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 به‌منظور مطالعات رفتاری و آسیب‌شناسی مسمومیت حاد با مس درماهی کلمه *(Rutilus rutilus caspicus)* انجام شد. آزمایشات به روش آب ساکن درمدت ۹۶ ساعت اجرا شد. ۱۵ قطعه بچه ماهی کلمه با وزن متوسط ۰/۵±۲ گرم درمعرض غلظت‌های مختلفی از سولفات مس (۰/۴، ۰/۳، ۰/۲، ۰/۱ میلی‌گرم درلیتر) قرار گرفتند. یک گروه نیز به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. تحت شرایط ثابت و هوادهی، غلظت کشنده سولفات مس برابر۰/۴ میلی‌گرم در لیتر بدست آمده است. درصد تلفات ماهی با افزایش غلظت‌های مس به‌طور معنی‌داری در بین گروه‌های آزمایشی افزایش یافت ($P<0.05$). آزمایشات نشان داد در غلظت‌های بالای سولفات مس علائم ظاهری مسمومیت به شکل تشنجات عصبی، بلعیدن هوا از سطح آب توسط ماهی، بازوبسته شدن سریع سرپوش‌های آبششی ظاهرشد. مطالعات آسیب‌شناسی نشان داد که بیش‌ترین ضایعات مشاهده شده در بافت‌ها شامل خون‌ریزی، پرخونی، هیپرپلازیا، ادم و نکروز سلولی بود.

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

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول:s.farhangi@yahoo.com

مقدمه

ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) یکی از مهم‌ترین گونه‌های کپورماهیان دریای خزر می‌باشد که با توجه به تلاش‌های سازمان شیلات ایران جهت تامین و حفظ ذخایر آن‌ها در دریای خزر، متاسفانه میزان صید آن طی سال‌های اخیر رو به کاهش نهاده است که این امر گویای کاهش ذخایر آن در دریای خزر است (۶). با توجه به بررسی به‌دست آمده عوامل مختلفی در کاهش ذخایر این ماهی نقش داشته‌اند که شاید مهم‌ترین عامل که امروزه بیش‌ترین توجه محافل علمی را به‌خود جلب نموده، آلودگی محیط زیست به‌ویژه افزایش روزافزون فاضلاب‌های صنعتی می‌باشد. به‌طورکلی ماهیان در تماس مستقیم با آب پیرامون خود می‌باشند. از مهم‌ترین پارامترهای متغیرآب در شرایط پرورشی عوامل شوری، دما، pH، نیترات و سولفات‌ها می‌باشند (۸). عناصر فلزی موجود در آب، در غلظت‌های بالا می‌توانند، مسمومیت‌های کشنده را در ماهی به‌وجود آورند. فلزات سنگین کم‌تر از یک درصد وزن بدن موجودات زنده را تشکیل می‌دهند، به‌طوری‌که نوسانات غلظت آن سبب ناپایداری محیط و ایجاد اختلال در ماهی می‌شود (۵). حضور مداوم املاح سنگین چنان‌چه بیش از اندازه باشد منجر به انباشته شدن این عنصر در بافت‌های بدن به‌خصوص 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 ازسیستم‌های آنزیمی دارد (۵). با توجه به آن‌که امروزه مس کاربردهای فراوانی در محیط طبیعی به‌عنوان آفت کش و ماده ضدجلبک دارد، که به‌راحتی می‌تواند 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 نیمه‌کشنده در مدت ۹۶ ساعت مورد مطالعه قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

الف- شرایط آزمایش

آزمایشات تحت شرایط ثابت دما و pH (۱±۲۵ = T درجه سانتی‌گراد، ۰/۲ ± ۸/۱ = pH) در محیط آزمایشگاهی صورت گرفت. آزمایشات به‌روش آب ساکن (Water Static Method) تحت شرایط هوادهی (استفاده از سنگ هوا با اکسیژن تولیدی ۲/۲ میلی‌گرم در لیتر در شبانه روز) در مدت ۹۶ ساعت انجام شد (۱، ۳، ۱۴ و ۲۱). ماهیان کلمه با وزن متوسط ۰/۵±۲ گرم از کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان استخوانی سیجوال– بندر ترکمن تهیه گردید. در طول این آزمایش غذادهی صورت نگرفت. ظروف آزمایش، تشت‌های پلاستیکی بود.

