

مطالعات رفتاری و آسیب شناسی مسمومیت حاد با مس در ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*)

• محمد فرهنگی*: گروه منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، صندوق پستی ۱۶۳
تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۱

چکیده

آزمایشات به منظور مطالعات رفتاری و آسیب شناسی مسمومیت حاد با مس در ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) انجام شد. آزمایشات به روش آب ساکن در مدت ۹۶ ساعت اجرا شد. ۱۵ قطعه بچه ماهی کلمه با وزن متوسط 2 ± 0.1 گرم در معرض غلظت های مختلفی از سولفات مس ($0.1, 0.2, 0.3, 0.4$ میلی گرم در لیتر) قرار گرفتند. یک گروه نیز به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. تحت شرایط ثابت و هوادهی، غلظت کشنده سولفات مس برابر 0.4 میلی گرم در لیتر بدست آمده است. درصد تلفات ماهی با افزایش غلظت های مس به طور معنی داری در بین گروه های آزمایشی افزایش یافت ($P < 0.05$). آزمایشات نشان داد در غلظت های بالای سولفات مس علائم ظاهری مسمومیت به شکل تشنجات عصبی، بلعیدن هوا از سطح آب توسط ماهی، بازوبسته شدن سریع سرپوش های آبششی ظاهر شد. مطالعات آسیب شناسی نشان داد که بیشترین ضایعات مشاهده شده در بافت ها شامل خونریزی، پرخونی، هیپرپلازی، ادم و نکروز سلولی بود.

کلمات کلیدی: غلظت کشنده، مسمومیت، سولفات مس، ماهی کلمه، *Rutilus rutilus*



مقدمه

ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) یکی از مهم ترین گونه های کپورماهیان دریای خزر می باشد که با توجه به تلاش های سازمان شیلات ایران جهت تامین و حفظ ذخایر آن ها در دریای خزر، متأسفانه میزان صید آن طی سال های اخیر رو به کاهش نهاده است که این امر گویای کاهش ذخایر آن در دریای خزر است (۶). با توجه به بررسی به دست آمده عوامل مختلفی در کاهش ذخایر این ماهی نقش داشته اند که شاید مهم ترین عامل که امروزه بیش ترین توجه محافل علمی را به خود جلب نموده، آلودگی محیط زیست به ویژه افزایش روزافزون فاضلاب های صنعتی می باشد. به طور کلی ماهیان در تماس مستقیم با آب پیرامون خود می باشند. از مهم ترین پارامترهای متغیر آب در شرایط پرورشی عوامل شوری، دما، pH، نیترات و سولفات ها می باشند (۸). عناصر فلزی موجود در آب، در غلظت های بالا می توانند، مسمومیت های کشنده را در ماهی به وجود آورند. فلزات سنگین کم تر از یک درصد وزن بدن موجودات زنده را تشکیل می دهند، به طوری که نوسانات غلظت آن سبب ناپایداری محیط و ایجاد اختلال در ماهی می شود (۵). حضور مداوم املاح سنگین چنانچه بیش از اندازه باشد منجر به انباشته شدن این عنصر در بافت های بدن به خصوص کبد خواهد شد. مس نقش ساختاری و عملکردی فراوانی را در بسیاری از فرآیندهای متابولیکی از قبیل تولید هموگلوبین و نقش حیاتی در متابولیسم اکسیژن و بسیاری از سیستم های آنزیمی دارد (۵). با توجه به آن که امروزه مس کاربردهای فراوانی در محیط طبیعی به عنوان آفت کش و ماده ضد جلبک دارد، که به راحتی می تواند در محیط پرورشی اثرگذار باشد، لذا در این تحقیق سعی شده است که سمیت حاد فلز مس بر روی بچه ماهیان کلمه با هدف تعیین غلظت کشنده و نیمه کشنده در مدت ۹۶ ساعت مورد مطالعه قرار گیرد.

مواد و روش ها

الف- شرایط آزمایش

آزمایشات تحت شرایط ثابت دما و pH (25 ± 1) درجه سانتی گراد، 0.2 ± 8.1 pH در محیط آزمایشگاهی صورت گرفت. آزمایشات به روش آب ساکن (Water Static Method) تحت شرایط هوادهی (استفاده از سنگ هوا با اکسیژن تولیدی ۲/۲ میلی گرم در لیتر در شبانه روز) در مدت ۹۶ ساعت انجام

شد (۱، ۳، ۱۴ و ۲۱). ماهیان کلمه با وزن متوسط 2 ± 0.5 گرم از کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان استخوانی سیجوال-بندر ترکمن تهیه گردید. در طول این آزمایش غذادهی صورت نگرفت. ظروف آزمایش، تشت های پلاستیکی بود.

