این عنصر در طی دوره پرورش در بافت عضله میگوهای پرورشی است. در مطالعه برکه‌های آب لب شور منطقه ساندریان هند میزان کادمیوم در بافت ماهیچه میگو ۰/۱۱-۳/۲ میکروگرم بر میلی‌گرم، در ماهی کفال ۰/۱۱-۰/۱۵ میکروگرم بر گرم اندازه‌گیری شد (Guhatkurta & Kaviraj, 2000).

بررسی که توسط صادقی‌راد بر روی غلظت فلزات سنگین در بافت‌های مختلف تاسماهی ایرانی انجام شده نشانگر آن بوده است که تجمع کادمیوم در بافت ماهیچه، کبد، برانش نسبت به روی، سرب، مس کمتر، در کلیه نیز از روی و مس کمتر ولی از سرب بیشتر بوده است و نیز غلظت عناصر فوق در بافت عضله کمتر از حد مجاز مصرف گزارش شده است (صادقی‌راد، ۱۳۸۳).

در سال ۱۹۹۰، Jackson به مطالعه مواد آلوده‌کننده خلیج Women در پناهگاه ملی حیات وحش دریایی آلاسکا پرداخت بر طبق این تحقیق غلظت عناصر سنگین (As, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Mn) در نمونه‌های شاه میگو، صدف و رسوبات در هفت ایستگاه به صورت زیر بود: میزان عناصر در رسوبات به صورت $Ni > Cr > Pb$ و در عضله شاه میگو به صورت $Cr > Ni > Pb$ می‌باشد.

در این تحقیق نیز میانگین غلظت عناصر به ترتیب در بافت انواع میگوهای بررسی شده به این صورت بوده است: $Zn > Pb > Cd > Hg$ ، که می‌توان به عادات غذایی، حالات فیزیولوژیکی و آلودگی محیط ربط دارد و همانطور که انتظار می‌رود به دلیل اندکی که در استخرهای پرورشی صورت می‌گیرد و کمتر بودن منابع آلودگی و میزان عنصر Cd و Pb و Hg در میگوهای استخرهای پرورشی کمتر از میگوهای دریای خزر بوده است.

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

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

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

فلز	(mg/L) ۹۶-Hour LC ₅₀	میزان ایمن (بی خطر) (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 ۴- 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	ابندیکوس	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

میزان روی در نمونه‌های پرورشی بیشتر از محدود غلظت گزارش شده برای فلزات در سخت‌پوستان (Eisler, 1981 *et al.*, ????) بوده و این به دلیل نوع غذای غنی شده با روشی است که در استخرهای پرورشی استفاده می‌شود.

فهرست منابع

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

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

آهنین، پیروز. ۱۳۷۹. راهنمای کاربردی پرورش تجاری میگوی دریایی به روش نیمه متراکم. مدیریت کارگاه‌های 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 گلستان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، نور. ایران.

پاسندی؛ علی‌اکبر. ۱۳۸۳، تولید مولد از میگوهای سفید هندی پرورشی در استان گلستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، 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 (کبد، کلیه، آبشش و معده) و بافت ماهیچه تاسماهی ایرانی دریای خزر. دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی.

- Adeyeye, E.I.; Arogundade, L.A.; Asaolu, S.S. & Olaofe, O. 2006. Fungicide-Derived copper content in soil and vegetation component, Owena Cocoa (*Theobroma Cacao L.*) Plantations in Nigeria. Bangladesh J. Sci. Ind. Res., 41 (3-4): 129-140.
- Balasubramanian, S.; Pappathi, R. & Raj, S.P. 1995. Bioconcentration of zinc, Lead and chromium in serially connected sewage-fed fish ponds. Bioresource technology, 51 (2-3): 193-197.
- Bilgrami, K.S. & 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. & Cornelius, S.B. 1994. Sediments-quality assessment of Franklin D. Roosevelt Lake and the up stream reach of the Columbia River, Geological survey Open-File Report, 315: 94-130.
- Boyd, C.E. 1990. Water quality in ponds Aquaculture. Birmingham Publ. UK.
- Bryan, G.W. 1976. Heavy metal contamination in the sea, In: marine pollution (Ed.R.Johnson). Academic Press, London.
- Eisler, R. 1981. Trace metal concentration in marine organisms. Pergamon Press, Oxford.
- Guhathakurta, H. & Kaviray, A. 2000. Heavy metals concentration in water, sediment, shrimp (*Penaeus monodon*) and Mullet (*Liza Parsia*) in some brackish water ponds of Sunderban, India. Marine pollution Bulletin, 40(11): 914-920.
- Gumgum, B.; Unlu, E. & Tez, Z. 1994. Heavy metal pollution in water, sediment and fish from the Tigris River in Turkey. Chemosphere, 29 (1): 111-116.
- Jackson, P.J.; Langston, P.J.; Delhaize, E. & 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. & Unlu, E. 2004. Heavy metals in mullet, *Liza abu* and catfish, *Silurus triostegus* from the Atatürk Dam Lake (Euphrates) Turkey. Environmental International, 30 (2): 183-188.
- Kress, N.; Hornung, H. & 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. & Jorhem, L. 1995. Bioavailability of cadmium from crab hepatopancreas and mushroom in relation to inorganic cadmium. Food and chemical toxicology, 33 (8): 667-673.
- Samiullah, Y. 1990. Biological monitoring of environmental contaminants: Animals. MARC Report Number 37, Global Environmental monitoring programme.
- 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.