



## بررسی غلظت فلزات سنگین مس و روی در بافت عضله میگوی بزرگ آب شیرین و تغییرات بافتی آبشش و هیپاتوپانکراس

عباس بزرگ‌نیا<sup>۱\*</sup>، مریم برزگر<sup>۲</sup>، مهران مهدیپور<sup>۳</sup>، حسینعلی ابراهیم زاده موسوی<sup>۲</sup>، علی طاهری میرقائد<sup>۲</sup>،  
مهرنوش معینی جزنی<sup>۲</sup>

۱- گروه شیلات، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائمشهر، ایران  
۲- گروه بهداشت آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران  
۳- گروه دامپزشکی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران  
\*مسئول مکاتبات: dr.bozorgnia@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۴/۲/۲۲

### چکیده

امروزه یکی از مشکلات جدی جوامع بشری، معضل آلودگی آب‌ها با فلزات سنگین است که از مهمترین و خطرناک‌ترین آلاینده‌های آبی و تهدیدی جدی برای سلامت انسان به شمار می‌آیند. بر همین اساس در بررسی حاضر با هدف تعیین میزان دو فلز سنگین روی و مس در عضله میگوی بزرگ آب شیرین (*Macrobrachium rosenbergii*) و بررسی تغییرات بافتی هیپاتوپانکراس و آبشش ایجاد شده ناشی از آنها در طی زمستان ۱۳۹۲ اقدام به صید ۲۰ نمونه میگوی آب شیرین از رودخانه سیاهرود در استان مازندران، گردید. نمونه بافت عضله جهت سنجش فلزات مس و روی و نمونه‌های بافت آبشش و هیپاتوپانکراس جهت بررسی تغییرات بافتی برداشت شدند. تعیین غلظت فلزات با استفاده از دستگاه جذب اتمی اسپکتروفتومتر و آنالیز آماری توسط نرم‌افزار SPSS 19 صورت پذیرفت. میانگین غلظت روی و مس در عضله میگوها به ترتیب برابر با  $1 \pm 1/011$  و  $0/02 \pm 1/785$  بدست آمده و نتایج آنالیز واریانس تک نمونه‌ای نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در مقادیر روی و مس است. در بررسی ضریب همبستگی طول و وزن و میانگین مقادیر فلزات روی و مس هیچ رابطه معنی‌دار بین این متغیرها بدست نیامد. همچنین میانگین غلظت روی و مس در عضله میگوها، کمتر از میزان حد مجاز تعیین شده در غذاهای دریایی بر اساس استانداردهای WHO، NHMRC و UK(MAFF) بوده و بنابراین مصرف میگوهای مذکور برای سلامت انسان خطرناک نمی‌باشد. در بررسی‌های آسیب‌شناسی آبشش، بوضوح هایپرپلازی سلول‌های اپیتلیال آبشش، ادم و تورم لاملاهای ثانویه به‌مراه موکوس فراوان در سطح آبشش‌ها مشاهده گردیده و در هیپاتوپانکراس نیز آتروفی سلول‌ها قابل رویت بوده است.

کلمات کلیدی: روی، مس، میگوی بزرگ آب شیرین، آبشش، هیپاتوپانکراس

### مقدمه

گسترده‌ای از منابع آلاینده نظیر فعالیت‌های آتشفشانی، فرسایش و توسعه جوامع بشری شامل تخلیه مواد زائد، تخلیه فاضلاب‌های صنعتی، کشاورزی، خانگی و غیره نیز وارد محیط‌های آبی می‌شوند [۱۱]. این عناصر آلاینده‌های پایداری بوده و از طریق فرآیندهای شیمیایی و یا زیستی در

اهمیت مطالعه فلزات سنگین نسبت به سایر آلاینده‌هایی نظیر آفت‌کش‌ها و شوینده‌ها از این جهت است که این عناصر بصورت طبیعی در محیط زیست وجود داشته و در مقادیر قابل اندازه‌گیری در اتمسفر و آب‌های شور و شیرین یافت می‌شوند. علاوه بر این فلزات سنگین از طیف



طبیعت تجزیه نمی‌شوند و موجودات زنده نمی‌توانند با فعالیت تجزیه‌کنندگی و سوخت و سازی، خود را از اثرات سمی آن محافظت کنند. در نتیجه مقادیر آنها در زنجیره غذایی می‌تواند تا چندین برابر افزایش یافته و در نهایت به انسان منتقل شوند، مقادیر برخی از فلزات ضروری نظیر مس، روی، آهن و کبالت در غلظت‌های پایین برای متابولیسم طبیعی آبزبان ضروری هستند و حضور آنها برای واکنش‌های بیولوژیک حائز اهمیت است، اما در مقادیر تحت کشنده قادرند اثرات منفی بر میزان رشد و تولیدمثل آبزبان بگذارند. بعبارت دیگر آلودگی آب با ترکیبات یا عناصر فلزی سنگین، منجر به مسمومیت خونی آبزبان و به دنبال آن تلفات مستقیم و یا مسمومیت مزمن و تغییرات نامحسوس در فیزیولوژی آنها می‌شود که نتیجه آن عدم توانایی جانور برای ادامه حیات خواهد بود [۱، ۴]