ب- تعیین غلظت کشنده مس

به منظور به دست آوردن غلظت کشنده مس در مدت ۹۶ ساعت از نمک سولفات مس استفاده شد. تعداد ۱۵ قطعه بچه ماهی کلمه، در معرض غلظت های مختلفی از سولفات مس از ۰ تا ۰/۴ میلی گرم در لیتر (۰/۴، ۰/۳، ۰/۲ و ۰ میلی گرم در لیتر) قرار داده شدند. یک گروه از ماهی به عنوان شاهد در نظر گرفته شد که فاقد مقادیر سولفات مس بود. تعیین غلظت ها آزمایشی براساس یک سری آزمایشات مقدماتی صورت گرفت. در آزمایشات فرضی از غلظت های ۱۰، ۳، ۱، ۰/۵ و ۰/۱ میلی گرم در لیتر استفاده شد. با تعیین درصد تلفات و درصد بقاء ماهی برای هر غلظت فرضی، آزمایش نهایی با غلظت ۰/۴ میلی گرم در لیتر صورت گرفت. ۲۴ ساعت پس از انتقال ماهی ها به ظروف آزمایش، نمک مورد نظر پس از تعیین حجم آب (۳ لیتر) به تشت آزمایشی اضافه گردید (۱۴). برحسب غلظت های آزمایش و درصد تلفات ماهی در هر غلظت (Lethal Concentration) و با استفاده از شیب خط رگرسیون غلظت نیمه کشنده (Sub Lethal Concentration) در مدت ۹۶ ساعت محاسبه شد (۳).

ج- مطالعات رفتاری و آسیب شناسی

علائم ظاهری مسمومیت با مس در ماهی ثبت گردید. به منظور مطالعات آسیب شناسی مسمومیت با مس از ماهیانی که در معرض غلظت کشنده مس قرار داشتند، نمونه برداری صورت گرفت. پس از تهیه مقاطع بافتی از آبشش، کلیه و کبد ماهی مطالعات بافتی در آزمایشگاه صورت گرفت.

د- روش های آماری

این آزمایش با استفاده از طرح کاملاً تصادفی متعادل 3×5 اجرا گردید. داده ها با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

نتایج

پس از گذشت ۹۶ ساعت غلظت کشنده مس برای ماهی کلمه ۰/۴ میلی گرم در لیتر به دست آمد (جدول ۱). درصد تلفات ماهی در غلظت های مختلف مس (۰/۴، ۰/۳، ۰/۲ و ۰/۱ میلی گرم در لیتر) بعد از گذشت ۹۶ ساعت به ترتیب



برابر با ۱۰۰، ۸۶/۶۶، ۶۶/۲۶، ۶۶/۶ و... به دست آمد (جدول ۱).

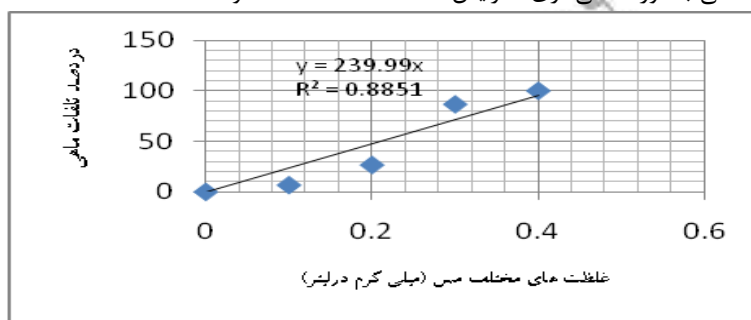
جدول ۱: نتایج حاصل از قرار گرفتن ماهی در معرض غلظت‌های مختلف سولفات مس در دمای 25 ± 1 درجه سانتی‌گراد و $\text{pH} = 8.1$

بعد از گذشت ۹۶ ساعت

تیمار	تعداد ماهی در هر تیمار	تعداد تلفات	درصد تلفات
شاهد	۱۵	۰	۰
۰/۱	۱۵	۱	۶/۶۶
۰/۲	۱۵	۴	۲۶/۶۶
۰/۳	۱۵	۱۳	۸۶/۶۶
۰/۴	۱۵	۱۵	۱۰۰

می‌یابد ($p < 0.05$). علائم ظاهری مسمومیت با مس در طی آزمایشات به صورت تشنجات عصبی، برخورد ماهی با کناره‌های تشت، سعی در بیرون پریدن از آب، رسوب مس بر آبشش، ترشح موکوس زیاد پوست نمایان شد (اشکال ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱).

درصد بقاء ماهیان گروه شاهد ۱۰٪ بود. با توجه به درصد تلفات ماهی و منحنی شیب خط رگرسیون غلظت نیمه کشنده ($\text{LC}_{50,96\text{h}}$) مس برابر با ۰/۲۰۸ میلی گرم در لیتر به دست آمد (شکل ۱). نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که با افزایش غلظت‌های مس درصد تلفات ماهی به طور معنی‌داری افزایش



شکل ۱: منحنی رگرسیون درصد تلفات ماهی در معرض غلظت‌های مختلف مس بعد از گذشت ۹۶ ساعت تحت شرایط آزمایشی



شکل ۲: مقطع تهیه شده از آبشش ماهیانی که در معرض غلظت کشنده مس (۰/۴ میلی گرم در لیتر) قرار داشتند. نوک پیکان ادم (Edema) را نشان می‌دهد (بزرگنمایی $\times 200$)