ب- تعیین غلظت کشنده مس

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

ج- مطالعات رفتای و آسیب شناسی

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

د- روش‌های آماری

این آزمایش با استفاده از طرح کاملاً تصادفی متعادل ۵×۳ اجرا گردید. داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

نتایج

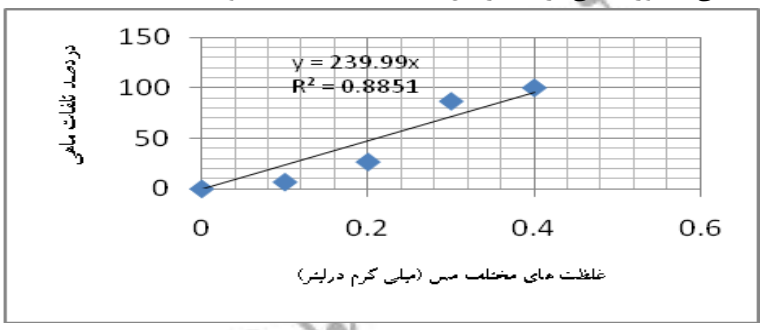
پس از گذشت ۹۶ ساعت غلظت کشنده مس برای ماهی کلمه ۰/۴ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد (جدول ۱). درصد تلفات ماهی در غلظت‌های مختلف مس (۰/۴، ۰/۳ /۰/۲، ۰/۱ و ۰ میلی‌گرم در لیتر) بعد ازگذشت ۹۶ ساعت به‌ترتیب

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

جدول ۱: نتایج حاصل از قرارگرفتن ماهی در معرض غلظت‌های مختلف سولفات مس در دمای ۱±۲۵درجه سانتی‌گراد و pH= ۸/۱ بعد از گذشت ۹۶ ساعت

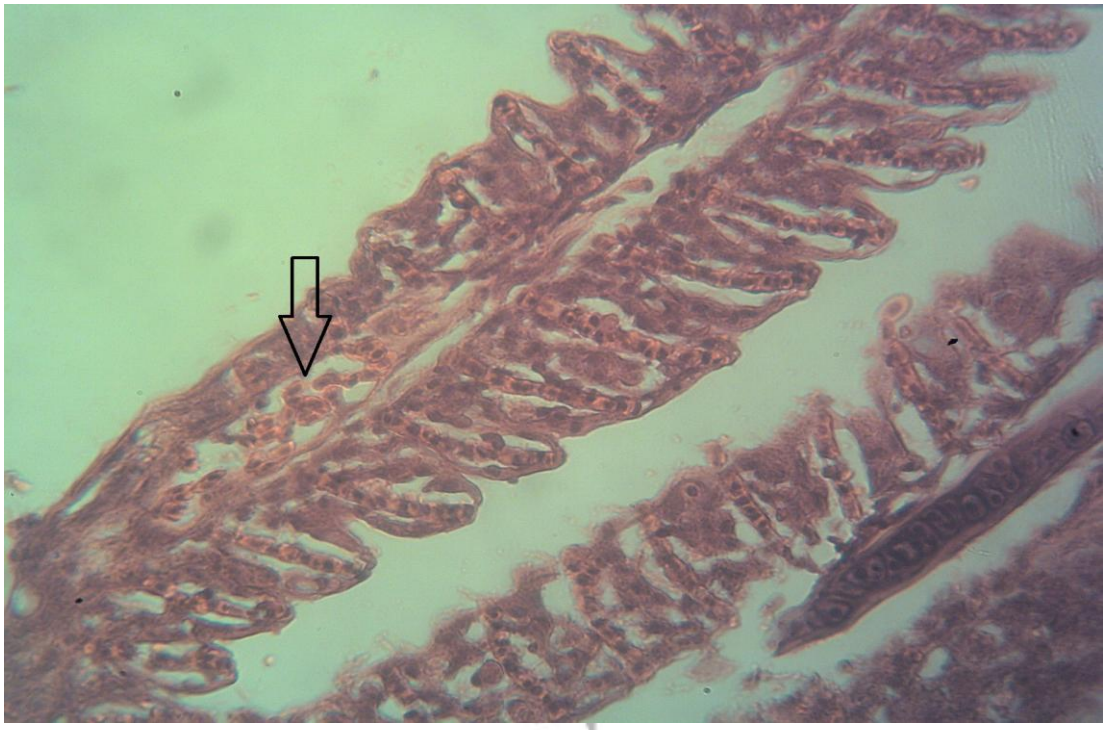
تیمار	تعداد ماهی درهرتیمار	تعداد تلفات	درصد تلفات
شاهد	۱۵	۰	۰
۰/۱	۱۵	۱	۶/۶۶
۰/۲	۱۵	۴	۲۶/۶۶
۰/۳	۱۵	۱۳	۸۶/۶۶
۰/۴	۱۵	۱۵	۱۰۰

درصد بقاء ماهیان گروه شاهد ۱۰۰٪ بود. با توجه به درصد تلفات ماهی و منحنی شیب خط رگرسیون غلظت نیمه کشنده (LC_{50},96h) مس برابر با ۰/۲۰۸ میلی‌گرم درلیتر به‌دست آمد (شکل ۱). نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که با افزایش غلظت‌های مس درصد تلفات ماهی به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد ($p<0.05$). علائم ظاهری مسمومیت با مس در طی آزمایشات به‌صورت 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).