میگوها اعم از گونه‌های ساکن در منابع آب شور و آب شیرین نقش مهمی را در انتقال انرژی در اکوسیستم‌ها بر عهده داشته و از نظر اقتصادی نیز در صنعت شیلات نقش کلیدی ایفاء می‌نمایند، لذا بررسی حضور مواد سمی در این گروه از موجودات از جنبه بهداشت و سلامت عمومی انسان بعنوان مصرف‌کننده، بسیار حائز اهمیت می‌باشد [۲]. بعلاوه بررسی میزان فلزات سنگین از طریق موجودات زنده نسبت به آب و رسوب اطلاعات قابل فهمتری در مورد وضعیت آلودگی یک بدنه آبی ارائه می‌دهد. غلظت فلزات در آب و رسوب بطور معمول بسیار کمتر از آن است که بتوان به سهولت آن را تشخیص داد و لذا امروزه استفاده از موجودات زنده بویژه کفزیانی نظیر نرم‌تنان و سخت‌پوستان که پتانسیل بالایی برای تجمع فلزات سنگین و سایر آلاینده‌ها در خود دارند، در سطح گسترده‌ای بعنوان شاخص زیستی فلزات سنگین در محیط‌های آبی کاربرد دارد. تحقیقات متعددی در زمینه بررسی حضور فلزات سنگین در میگوهای آب شیرین انجام گرفته است. چنانچه نسوفور و

همکاران [۱۷] در سال ۲۰۱۰ تجمع زیستی برخی فلزات سنگین از جمله فلزات روی و مس را در میگوی بزرگ آب شیرین رودخانه نایجر مورد بررسی قرار دادند. کائود و الداشان [۱۲] نیز در همین سال اقدام به بررسی تجمع زیستی کادمیوم در گونه‌های میگوی بزرگ آب شیرین مزارع پرورشی مصر نمودند. همچنین حد کشنده فلز سنگین مس برای پست لاروهای میگوی بزرگ آب شیرین و میگوی مونودون در شرایط آب شیرین مورد بررسی قرار داده شده و حد کشنده این فلز برای این دو گونه به ترتیب برابر با ۳/۰۲ و ۲/۱۶ میلی‌گرم در لیتر بدست آمده است [۸]. علاوه بر این بررسی‌های متعددی در زمینه اثرات هیستوپاتولوژیکی فلزات سنگین بر اندام‌های مختلف میگوهای آب شیرین انجام شده است. از جمله بررسی‌هایی که در این زمینه بر روی میگوها صورت گرفته، تحقیق کائود و همکاران در تغییرات بافتی آبشش، هپاتوپانکراس و عضله میگوی بزرگ آب شیرین در حضور فلز جیوه بوده است [۱۳]. همچنین در تحقیق انجام شده دیگری بر روی میگوی *Macrobrachium kistnensesis* اثرات مقادیر بالای فلزات سنگین روی و مس بر عملکرد آبشش و فرآیند تنفس در میگوهای مذکور مورد بررسی قرار گرفته است [۱۶]. یامونا و همکاران نیز نسبت به بررسی اثرات جیوه بر بافت آبشش و هپاتوپانکراس میگوی *Macrobrachium malcolmsonii* اقدام نموده [۲۴] و سوجیانو و همکاران در سال ۲۰۱۳ آسیب‌های بافتی ایجاد شده در آبشش و هپاتوپانکراس گونه *Macrobrachium sintangese* را در مجاورت فلز کادمیوم مورد بررسی قرار دادند [۲۰]. همچنین کورئا از مجاورت میگوی *Macrobrachium carcinus* با فلزات روی و مس، اختلال در تنفس و دفع آمونیاک را گزارش نموده است [۷].

در تحقیق حاضر با توجه به اهمیت تجاری میگوی بزرگ آب شیرین جهت مصارف انسانی و اهمیت این سخت



پس از قرار گرفتن بروی لام با استفاده از هماتوکسین-اؤزین رنگ‌آمیزی و تثبیت گردیدند [۲۳]. تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۹ انجام شده و میانگین‌ها به کمک آنالیز T-test با یکدیگر مقایسه و وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد ( $P < 0.05$ ) تعیین گردید.

### نتایج

در طی این بررسی تعداد کل ۲۰ نمونه میگوی آب شیرین با میانگین طولی  $4 \pm 0.2$  سانتی‌متر و میانگین وزنی  $0.2 \pm 0.6$  مورد بررسی قرار گرفتند. میانگین روی اندازه گیری شده در عضله میگوهای مورد بررسی برابر با  $0.2 \pm 0.1785$  میلی-گرم در کیلوگرم وزن خشک برآورد شده در حالی که میانگین مس بدست آمده در عضلات  $0.1 \pm 0.110$  میلی-گرم در کیلوگرم وزن خشک می‌باشد (جدول ۱). نمودار مقایسه میانگین مس و روی بدست آمده از عضله میگوهای مورد بررسی در شکل ۱ ارائه شده است. ضریب همبستگی متغیرهای بیومتری طول و وزن با میزان فلزات سنگین روی و مس عضله میگوها بیشتر از آماره کای اسکوتر (۰/۰۵) بدست آمده و نشان می‌دهد که هیچگونه رابطه معنی‌داری بین طول و وزن میگوها با غلظت دو فلز سنگین روی و مس در عضله وجود ندارد (شکل ۲). نتایج آزمون آنالیز واریانس (t-test) تک نمونه‌ای با فاصله اطمینان ۹۵٪ برای دو فلز روی و مس انجام گردید. با توجه به سطح معناداری بدست آمده که کوچکتر از سطح آزمون ( $\alpha = 0.05$ ) است و با ۹۵ درصد اطمینان می‌توان اظهار نمود که بین میانگین میزان روی و مس بدست آمده با میانگین کل جامعه اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲). همچنین در نمونه‌های بافت آبشش میگوهای مورد بررسی بوضوح هایپرپلازی سلول‌های اپیتلیال آبشش، ادم و تورم لام‌های ثانویه مشاهده گردید (شکل ۳ و ۴). بعلاوه مقادیر قابل توجهی موکوس در سطح سلول‌های آبششی دیده شده است.