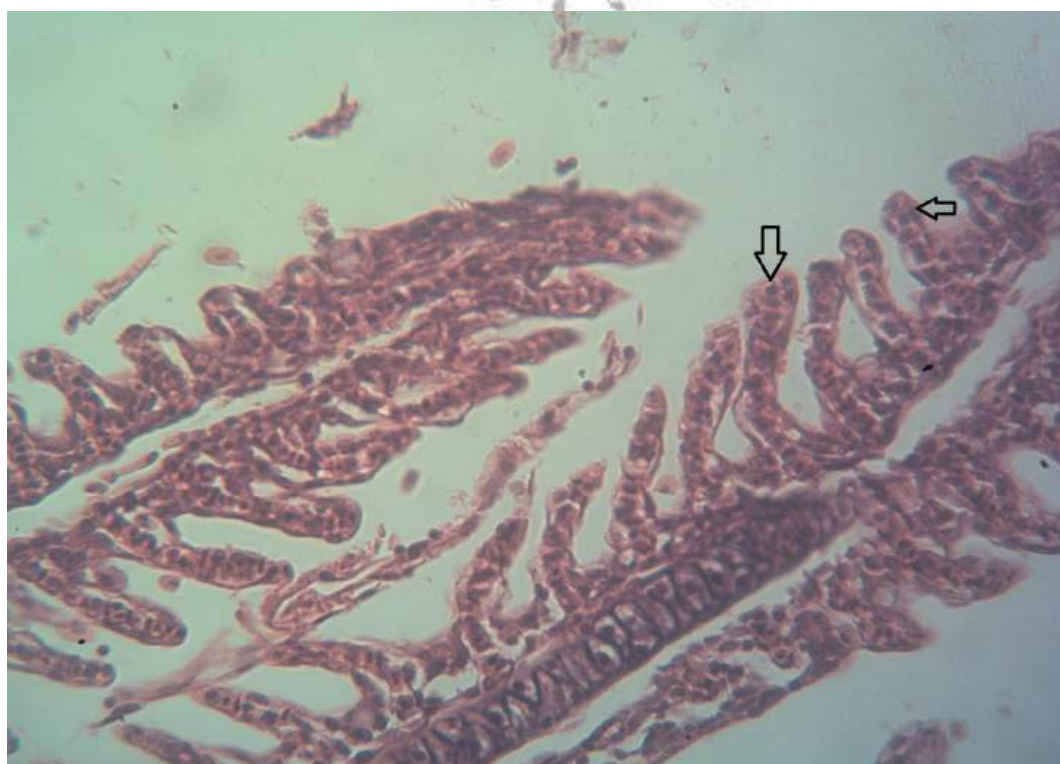
شکل ۳: مقطع تهیه شده از آبشش ماهیانی که در معرض غلظت کشنده مس (۰/۴ میلی گرم در لیتر) قرار داشتند. نوک پیکان خونریزی را نشان می دهد (بزرگنمایی ۲۰۰×)



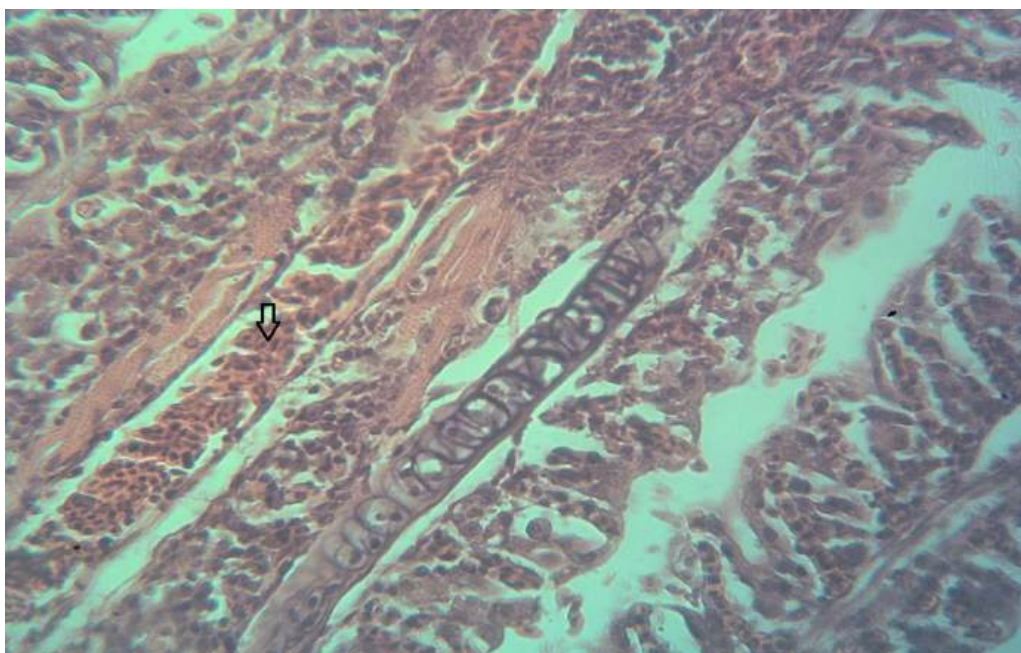
شکل ۴: مقطع تهیه شده از آبشش ماهیانی که در معرض غلظت کشنده مس (۰/۴ میلی گرم در لیتر) قرار داشتند. نوک پیکان خونریزی را نشان می دهد (بزرگنمایی ۲۰۰×)