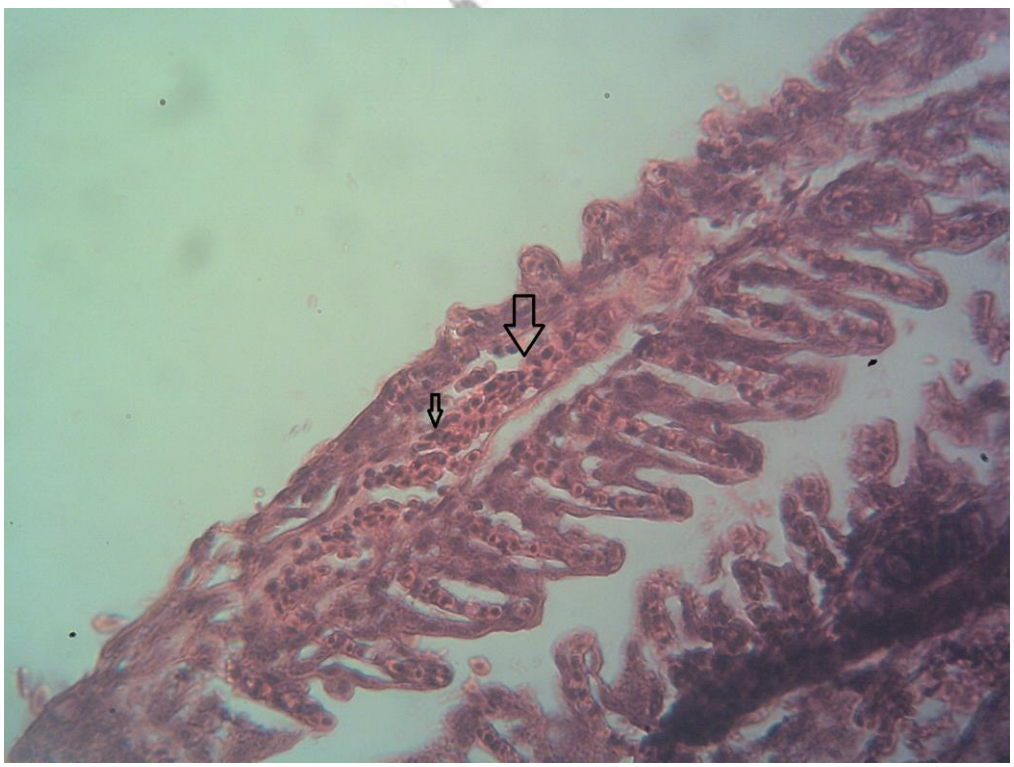


شکل ۱: منحنی رگرسیون درصد تلفات ماهی درمعرض غلظت‌های مختلف مس بعد از گذشت ۹۶ ساعت تحت شرایط آزمایشی