پوست بعنوان شاخص زیستی فلزات سنگین، نسبت به تعیین میزان غلظت دو فلز مس و روی در عضله میگوی بزرگ آب شیرین (*Macrobrachium rosenbergii*) رودخانه سیاهرود اقدام گردیده و اثرات هیستوپاتولوژیکی فلزات مذکور بر اندام‌های آبشش و هیپاتوپانکراس میگوها مورد ارزیابی قرار گرفته است.

### مواد و روش کار

تعداد ۲۰ میگوی بزرگ آب شیرین (*Macrobrachium rosenbergii*) از رودخانه سیاهرود قائمشهر در طی زمستان ۱۳۹۲ بوسیله ابزار صید ساچوک صید شده و همراه با پودر یخ، بسته‌بندی و سریعاً به آزمایشگاه ارسال شدند. در آزمایشگاه، میگوها با آب شستشو داده شده و مورد بیومتری قرار گرفته و نتایج بیومتری در جدول‌های تهیه شده ثبت گردید. برای برداشت نمونه عضله، قسمت انتهایی (شکم) میگو جدا شده و عضله بطور کامل از آن خارج و در ظروف مخصوص همراه برچسب محتوی مشخصات کامل میگوی مورد بررسی، در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد فریزر گردید. هضم نمونه‌ها بر اساس روش APHA [۳] و FAO/SIDA [۹] انجام شده و سپس مقادیر فلزات سنگین نمونه‌ها به وسیله دستگاه جذب اتمی اسپکتروفتومتر مدل M series مورد سنجش قرار گرفت [۲۲]. برای تهیه نمونه‌های بافتی، اندام‌های آبشش و هیپاتوپانکراس از میگوی تازه در اسرع وقت، بوسیله اسکالپل و قیچی بریده و در ظرف حاوی فرمالین ۱۰٪ نگهداری و به منظور تهیه نمونه جهت انجام بررسی هیستوپاتولوژیکی به آزمایشگاه آسیب‌شناسی منتقل شدند. برای تهیه اسلایدهای بافتی، بر اساس روش‌های استاندارد اقدام به آگیری، شفاف سازی، پارافینه شدن، قالب‌گیری، برش و رنگ‌آمیزی نمونه‌ها گردید (جهت آماده-سازی بافت از دستگاه اتوتکنیکون (Lecia) استفاده شده است). نمونه‌های بافتی قالب‌گیری شده در پارافین توسط دستگاه میکروتوم به ضخامت ۵ میکرون برش داده شده و



امکان بررسی آسیب‌های بافتی ایجاد شده ناشی از هر فلز بطور مجزا میسر نبوده است.

در هپاتوپانکراس نیز آتروفی سلول‌ها و دژنراسانس چربی قابل مشاهده بودند. قابل ذکر است که با توجه به آلوده بودن میگوهای مورد بررسی به دو فلز مس و روی بطور همزمان

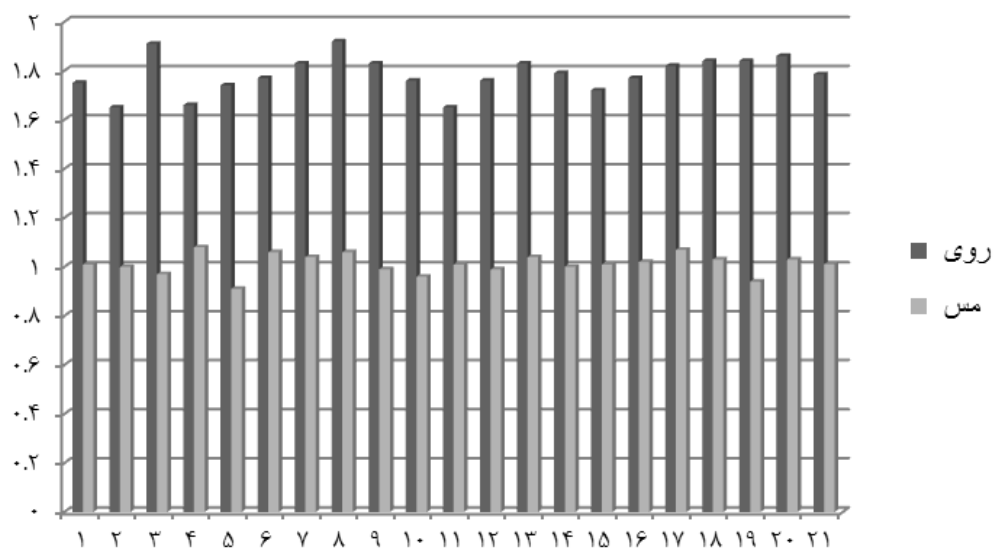
جدول ۱- آنالیز آماری مقادیر فلزات سنگین مس و روی در عضله میگوی بزرگ آب شیرین رودخانه سیاهرود