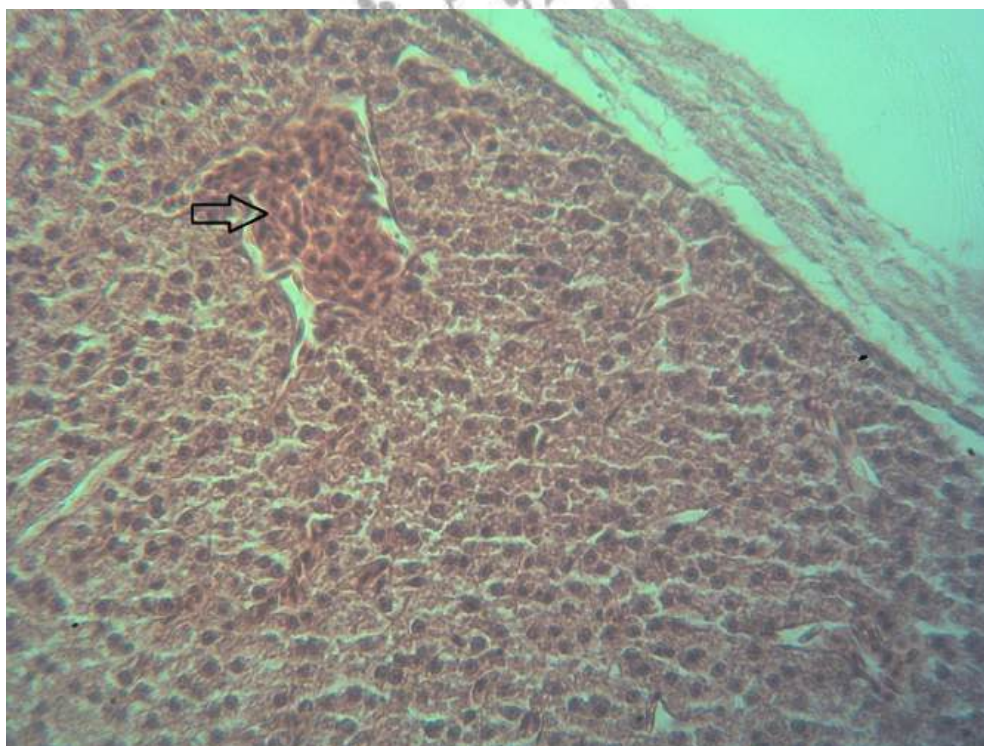
شکل ۵: مقطع تهیه شده از آبشش ماهیانی که در معرض غلظت کشنده مس (۰/۴ میلی گرم در لیتر) قرار داشتند. نوک پیکان ادم (Edema) را نشان می دهد (بزرگنمایی ۲۰۰×)



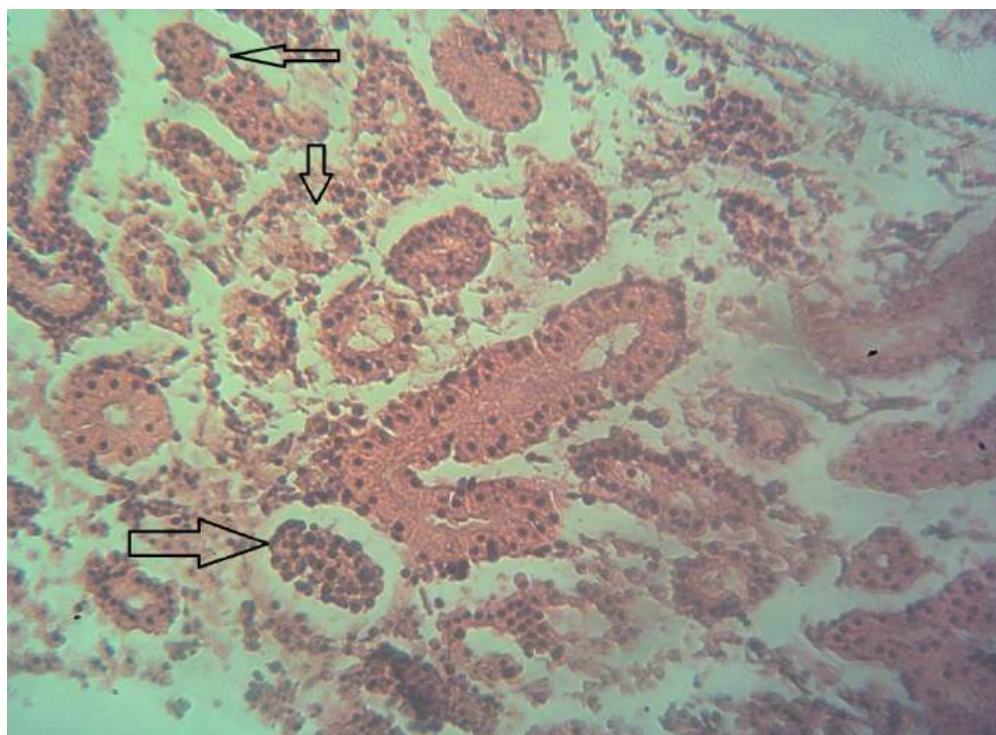
شکل ۶: مقطع تهیه شده از آبشش ماهیانی که در معرض غلظت کشنده مس قرار داشتند. نوک پیکان چماغی شدن راس رشته های آبششی را نشان می دهد (بزرگنمایی ۲۰۰×)