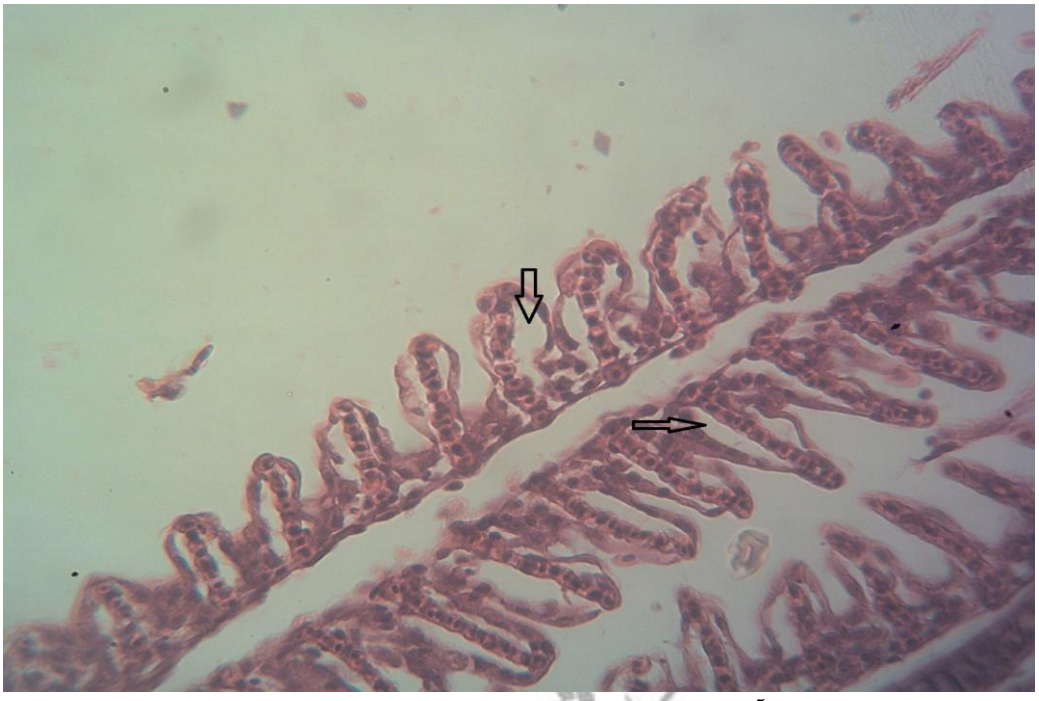
شکل ۲: مقطع تهیه شده از آبشش ماهیانی که درمعرض غلظت کشنده مس (۰/۴ میلی‌گرم درلیتر) قرار داشتند. نوک پیکان ادم (Edema) را نشان می‌دهد (بزرگنمایی ۲۰۰×)



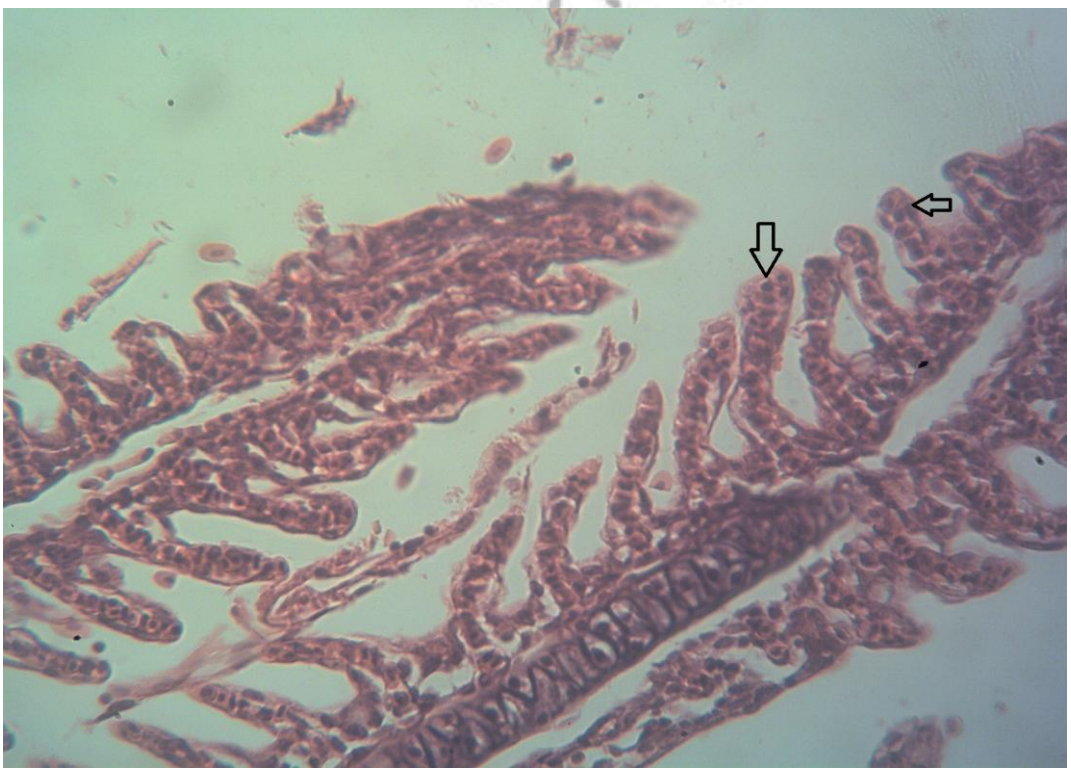
شکل ۳: مقطع تهیه شده از آبشش ماهیانی که درمعرض غلظت کشنده مس (۰/۴ میلی‌گرم درلیتر) قرار داشتند. نوک پیکان خون‌ریزی را نشان می‌دهد (بزرگنمایی ۲۰۰×)