| فلز سنگین | دامنه | حداقل | حداکثر | مجموع | میانگین | انحراف استاندارد | واریانس |
|-----------|-------|-------|--------|-------|---------|------------------|---------|
| روی       | ۰/۲۷  | ۱/۶۵  | ۱/۹۲   | ۳۵/۷۰ | ۱/۷۸۵۰  | ۰/۰۱۷۳۳          | ۰/۰۰۶   |
| مس        | ۰/۱۷  | ۰/۹۱  | ۱/۰۸   | ۲۰/۲۲ | ۱/۰۱۱۰  | ۰/۰۰۹۷۶          | ۰/۰۰۲   |

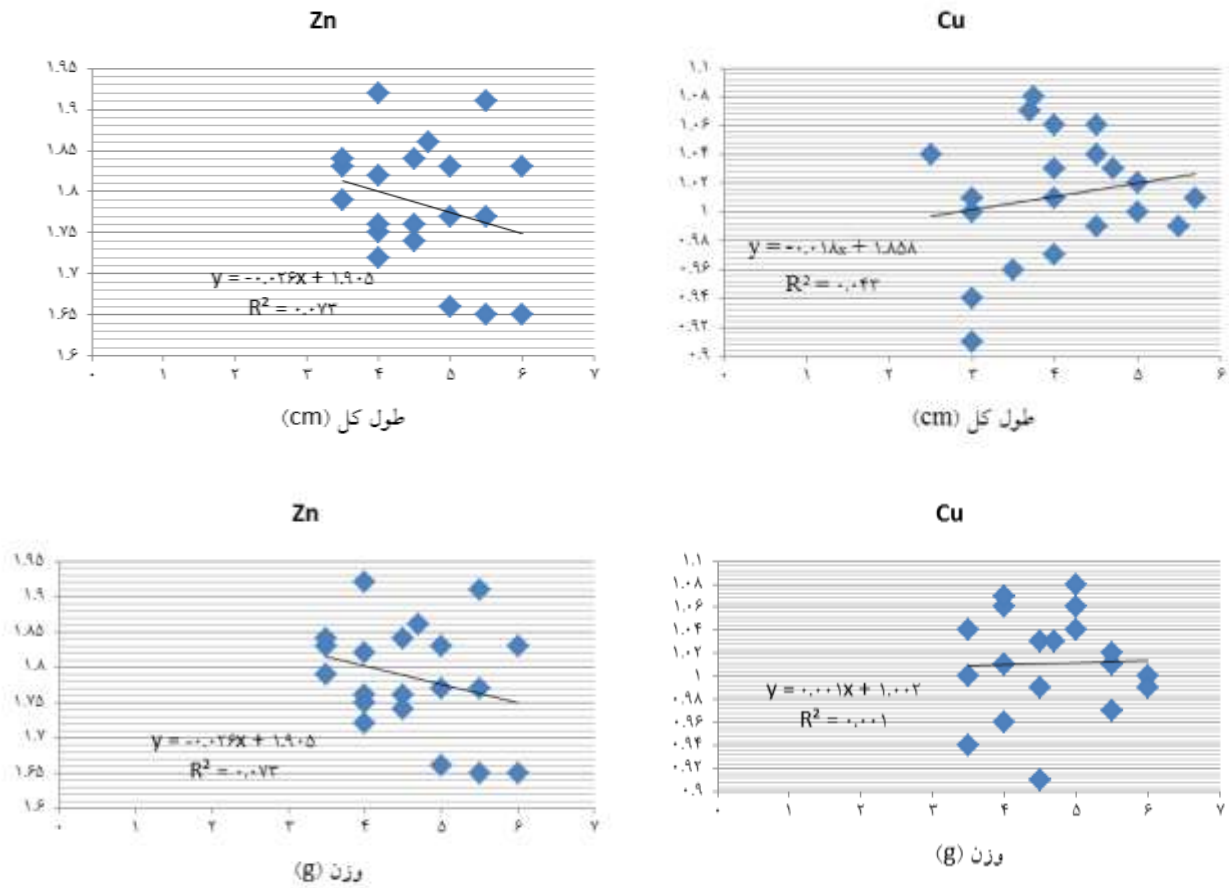
مقادیر برحسب میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک

جدول ۲- آنالیز واریانس (T-test) تک نمونه‌ای فلزات سنگین مس و روی در عضله میگوی بزرگ آب شیرین رودخانه سیاهرود