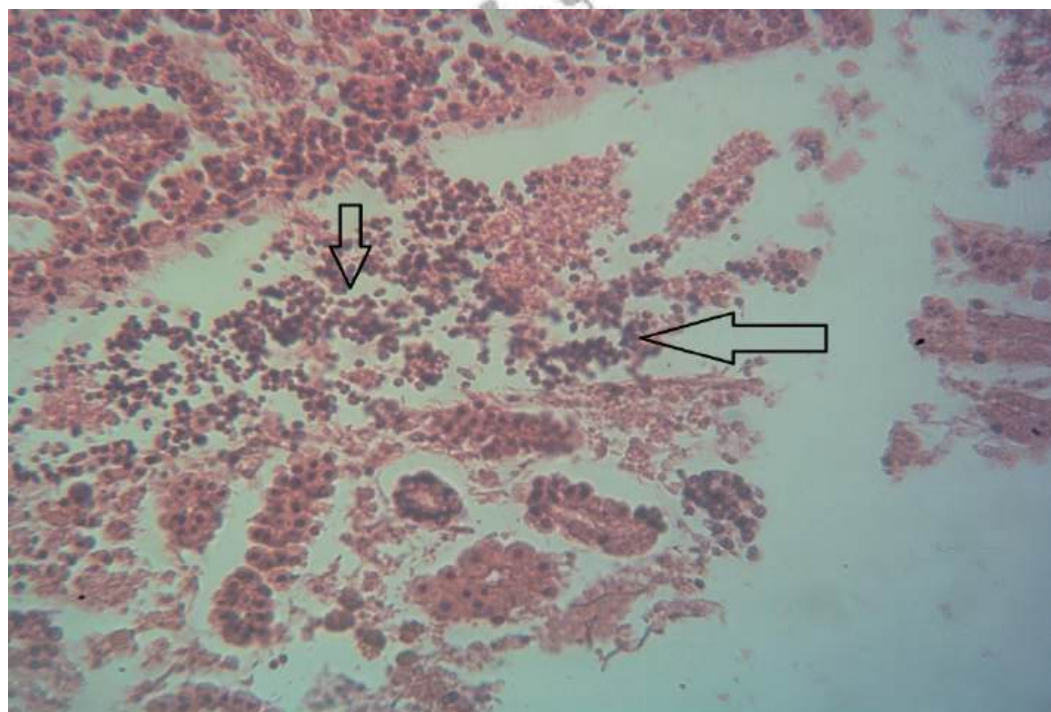
شکل ۷: مقطع تهیه شده از آبشش ماهیانی که در معرض غلظت کشنده مس (0.4 میلی گرم در لیتر) قرار داشتند. نوک پیکان خونریزی را نشان می دهد (بزرگنمایی $\times 200$)



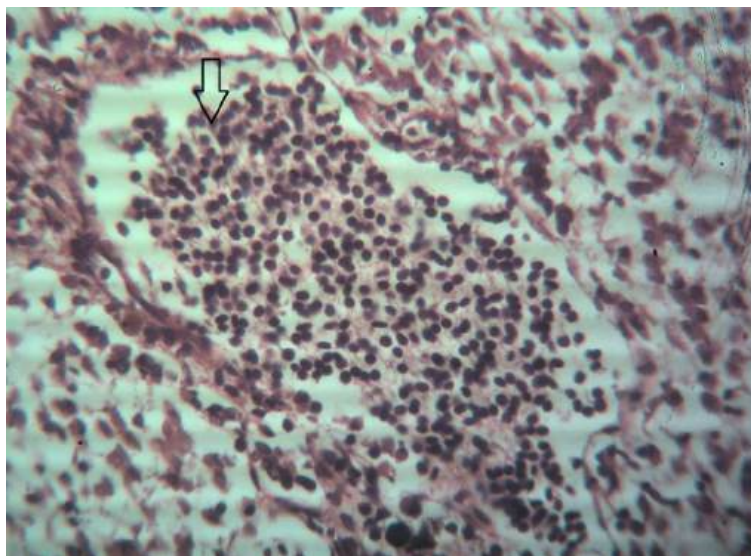
شکل ۸: مقطع تهیه شده از کبد ماهیانی که در معرض غلظت کشنده مس قرار داشتند. نوک پیکان خونریزی را در سلول های کبدی نشان می دهد (بزرگنمایی $\times 200$)



شکل ۹: مقطع تهیه شده از کلیه ماهیانی که در معرض غلظت کشنده مس (۰/۴ میلی گرم در لیتر) قرار دادشتند. نوک پیکان‌ها تخریب مجاری کلیول را نشان می‌دهد (بزرگنمایی ۲۰۰×)



شکل ۱۰: مقطع تهیه شده از کلیه ماهیانی که در معرض غلظت کشنده مس (۰/۴ میلی گرم در لیتر) قرار دادشتند. نوک پیکان‌ها تجمع سلول‌های آماسی را نشان می‌دهد (بزرگنمایی ۲۰۰×)



شکل ۱۱: مقطع تهیه شده از کبد ماهیانی که در معرض غلظت کشنده مس (۰/۴ میلی گرم در لیتر) قرار داد شدند. نوک پیکان‌ها تجمع سلول‌های آماسی را در بین سلول‌های کبدی را نشان می‌دهد (بزرگنمایی $\times 200$)

بحث

این امر با یافته‌های ناجی و همکاران (۱۳۸۶)؛ هم‌چنین Gul و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد. غلظت نیمه کشنده مس برای ماهی کلمه در آزمایشات حاضر برابر ۰/۲۰۸ میلی گرم در لیتر در مدت ۹۶ ساعت به دست آمد. براساس مطالعات مختلف مشخص شده است که غلظت کشنده مس برای ماهیان از ۰/۲ تا ۱۰ میلی گرم در لیتر براساس سختی، pH، گونه و سن ماهی می‌تواند متفاوت باشد (Kazlauskienė, ۲۰۰۲). Bello- Olusoji و Adebola (۲۰۰۶) در آزمایشات خود بر میگوی آب شیرین غلظت نیمه کشنده مس را در مدت ۹۶ ساعت برابر ۰/۱۵ میلی گرم در لیتر به دست آوردند. Vosylienė و Bagdonas (۲۰۰۶) غلظت نیمه کشنده مس را برای ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در مدت ۹۶ ساعت برابر ۰/۱۲۵ میلی گرم در لیتر به دست آوردند. بیش‌ترین ضایعه رخ داده شده در آبشش ماهی شامل ادم، هیپرپلازی (Hyperplasia) و نکروز سلولی به خصوص سلول‌های کبدی بود.