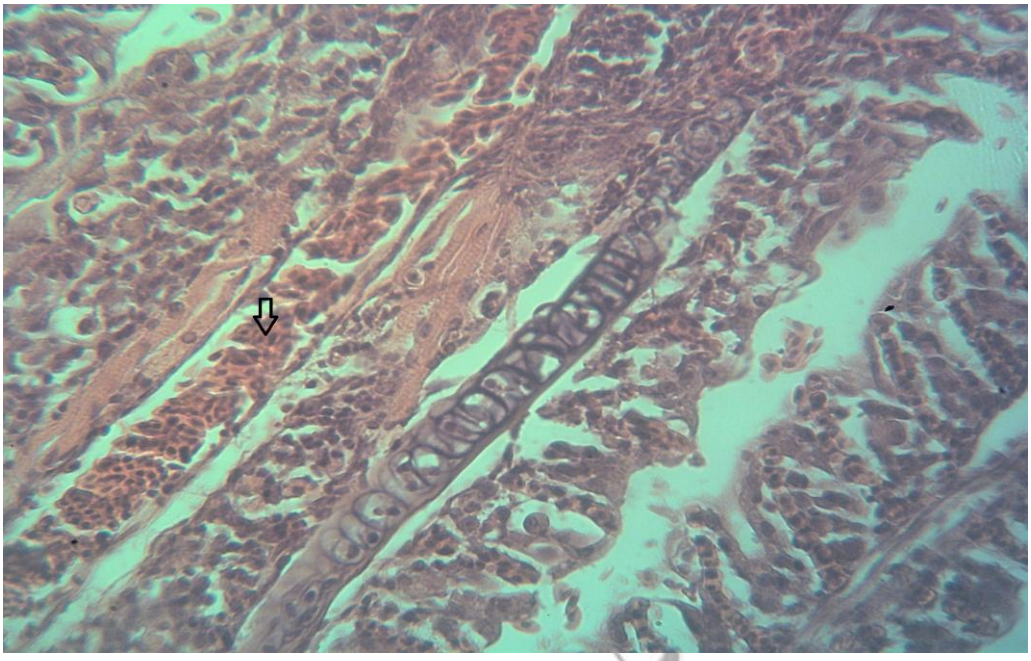
شکل ۴: مقطع تهیه شده از آبشش ماهیانی که درمعرض غلظت کشنده مس (۰/۴ میلی‌گرم درلیتر) قرار داشتند. نوک پیکان خون‌ریزی را نشان می‌دهد (بزرگنمایی ۲۰۰×)



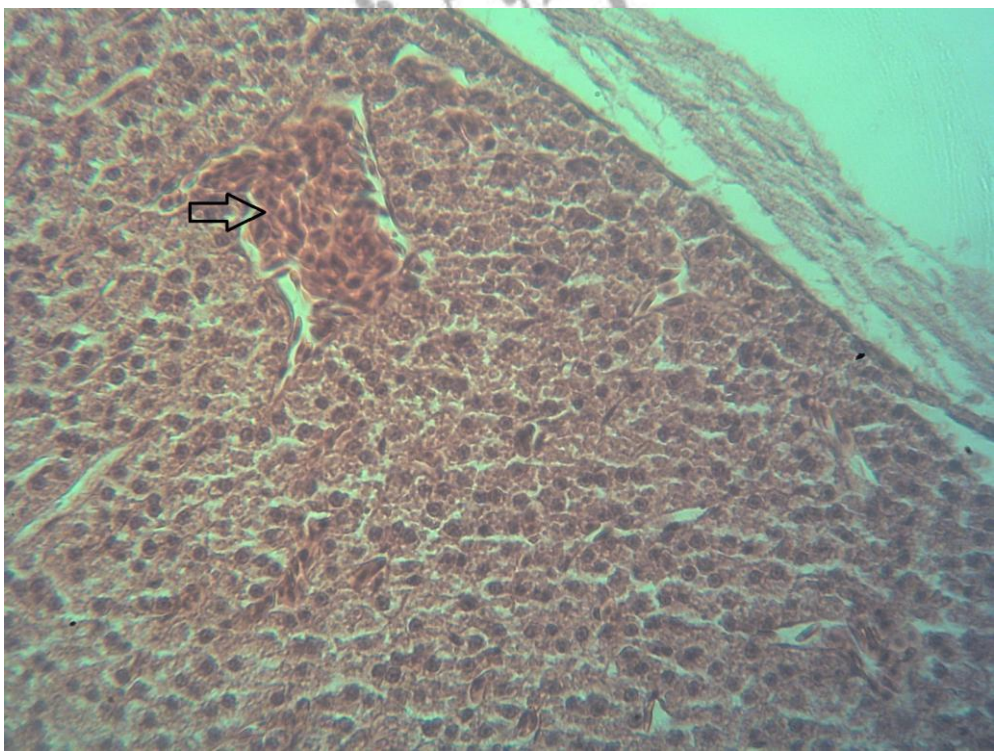
شکل ۵: مقطع تهیه شده از آبشش ماهیانی که درمعرض غلظت کشنده مس (۰/۴ میلی‌گرم درلیتر) قرار داشتند. نوک پیکان ادم (Edema) را نشان می‌دهد (بزرگنمایی ۲۰۰×)