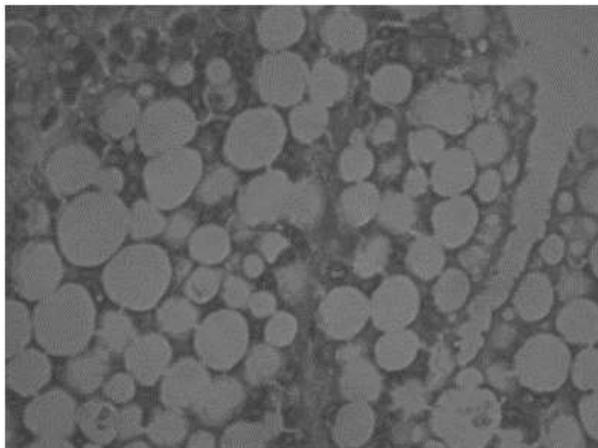
| فلز سنگین | آماره   | سطح معنی‌داری |             | تفاوت میانگین نمونه و |         | فاصله اطمینان ۹۵٪ |  |
|-----------|---------|---------------|-------------|-----------------------|---------|-------------------|--|
|           |         | دو طرفه آزمون | مقدار آزمون | حد پایین              | حد بالا |                   |  |
| روی       | ۱۰۳/۱۱۲ | ۰/۰۰۰         | ۱/۷۸۵۰۰     | ۱/۷۴۸۷                | ۱/۸۲۱۳  |                   |  |
| مس        | ۱۰۳/۶۱۲ | ۰/۰۰۰         | ۰/۰۱۱۰۰     | ۰/۹۹۰۶                | ۱/۰۳۱۴  |                   |  |



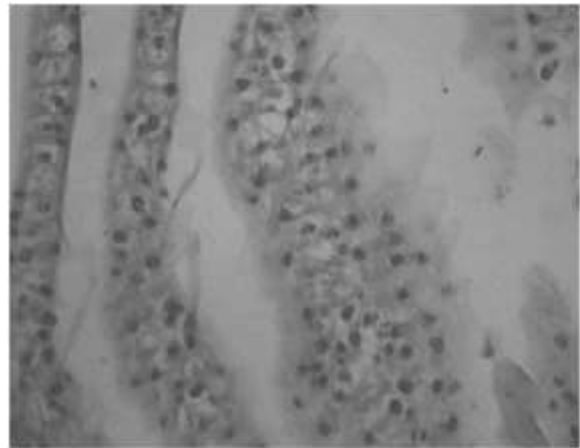
شکل ۱- مقایسه میانگین مقادیر مس و روی در عضله میگوی بزرگ آب شیرین رودخانه سیاهرود در طی زمستان ۱۳۹۲ (برحسب میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک)



شکل ۲- روابط بین غلظت فلزات سنگین مس و روی عضله با طول و وزن میگوی بزرگ آب شیرین رودخانه سیاهرود در طی زمستان ۱۳۹۲



شکل ۴- واکنش شدن هیپاتوپانکراس میگوی بزرگ آب شیرین رودخانه سیاهرود در سال ۱۳۹۲



شکل ۳- هیپرپلازی سلول‌های آبش میگوی بزرگ آب شیرین رودخانه سیاهرود در سال ۱۳۹۲



## بحث

فلزات سنگین روی و مس، جزء عناصر ضروری برای موجودات زنده بشمار آمده و مقادیر مناسب آنها برای رشد و تکامل میگوهای پرورشی در آب شیرین بر اساس FAO [۱۰] به ترتیب برابر با ۰/۲ و ۰/۰۲ میلی گرم در لیتر است و زمانیکه مقادیر این عناصر از این حد فراتر رود، باعث بروز مسمومیت در میگوها می شود. این موضوع در مورد فلز مس اهمیت بیشتری دارد، این عنصر در مقادیر اندک نیز می تواند باعث ایجاد مسمومیت شود.

در بررسی حاضر میزان غلظت فلز روی در عضله میگوها ( $0.02 \pm 1/7850$  قسمت در میلیون) اندکی بیشتر از میزان فلز مس ( $0.01 \pm 1/0110$  قسمت در میلیون) بدست آمده است ( $Zn > Cu$ ). این موضوع می تواند بواسطه نیاز بیشتر بدن به عنصر روی باشد. البته باید اشاره نمود که حضور این دو فلز در بافت عضله میگوها عمدتاً بواسطه عادات های تغذیه ای این گروه از آبزیان است. فلزات سنگین پس از ورود به یک منبع آبی به تدریج در بستر آن به اشکال مختلف معدنی (جامد)، به رسوبات دانه ریز و یا بقایای مواد آلی جذب سطحی می شوند، علی رغم این ممکن است از طریق فرآیندهای شیمیایی، فیزیکی و یا زیستی مجدداً بصورت آزاد در محیط درآمده و در موجودات آبی از جمله بی-مهرگان کفزی تجمع زیستی یابند. بی مهرگان مذکور غذای ترجیحی سخت پوستانی نظیر میگوی بزرگ آب شیرین هستند، بدین ترتیب فلزات سنگین به میگوهای آب شیرین انتقال یافته و در طی مسیر زنجیره غذایی دائماً بر میزان آنها افزوده می گردد. علاوه بر این جانداران آبی قادرند فلزات سنگین را به روش های مختلفی از جمله بلع ذرات معلق در آب، بلع غذا و جذب در بافت ها در خود ذخیره نمایند و فرآیند دفع نیز از طریق تغییر شکل زیستی و فرآیندهای ترشحی رخ می دهد. الگوی تجمع فلزات در بافت های مختلف میگوهای آب شیرین متفاوت است. بررسی های

مختلف نشان داده است که هپاتوپانکراس بیشترین میزان فلزات را در خود ذخیره کرده و پس از آن آبشش ها و عضلات قرار دارند [۱۹]. بنابراین این احتمال وجود دارد که مقادیر فلزات مذکور در سایر بافت های نظیر هپاتوپانکراس و آبشش بیش از این مقدار باشد که ناشی از ورود مقادیر بالایی از فلزات سنگین از طریق پساب های صنعتی و شهری و روستایی حاوی فلزات سنگین به رودخانه سیاهرود است. در ضمن فعالیت های صیادی و کشاورزی نیز منبع دیگر آلودگی فلزات سنگین در منطقه می باشند.