همان‌طوری که در نمودار ۱ نشان داده شده است، با افزایش غلظت مس در آزمایشات درصد تلفات ماهی نیز افزایش می‌یابد. با این وجود آزمایشات نشان داد، بیش‌ترین درصد تلفات ماهی در ساعات اولیه پس از آزمایش رخ داد. آزمایشات مختلفی که بر روی انواع ماهی‌ها صورت گرفته است این امر را تایید می‌کند (۲ و ۳). با مطالعه آزمایش فوق و مقایسه آن با آزمایشات دیگران برنقش شرایط آزمایشی (دما، pH، سن و سایز) در یک

آزمایشات به منظور تعیین غلظت کشنده فلز مس در ماهی کلمه به مدت ۹۶ ساعت تحت شرایط آزمایشگاهی صورت گرفت. آزمایشات مختلفی در خصوص تعیین مسمومیت با سموم و عناصر فلزی در انواع ماهیان صورت گرفته است (۱)؛ ۱۸؛ ۱۳ و ۲۱). با این حال اطلاعاتی در خصوص سمیت با مس در ماهی کلمه خصوصاً در ایران وجود ندارد. حساسیت ماهی به مواد سمی یک فاکتور مهم برای تعیین غلظت نیمه کشنده مواد است. عواملی مختلفی در مقاومت ماهی در برابر سموم نقش دارند که از جمله سن، جنس ماهی، گونه و شرایط محیطی خصوصاً دما و pH قابل ذکر می‌باشد (۵). ماهی کلمه از جمله ماهیان مهم پرروشی کشور به منظور بازسازی ذخایر این گونه و رهاسازی در دریای خزر می‌باشد که سهم بزرگی از تولید در ایران را به خود اختصاص داده است. با این حال افزایش بیش از حد عنصر مس در محیط‌های آبی می‌تواند سبب مسمومیت شدید ماهی با آن شود. علائم ظاهری مسمومیت با فلز مس در آزمایشات به صورت اتصال رشته‌های آبششی، سعی در بیرون پریدن ماهی از تشت‌های آزمایش، بلغیدن هوا از سطح و تشنجات عصبی بود. رنگ پریدگی در ماهی به وضوح مشخص بود و ماهیان در غلظت‌های بالا به شدت در اطراف سنگ‌های هوا تجمع کرده و سعی در بیرون پریدن از تشت‌ها را داشتند.



سولفات مس ۵ میلی گرم برلیتر نمونه‌ها همه تلف شدند. با بررسی آیش‌ها و بافت کبدی، نکروز سلولی، اتصال لاملاها به هم، هایپرپلازی و پارگی سلول‌ها مشاهده شد. نتایج مشابهی توسط Athikesavan و همکاران (۲۰۰۶) با مطالعه سمیت نیکل در ماهی فیتوفاگ به‌دست آمد. Khunyakari و همکاران (۲۰۰۱) سمیت عناصر مس، روی و نیکل را بر روی ماهی *Poecilia reticulata* مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها بیان کردند در ماهیانی که در معرض مواد سمی قرار گرفتند، ترشح موکوس افزایش یافته و دفع بیش از اندازه صورت می‌گیرد. Bagdonas و Vosylienė (۲۰۰۶) سمیت نیمه‌کشنده دو عنصر مس و روی و اثر متقابل این دو فلز را بر فاکتورهای خونی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بررسی کردند. آن‌ها در آزمایشات خود میزان مشخصی (۰/۲۵ میلی‌گرم در لیتر از غلظت نیمه‌کشنده) از غلظت نیمه‌کشنده مس (۰/۱۶ میلی‌گرم در لیتر) و روی (۰/۹۴۸ میلی‌گرم در لیتر) را مورد استفاده قرار دادند. آن‌ها بیان کردند، اگرچه غلظت‌های نیمه‌کشنده مس و روی بر تعداد اریتروسیت خون ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان اختلاف معنی‌داری را نسبت به گروه شاهد نشان نداد، اما غلظت مخلوط نیمه‌کشنده روی و مس اختلاف معنی‌داری را در کاهش میزان اریتروسیت‌ها نسبت به گروه شاهد نشان می‌دهد. آن‌ها همچنین نشان دادند، میزان همتوکریت خون ماهیان در غلظت‌های نیمه‌کشنده مس و روی و غلظت انتخابی مخلوط این دو فلز نسبت به گروه شاهد اختلاف معنی‌داری ($p < 0.05$) دارند. همچنین بیان کردند، اگرچه دو عنصر روی و مس سبب کاهش میزان گلبول‌های سفید در ماهی می‌شود، غلظت مخلوط این دو عنصر تا ۶۰٪ سبب کاهش گلبول‌های سفید مورد مطالعه می‌شود. همان‌طوری‌که مشخص است رفتارهای ظاهری مسمومیت با عناصر سمی به‌ویژه روی می‌تواند نتیجه تغییرات ساختاری اندام‌های داخلی ماهی باشد. در این خصوص پیشنهاد می‌گردد، فاکتورهای خونی و آسیب‌شناسی اندام‌های داخلی ماهی نیز مورد ارزیابی قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله در قالب طرح تحقیقاتی با حمایت مالی حوزه مدیریت پژوهشی دانشگاه گنبد کاووس اجرا و تهیه گردیده است. لذا بدین‌وسیله کمال تشکر و قدردانی خود را از ریاست محترم دانشگاه و مدیریت محترم پژوهشی دانشگاه اعلام می‌دارد.