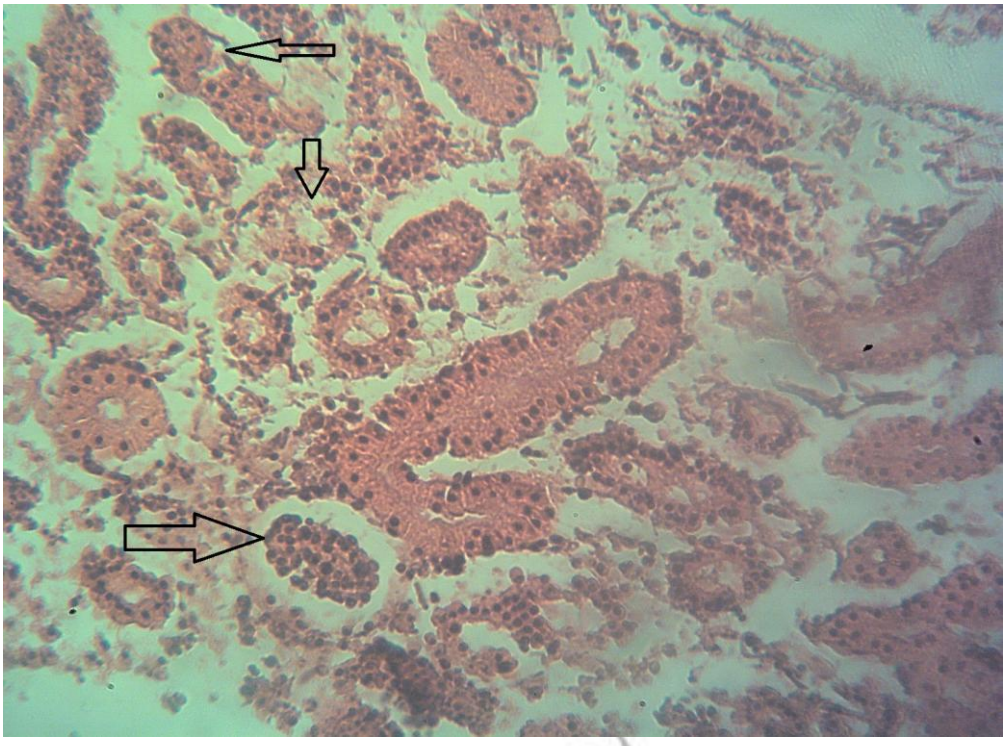
شکل ۶: مقطع تهیه شده از آبشش ماهیانی که درمعرض غلظت کشنده مس قرار داشتند. نوک پیکان چماغی شدن راس رشته‌های آبششی را نشان می‌دهد (بزرگنمایی ۲۰۰×)