بعلاوه جانداران آبی واجد اسکلت خارجی، قادرند مقادیر قابل توجهی از فلزات تجمع یافته در بدن خود را از طریق فرآیند پوست اندازی دفع نمایند که بدین ترتیب فرضیه بالا بودن مقادیر آلاینده های فلزات سنگین تقویت می گردد.

بعلاوه غلظت فلز روی در عضله میگوهای این بررسی به مراتب بیشتر از فلز مس بدست آمده است ( $Zn > Cu$ ). علت بیشتر بودن مقادیر روی نسبت به مس می تواند بواسطه بیشتر بودن نیاز زیستی میگوها به این عنصر باشد، بعلاوه بر اساس نظر بویدن و همکاران [۵] غلظت فلز روی قادر است بیش از حد تنظیم میگوها افزایش یابد.

فلز روی به عنوان یک عنصر ضروری نقش های متفاوت زیستی در آبزیان ایفاء می نماید که از آن جمله می توان به حضور آن بعنوان یک ترکیب ضروری در بیش از ۸۰ متالوآنزیم اشاره نمود. همچنین این عنصر به عنوان فعال کننده در بسیاری از سیستم های آنزیمی حضور داشته و در متابولیسم لیپیدها، پروتئین ها و کربوهیدرات ها بویژه در سنتز و متابولیسم اسیدهای آمینه و پروتئین ها یک ترکیب فعال به شمار می آید. مس نیز یک ترکیب ضروری در برخی متالوآنزیم ها و هموسیانین سخت پوستان است. هموسیانین یک پروتئین بزرگ حاوی مس است که در نقل و انتقال اکسیژن در همولنف سخت پوستان ایفاء نقش می نماید.



علی‌رغم این، فلزات مذکور در مقادیر بالا باعث مسمومیت و ایجاد آسیب در عملکرد طبیعی اندامی حیاتی می‌گواهی می‌شود. بررسی‌های متعددی در زمینه اثرات فلزات سنگین مختلف بر عملکرد و اثرات هیستوپاتولوژیکی آنها بر اندام‌های مختلف آبزیان اعم از ماهی یا سخت پوستان انجام گرفته است. از جمله بررسی‌هایی که در این زمینه بروی می‌گواهی انجام شده، تحقیق یامونا و همکاران [۲۴] است، آنها اثرات جیوه بر میگوی گونه *Macrobrachium malcolmsonii* مورد بررسی قرار داده و تغییرات ساختاری از قبیل اتساع را در سلول‌های اندام‌های آبشش و هپاتوپانکراس گزارش نمودند. آنها بیان داشتند که تغییرات فراساختاری در آبشش و هپاتوپانکراس می‌گواهی مورد بررسی قادر است بر روند حیاتی این اندام‌ها اثر داشته و بنابراین می‌تواند بعنوان شاخصی برای تغییرات ایجاد شده این بررسی وارد مناطق مصبی (محل ورود رودخانه سیاهرود به دریای خزر) شوند امکان افزایش مسمومیت با فلزات مس و روی وجود داشته و می‌تواند منجر به تلفات آنها در غلظت‌های کم فلزات مذکور گردد. بر اساس نظر لوید [۱۵] میزان حلالیت فلزات سنگین در شوری بالا نسبت به آب‌های شیرین کاهش می‌یابد، اما حضور دو فلز سنگین روی و مس در مجاورت یکدیگر اثرات سمی آنها را افزایش می‌دهد. چنانچه در بررسی انجام شده بر روی اثرات فلزات سنگین بر میگوی *Litopenaeus vannamei* نشان داده شد که ترکیب مقادیر جزئی آلاینده‌ها در آب‌های شور که ممکن است به تنهایی اثرات سمی نداشته باشند، می‌تواند خطرات مضاعفی ایجاد نماید. به عبارت دیگر برخی فلزات سنگین در مجاورت سایر فلزات اثرات شدیدتری دارند [۱۱]. در تحقیق انجام شده دیگری حد کشنده فلز مس برای پست لاروهای *Penaeus monodon* در شرایط شوری ۲/۲± میلی‌گرم در لیتر (معادل شوری آب شیرین) ۲/۱۶ میلی‌گرم در لیتر بدست آمده [۸]، این در حالی است که