گونه) و همچنین گونه مورد مطالعه پی برده می‌شود (۹ و ۱۷). Wong و همکاران (۱۹۹۷) اثرات سمیت دو عنصر روی و مس را بر روی دو گونه از کپور ماهیان (کپور معمولی و کپور غلفخوار) مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها در مطالعات خود نشان دادند، ماهی کپور در مقابل مس حساس‌تر بوده درحالی‌که ماهی غلفخوار به روی حساسیت بیش‌تری نشان داد. البته سمیت مس نسبت به روی به مراتب بیش‌تر است. مطالعات نشان می‌دهد، ماهیانی که به یک ماده حساسیت بیش‌تری نشان می‌دهند، نسبت به مواد دیگر حساسیت کم‌تری را در غلظت‌های یکسان نشان می‌دهند. Sajid و Javed (۲۰۰۶) اثر ۵ عنصر سمی روی، آهن، منیزیم، نیکل و سرب را بر روی ماهی *Catla catla* با سنین ۹۰، ۶۰ و ۳۰ روزه بررسی کردند. آن‌ها ضمن تعیین غلظت‌های نیمه‌کشنده فلزات مورد آزمایش بیان کردند، ماهیان جوان حساسیت بیش‌تری از خود نشان می‌دهند. به‌طوری‌که در بررسی‌های به‌عمل آمده مشخص شد، ماهیان ۳۰ روزه حساسیت بیش‌تری از خود نشان می‌دهند. در این آزمایش از ماهیان کوچک که حساسیت بیش‌تری را نشان می‌دهند استفاده شد. Sajid و Javed (۲۰۰۶) آزمایشات خود را تحت شرایط دمایی ۳۰ درجه سانتی‌گراد و pH برابر ۷/۱ اجرا نمودند. همان‌طوری‌که مشخص است افزایش دما می‌تواند عامل مهمی در افزایش اثرات سمی یک فلز داشته باشد. به‌رحال در شرایط طبیعی غلظت‌های مختلف مواد می‌توانند در تعیین سمیت مواد بر روی ماهی نقش داشته باشند، که این فاکتورها در شرایط آزمایشی وجود ندارند. مطالعات نشان داده است با افزایش عناصر سمی در آب ضمن اثرات مستقیم سمیت مواد بر روی اندام‌های ماهی، این مواد به‌طور غیرمستقیم می‌توانند اثرات سمیت را تشدید کنند. این امر از طریق افزایش دفع آمونیاک توسط ماهی و کاهش شدید اکسیژنی، نتیجه استرس وارده به ماهی و تشدید مصرف اکسیژن توسط ماهی صورت می‌گیرد (۱۹). عواملی هم‌چون کمبود اکسیژن، درجه حرارت و افزایش اسیدیته معمولاً حساسیت ماهی را به مواد سمی افزایش می‌دهد، درحالی‌که مواد معدنی هم‌چون سختی و شوری سبب کاهش سمیت مواد می‌شود (۲۰). غلظت‌های تاثیرگذار^۱ مواد سمی می‌توانند بر متابولیسم ماهی و کارایی بافت‌های ماهی تاثیر به‌سزایی بگذارند. عباتی و همکاران (۱۳۸۸) اثرات سمیت مس را بر روی بافت کبد و آیش ماهی کپور بررسی نمودند. آن‌ها بیان داشتند، در غلظت ۵ میلی‌گرم برلیتر سولفات مس افزایش ترشح موکوس بر اثر رسوب مس مشاهده شد و بعد از ۹۶ ساعت در معرض قرار گرفتن تیمارها در مجاورت