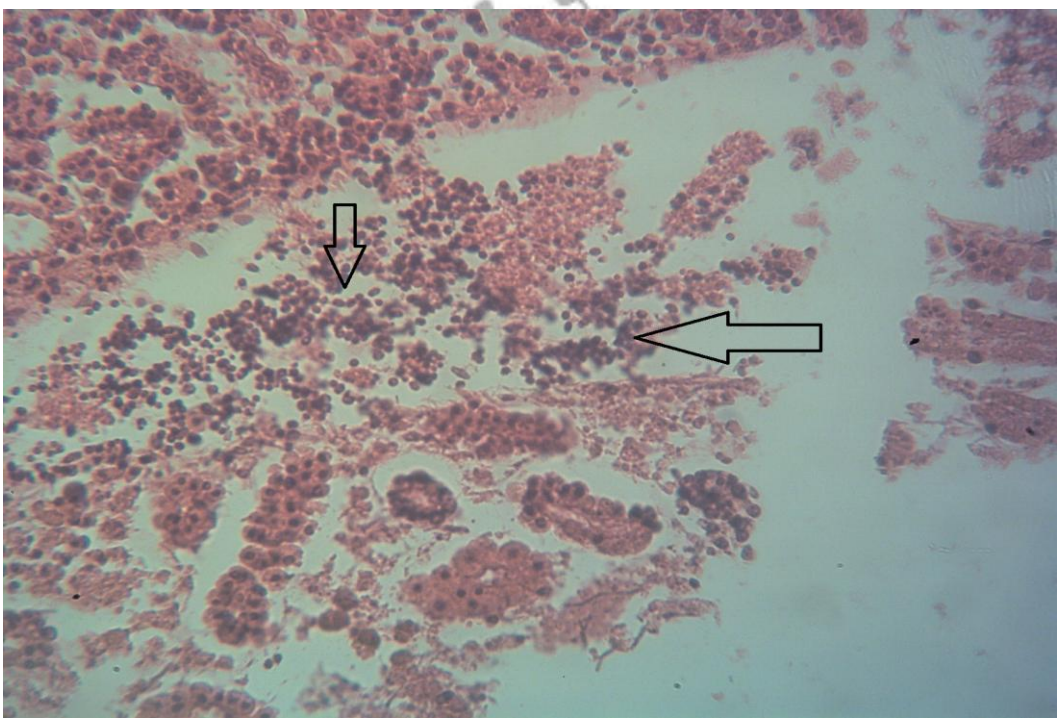
شکل ۷: مقطع تهیه شده از آبشش ماهیانی که درمعرض غلظت کشنده مس (۰/۴ میلی‌گرم درلیتر) قرار داشتند. نوک پیکان خون‌ریزی را نشان می‌دهد (بزرگنمایی ۲۰۰×)



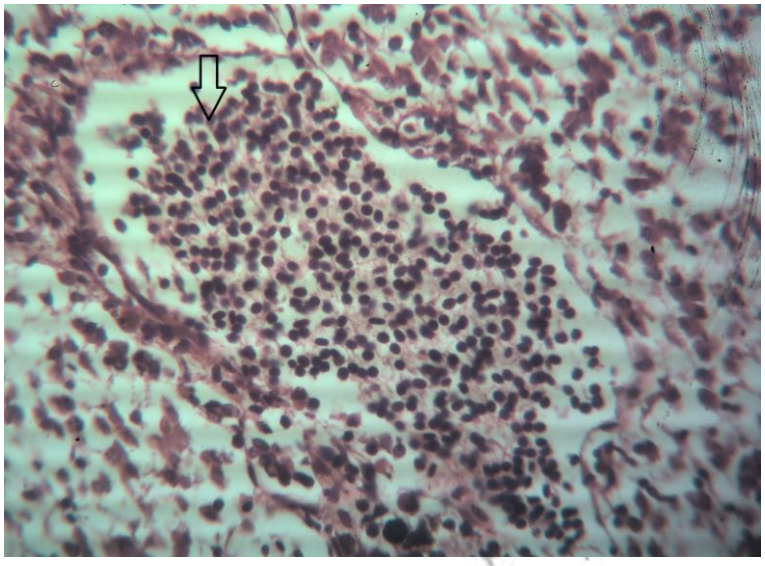
شکل ۸: مقطع تهیه شده از کبد ماهیانی که درمعرض غلظت کشنده مس قرار داشتند. نوک پیکان خون‌ریزی را در سلول‌های کبدی نشان می‌دهد (بزرگنمایی ۲۰۰×)



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



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



شکل ۱۱: مقطع تهیه شده از کبد ماهیانی که درمعرض غلظت کشنده مس (۰/۴ میلی‌گرم درلیتر) قرار دادشتند. نوک پیکان‌ها تجمع سلول‌های آماسی را در بین سلول‌های کبدی را نشان می‌دهد (بزرگنمایی ۲۰۰×)

بحث

آزمایشات به‌منظور تعیین غلظت کشنده فلز مس در ماهی کلمه به‌مدت 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 درخصوص سمیت با مس در ماهی کلمه خصوصاً درایران وجود ندارد. حساسیت ماهی به مواد سمی یک فاکتور مهم برای تعیین غلظت نیمه‌کشنده 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 به‌منظور بازسازی ذخایر این گونه و رهاسازی در دریای خزر می‌باشد که سهم بزرگی از تولید در ایران را به‌خود اختصاص داده است . با این حال افزایش بیش از حد عنصر مس در محیط‌های آبی می‌توانند سبب مسمومیت شدید ماهی با آن شود. علائم ظاهری مسمومیت با فلز مس در آزمایشات به‌صورت اتصال رشته‌های آبششی، سعی در بیرون پریدن ماهی از تشت‌های آزمایش، بلعیدن هوا از سطح و تشنجات عصبی بود. رنگ پریدگی در ماهی به‌وضوح مشخص بود و ماهیان در غلظت‌های بالا به‌شدت در اطراف سنگ‌های هوا تجمع کرده و سعی در بیرون پریدن از تشت‌ها را داشتند.