در مجاورت جیوه بعنوان آلاینده در محیط‌های آبی مد نظر قرار گیرد. در بررسی حاضر نیز در آبشش می‌گواهی که آلودگی به فلزات سنگین مس و روی را نشان داده بودند، بوضوح هایپرپلازی سلول‌های اپیتلیال آبشش، ادم و تورم لاملاهای ثانویه قابل مشاهده بود. همچنین مقادیر قابل توجهی موکوس در سطح سلول‌های آبششی دیده شده و در هپاتوپانکراس نیز آتروفی سلول‌ها و دژنراسیون چربی چشمگیر بود (شکل ۲). نتایج مشابهی نیز در تحقیق انجام شده توسط سوجیانو و همکاران [۲۰] بروی گونه *Macrobrachium sintangese* در مجاورت کادمیم بدست آمده است. آنها آسیب‌های بافتی قابل توجهی در بافت آبشش و هپاتوپانکراس می‌گواهی گزارش نمودند. تغییرات ساختاری ایجاد شده در آبشش می‌گواهی می‌تواند بر روند تنفس اثر گذاشته و آنرا با اختلال مواجه نماید که در نهایت به مرگ منجر می‌شود. بررسی اثرات فلزات سنگین بر نمای هیستوپاتولوژی و عملکرد اندام‌های حیاتی می‌گواهی بزرگ آب شیرین مستلزم انجام آزمایشات کنترل شده در شرایط آزمایشگاهی است. در این شرایط است که می‌توان اثرات فلزات سنگین را در غلظت‌های متفاوت و تحت شرایط محیطی متفاوت (شوری و ...) مورد بررسی قرار داد. همچنین بررسی سایر فلزات سنگین غیر ضروری از جمله؛ کادمیم، جیوه و سرب که از اهمیت بهداشتی ویژه‌ای برخوردارند در شرایط زیستی خاص ایران و تحقیق در مورد اثرات آنها بر عملکرد اندام‌های حیاتی و آسیب‌های بافتی ایجاد شده به درک بهتری از وجود تفاوت‌ها کمک می‌نماید. پاسخ می‌گواهی در برابر فلزات سنگین مختلف بستگی به نوع فلز سنگین حاضر در محیط داشته و اثرات آنها بدون شک بستگی به عوامل فیزیکی و شیمیایی محیط از جمله دما، شوری و اکسیژن محلول و نیز گونه میگو، سن و شرایط فیزیولوژیکی، تغذیه و مراحل پوست‌اندازی می‌گواهی دارد، لذا در شرایطی که می‌گواهی بزرگ آب شیرین



میانگین فلزات سنگین روی و مس بدست آمده از عضلات میگوی آب شیرین رودخانه سیاهرود در بررسی حاضر با مقادیر غلظت مجاز روی و مس در غذاهای دریایی جهت مصرف انسانی بر اساس استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO)، انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا (NHMRC) و وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (UK MAFF) بر حسب میکروگرم در گرم وزن تر (جدول ۳) مورد مقایسه قرار گرفته است.

کومار [۱۴] حد کشنده فلزات مس و روی برای پست لاروهای همین گونه (میگوی موندون) در شرایط شوری ۲۸۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر (معادل شوری آب دریا) به ترتیب برابر با ۲/۳۶ و ۰/۶۶ میلی‌گرم در لیتر بدست آورده است. مقایسه این دو بررسی نشان می‌دهد، میگوهای موندون ساکن در آب شیرین قادر بوده‌اند غلظت‌های بالاتری از فلزات سنگین را نسبت به آب شور تحمل کنند و این اختلاف در مقادیر حد کشنده می‌تواند بواسطه اثر مستقیم شوری آب بر میزان مسمومیت با این دو فلز باشد.

جدول ۳- حداکثر غلظت‌های مجاز فلزات سنگین مس، سرب و کادمیوم در غذاهای دریایی بر حسب میکروگرم در گرم وزن تر [۹]

| استانداردها | Cu | Zn   |
|-------------|----|------|
| WHO         | ۱۰ | ۱۰۰۰ |
| NHMRC       | ۱۰ | ۱۵۰  |
| UK (MAFF)   | ۲۰ | ۵۰   |

### نتیجه‌گیری

بررسی وجود فلزات سنگین در آبزیان مورد مصرف انسانی از جنبه سلامتی و نقش آبزیان بویژه سخت‌پوستان به عنوان شاخص زیست‌محیطی، انجام بررسی‌های گسترده‌تر و مستمر در مورد غلظت فلزات سنگین مختلف در میگوهای آب شیرین منطقه پیشنهاد می‌گردد.

### تقدیر و تشکر

بدین وسیله از زحمات جناب آقای مهندس کیابی ریاست محترم وقت محیط زیست قائمشهر و جناب آقای مهندس حمزه بزرگنیا کارشناس محیط زیست قائمشهر که در امر نمونه‌برداری و صید میگوهای مورد بررسی همکاری لازم را مبذول داشته‌اند، کمال تشکر و قدردانی می‌گردد.

با توجه به اینکه غلظت فلزات سنگین روی و مس در بررسی حاضر بر اساس میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک بدست آمده، غلظت فلزات مذکور در واحد وزن تر کاهش یافته و بر همین اساس می‌توان اظهار نمود که مقادیر فلزات مذکور در تحقیق حاضر به مراتب کمتر از مقادیر مجاز استاندارد جهانی فلزات سنگین در غذاهای دریایی بوده و بنابراین مصرف گوشت این گروه از آبزیان رودخانه سیاهرود برای انسان خطرناک نمی‌باشد. علی‌رغم آن با توجه به افزایش روند بی‌رویه ورود آلاینده‌ها به منابع آبی از جمله رودخانه سیاهرود پیوسته خطر افزایش تجمع زیستی فلزات سنگین در میگوهای آب شیرین وجود داشته که در نتیجه مصرف آنها می‌تواند منجر به بروز عوارض ناشی از مصرف فلزات سنگین در انسان گردد. لذا با در نظر گرفتن لزوم





9- FAO/SIDA (1986), Manual of methods in aquatic environmental research part 9. Analysis of metals and organochlorines in fish. *Food and Agricultural Organization/Swedish International Development Cooperation Agency*, 212: 21-33.