منابع

- 11- Bello- Olusoji, O.A. and Adebola, B.O., 2006. Toxic – Effect of aldrin and copper sulphate on freshwater Prawn *Caridina Africana*. Journal of Fisheries International. Vol.1, No. 1-2, pp.: 12-16.
- 12- Giguere, A.; Campbell, P.G.C.; Hare, L.; McDonald, D.G. and Rasmussen, J.B., 2004. Influence of lake chemistry and fish age on cadmium, copper, zinc concentrations in various organs of indigenous yellow perch (*perca flavescens*). Can. Fish. Aqua. Sci. 61, 1702-1716.
- 13- Gul, A.; Yilmaz, M. and Isilak, Z., 2009. Acute Toxicity of Zinc Sulphate (ZnSO₄.H₂O) to Guppies (*Poecilia reticulata*). Journal of Science. Vol. 22, No. 2, pp.: 59-65.
- 14- Kazlauskienė, N., 2002. Long- term effect of copper on sea trout (*salmo trutta trutta*) in early ontogenesis. Ecologi J.A. Nr. 2: 65-69.
- 15- Khunyakari, R.P.; Vrushali, T.; Sharma, R.N. and Tare, V., 2001. Effects of some trace heavy metals on *Poecilia reticulata*”, J. Environ. Biol. Vol. 22, No. 2, pp.: 141- 144.
- 16- Lam, K.P., 1998. Metal toxicity and metallothionein Gene expression studies on Common carp and Tilapia. Marine Environmental research. Vol. 46, No. 1-5, pp.: 563-566.
- 17- Lietuvos, M. and Leidykia, A., 2006. A study of toxicity and genotoxicity of copper, zinc and their mixture to rainbow trout. Biologija. 6, 8-13.
- 18- Sajid, A. and Javed, M., 2006. Studies on acute toxicity of metals to the fish *catla catla*. Pakistan journal of biological sciences, vol 9. No 9. pp.:1807-1811.
- 19- Witeska, M. and Jezierska, B., 2003. The effect of environmental factors on metal toxicity to fish. Fresenius Environ.vBull. 824-829.
- 20- Wong, M.H.; Luk, K.C. and Choi, K.Y., 1977. The effects of zinc and copper salts on *Cyprinus carpio* and *Ctenopharyngodon idellus*. Acta Anatomica, Vol. 99. No.4, pp.: 450-454.
- ۱- عتباتی، آ.؛ کیخسروی، ع.؛ وطن دوست، ج.، ۱۳۸۸. بررسی اثرات سمی غلظت‌های مختلف فلزات روی و مس بر بافت کبد و آبشش ماهی کپور معمولی. دوازدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران، آبان ماه ۱۳۸۸.
- ۲- فرهنگی، م. و حاجی مرادلو، ع.، ۱۳۸۶. علائم بالینی و اثرات آسیب‌شناسی مسمومیت حاد با آمونیاک در قزل‌آلای رنگین کمان. مجله علمی – پژوهشی شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر. سال اول. شماره چهارم، زمستان ۸۶. صفحه ۶۱-۷۶.
- ۳- فرهنگی، م. و حاجی مرادلو، ا.م.، ۱۳۸۷. اثرات کلینوپیتولیت زئولیت در کاهش تلفات ناشی از مسمومیت با آمونیاک در قزل‌آلای رنگین‌کمان. نخستین همایش بین‌المللی بهداشت و بیماری‌های آبزیان. ۸-۹ آبان، تهران.
- ۴- قنبری، م.؛ جامی، م.؛ نقدی، م. و شهریاری، م.، ۱۳۸۸. تاثیرات دراز مدت تغییرات pH آب بر شاخص‌های خونی بچه ماهیان کپور. مجله زیست‌شناسی ایران. جلد ۲۲، شماره ۱، صفحات ۱۴۳-۱۵۰.
- ۵- کیابی، ب.؛ قائمی، ر. و عبدلی، ا.، ۱۳۷۸. اکوسیستم‌های تالابی و رودخانه‌ای استان گلستان. اداره کل حفاظت محیط زیست استان گلستان. ۱۸ صفحه.
- ۶- ناجی، ط.؛ صفائیان، ش.؛ رستمی، م. و صبرجو، م.، ۱۳۸۶. بررسی اثرات سولفات روی بر بافت آبشش بچه ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره نهم، شماره ۲۵، صفحات ۳۶-۲۹.
- ۷- هدایتی، س.ع.؛ باقری، ط.؛ یآوری، و.؛ بهمنی، م. و علیزاده، م.، ۱۳۸۷. بررسی برخی از فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خونی فیل‌ماهیان پرورشی. مجله زیست‌شناسی ایران. جلد ۲۱، شماره ۴، صفحات ۶۵۸-۶۱.
- 8- Adhikari, S., 2004. Interference of magnesium on zinc adsorption by pond sediment and on zinc accumulation in a freshwater teleost, Labeo Rohita (Hamilton). Ecotoxicology and environmental safety. 59, 228- 231.
- 9- Athikesavan, S.; Vincent, S.; Ambrose, T. and Velmurugan, B., 2006. Nickel induced histopathological changes in the different tissues of freshwater fish, *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes). Journal of Environmental Biology. Vol.27, No.2, pp.: 391-395.
- 10- Bagdonas, E. and Vosylienė, M.Z., 2006. A study of toxicity and genotoxicity of copper, zinc and their mixture to rainbow trout. Biologi. J.A. 1: 8-13.



The study of behavioral and histopathology acute toxicity of Copper (CuSO_4) to *Rutilus rutilus caspicus*.

- **Mohammad Farhangi***: Departments of Natural Resources and Agriculture, Gonbad Kavous University, P.O.Box: 163 Gonbad, Iran

Received: December 2012

Accepted: February 2013

Key word: Lethal Concentration, Toxicity, Copper Sulphate, *Rutilus rutilus*.

Abstract

The research was accomplished in order to study of behavioral and histopathological effects of Copper to *Rutilus rutilus caspicus*. The studied was performed by Water Static Method during 96 hours. 15 fish with average weight 2 ± 0.5 g were encountered with different concentrations (0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 mg/l) of Copper. A group of fish was considered as control. Under stable condition and aeration, the lethal concentrations were detected 0.4 mg/l. Results indicate, there was significant differences between lethal rate with each other when copper concentration was increased ($p < 0.05$). The experiments revealed, in the high concentration of Copper nominal signs of toxicity as convulsion, air gulping and opened operculum were happened. Histopathological findings were showed that, major lesions in tissues were hemorrhage, hyperemia, hyperplasia and edema and cells necrosis.