این امر با یافته‌های ناجی و همکاران (۱۳۸۶)؛ هم‌چنین Gul و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد. غلظت نیمه‌کشنده مس برای ماهی کلمه در آزمایشات حاضر برابر ۰/۲۰۸ میلی‌گرم درلیتر در مدت ۹۶ ساعت به‌دست آمد. براساس مطالعات مختلف مشخص شده است که غظت کشنده مس برای ماهیان از ۰/۲ تا ۱۰ میلی‌گرم درلیتر براساس سختی، pH، گونه و سن ماهی می‌تواند متفاوت باشد (Kazlauskiene، ۲۰۰۲). Bello- Olusoji و Adebola (۲۰۰۶) در آزمایشات خود بر میگوی آب‌شیرین غلظت نیمه‌کشنده مس را در مدت ۹۶ ساعت برابر ۰/۱۵ میلی‌گرم درلیتر به‌دست آوردند. Bagdonas و Vosylienė (۲۰۰۶) غلظت نیمه‌کشنده مس را برای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در مدت ۹۶ ساعت برابر ۰/۱۲۵ میلی‌گرم درلیتر به‌دست آورند. بیش‌ترین ضایعه رخ داده شده در آبشش ماهی شامل ادم، هیپرپلازی (Hyperplasia) و نکروزسلولی به‌خصوص سلول‌های کبدی بود.

همان‌طوری‌که 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

گونه) و هم‌چنین گونه مورد مطالعه پی برده می‌شود (۹ و ۱۷). Wong و همکاران (۱۹۹۷) اثرات سمیت دوعنصر روی و مس را بر روی دو گونه ازکپور ماهیان (کپورمعمولی و کپورعلفخوار) مورد مطالعه قراردادند. آن‌ها در مطالعات خود نشان دادند، ماهی کپور در مقابل مس حساس‌تر بوده درحالی‌که ماهی علفخوار 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 درغلظت‌های 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 ازخود 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. به‌هرحال 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[1] مواد سمی می‌توانند بر متابولیسم ماهی و کارآیی بافت‌های ماهی تاثیر به‌سزایی بگذارند. عتباتی و همکاران (۱۳۸۸) اثرات سمیت مس را بر روی بافت کبد و آبشش 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 درمعرض قرار گرفتن تیمارها در مجاورت سولفات مس ۵ میلی‌گرم برلیتر نمونه‌ها همه تلف شدند. با بررسی آبشش‌ها و بافت کبدی، نکروز سلولی، اتصال لاملاها به‌هم، هایپرپلازی و پارگی سلول‌ها مشاهده شد. نتایجی 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 درمعرض 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 درلیتر) و روی (۰/۹۴۸ میلی‌گرم درلیتر) 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 هماتوکریت 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 قرارگیرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله درقالب 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.

منابع

۱- **عتباتی، آ.؛ کیخسروی، ع.؛ وطن دوست، ج.، ۱۳۸۸.** بررسی اثرات سمی غلظت‌های مختلف فلزات روی و مس بر بافت کبد و آبشش ماهی کپورمعمولی. دوازدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران، آبان ماه ۱۳۸۸.

۲- **فرهنگی، م، وحاجی 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 کلینوپتیولیت زئولیت در کاهش تلفات ناشی از مسمومیت باآمونیاک در قزل آلای رنگین‌کمان. نخستین همایش بین المللی 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 برشاخص‌های خونی بچه ماهیان کپور. مجله زیست شناسی ایران. جد۲۲، 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 بربافت 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.، یاوری، و.، بهمنی، م. و علیزاده، م.، ۱۳۸۷.** بررسی برخی از فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خونی فیل‌ماهیان پرورشی. مجله زیست شناسی ایران. جلد۲۱، 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.

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 concenterations 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 reticulate*). Journal of Science. Vol. 22, No. 2, pp.: 59-65.

14- **Kazlauskiene, 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 reticulate", J.Environ. Biol. Vol. 22, No. 2, pp.: 141- 144.

16- **Lam, K.P., 1998.** Metal toxicity and metallothiunein 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. Blologija. 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 effecte 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.

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.

* Corresponding Author's email: s.farhangi@yahoo.com