10- FAO (2002), Farming freshwater prawns, A manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). *Food and Agricultural Organization of the United Nation*, 48: 14-20.

11- Frías-Espericueta M.G., Abad-Rosalesb S., Nevárez-Velázquez A.C., Osuna-López I., Páez-Osuna F., Lozano-Olvera R., Voltolina D. (2008), Histological effects of a combination of heavy metals on Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* juveniles. *Aquatic Toxicology*, 89: 152-157.

12- Kaoud H.A., Eldahshan A.R. (2010), Bioaccumulation of cadmium in the fresh water prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Nature and Science*, 8(4): 157-168.

13- Kaoud H.A., Zaki M.M., Ismail M.M. (2011), Effect of Exposure to Mercury on Health in Tropical *Macrobrachium rosenbergii*. *Life Science Journal*, 8: 154-163.

14- Kumar R. (2012), Acute toxicity of cadmium, copper, lead and zinc to tiger shrimp *Penaeus monodon* postlarvae. *International Journal of Environmental Sciences*, 3(1): 305-311.

15- Lloyd R. (1961), The toxicity of mixture of zinc and copper sulfated to rainbow trout (*Salmo gairdneri*, Richardson). *Annual of Applied Biology*, 49: 535-538.

16- Nagabhushnam R., Kulkarni G.K. (1981), Freshwater Palaemonid prawn, *Macrobrachium kistnensis* (Tiwari)-Effect of

#### منابع

1- Adami G.M., Barbieri P., Fabiani M., Piselli S., Predonzani S., Reisenhofer E. (2002), Levels of cadmium and zinc in hepatopancreas of reared *Mytilus galloprovincialis* from the Gulf of Trieste (Italy). *Chemosphere*, 48(7): 671-677.

2- Akpu I.F., Allison M.E., Sikoki F.D. (2010), Survival and gill morphology of different life stages of *Tilapia guineensis* exposed to the drilling fluid XP-07, *Ciência Rural*, 40: 611-616.

3- APHA (1985), Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. 16th Edn., American Public Health Association, Washington D.C., pp: 1215-1243.

4- Ashraf W. (2006), Levels of selected heavy metals in tuna fish. *Arabian Journal of Science and Engineering*, 31(1): 89-92.

5- Boyden C.R., Aston S.R., Thornton I. (1979), Tidal and seasonal variations of trace elements in two Cornish estuaries. *Estuarine Coastal Marine Science*, 9: 303-317.

6- Canli M., Atli G. (2002), The relationship between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Journal of Environmental Pollution*, 121: 129-136.

7- Correa M. (1987), Physiological effects of metal toxicity on the tropical freshwater shrimp *Macrobrachium carcinus*. *Pollution*, 45: 149-155.

8- Fafioye O.O., Ogunsanwo B.M. (2007), The comparative toxicities of cadmium, copper and lead to *Macrobrachium rosenbergii* and *Penaeus monodon* postlarvae. *African Journal of Agricultural Research*, 2(1): 031-03.



toxic effect of Cadmium on structure of Gills and hepatopancreas of freshwater prawn *Macrobrachium sintangese* (De Man, 1898). *Journal of Water Air Soil Pollution*, 8(4): 157-168.

21- Tacon A.G.J. (1987), The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp- A training manual. 1. The essential nutrients. FAO Field Document, Project GCP/RLA/075/ITA; Field Document No. 2/E, Brasilia, Brazil, 117 pp.

22- Van Loon J.C. (1980), Analytic atomic absorption spectroscopy. Academic Press. Now York. USA. 355 pp.

23- Velmurugan E., Selvanayagama B., Cengiz, M., Unlu E.I. (2007). Histopathology of lambda-cyhalothrin on tissues (gill, kidney, liver and intestine) of *Cirrhinus mrigala*. *Science*, 24: 286-291.

24- Yamuna A., Saravana Bhavan P., Geraldine P. (2009), Ultrastructural observations in gills and hepatopancreas of prawn. *Journal of Environmental Biology*, 30(5): 693-699.

heavy metal pollutants. *Indian National Science Academy*, 47(3): 380-386.

17- Nsofor C.I., Ikpeze O.O., Igwilo O. (2010), Bioaccumulation of heavy metals in the shellfish *Macrobrachium rosenbergi* in Niger river at Onitsha. Proceedings of the 6th National Conference of the Society for Occupational Safety and Environmental Health (SOSEH), November 3-6.

18- Opuene K., Agbozu I.E. (2008), Relationships Between Heavy Metals in Shrimp (*Macrobrachium felicinum*) and Metal Levels in The Water Column and Sediments of Taylor Creek. *International Journal of Environmental Research*, 2(4): 343-348.

19- Shuhaimi-Othamn M., Ahmad-Abbas S.S., Maziati M. (2006), Bioaccumulation and elimination of copper and lead by freshwater prawn *Macrobrachium lanchesteri*. *Journal of Biological Sciences*, 6(4): 717-722.

20- Soegianto A., Winarni D., Hartati U.S.H. (2013), Bioaccumulation, elimination and