

تعیین غلظت نیمه کشنده روی (LC_{50} ، $ZnSO_4$) در ماهی کپور (*Cyprinus carpio*) تحت شرایط آزمایشگاهی

محمدفرهنگی^{۱*}، عبدالمجید حاجی مرادلو^۲ و فرامرز رستمی چراتی^۳

^۱ گنبد کاووس، دانشگاه گنبد کاووس، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی

^۲ گرگان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

^۳ گنبد کاووس، دانشگاه گنبد کاووس، دانشکده علوم پایه

تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۸ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۶

چکیده

آزمایشات به منظور تعیین غلظت نیمه کشنده فلز روی در ماهی کپور انجام شد. آزمایشات به روش آب ساکن در مدت ۹۶ ساعت اجرا شد. ۱۲ قطعه بچه ماهی کپور با وزن متوسط 2 ± 3 گرم در معرض غلظت‌های مختلفی از سولفات روی (۲۷۰ و ۲۵۰، ۲۰۰، ۱۵۰، ۹۰، ۶۵، ۳۰، ۰ میلی‌گرم در لیتر) قرار گرفتند. از نمک سولفات روی بعنوان روی در آزمایشات استفاده شد. یک گروه نیز بعنوان شاهد در نظر گرفته شد. تحت شرایط ثابت و هوادهی غلظت نیمه کشنده و کشنده سولفات روی به ترتیب برابر ۱۲۹/۰۷ و ۲۷۰ میلی‌گرم در لیتر بدست آمده است. آزمایشات نشان داد بیشترین درصد تلفات (۸۰٪) در همان ساعات اولیه (۷-۸ ساعت پس از شروع آزمایش) رخ داد. در غلظت‌های بالای سولفات روی علائم ظاهری مسمومیت با روی همچون تشنجات عصبی، بلعیدن هوا از سطح آب توسط ماهی، باز و بسته شدن سریع سرپوش‌های آبششی، پرخونی و خونریزی آبشش و مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: غلظت نیمه کشنده، خونریزی، پرخونی، سولفات روی، ماهی کپور، *Cyprinus carpio*

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۱۷۸۹۶۳۶، پست الکترونیکی: s.farhangi@yahoo.com

مقدمه

شود (۴). حفظ کیفیت آب و آشنایی با مواد شیمیایی سمی موجود در آب و بدست آوردن میزان دقیق غلظت کشنده مواد به عنوان یکی از عوامل مهم در دستیابی به تولید مناسب مطرح می‌باشد. عوامل شیمیایی، از جمله مواردی هستند که سبب برهم زدن کیفیت آب می‌شوند و همواره از فاکتورهای اساسی کاهش تولید آبزیان بحساب می‌آیند. عناصر فلزی موجود در آب، در غلظت‌های بالا می‌توانند، مسمومیت‌های کشنده را در ماهی بوجود آورند. فلزات سنگین کمتر از یک درصد وزن بدن موجودات زنده را تشکیل می‌دهند، بطوریکه نوسانات غلظت آن سبب ناپایداری محیط و ایجاد اختلال در ماهی می‌شود (۶). یون

ماهی کپور (*Cyprinus carpio*) یکی از گونه‌های مهم پرورشی ایران می‌باشد، که سهم بزرگی از تولید ماهیان آب شیرین را بخود اختصاص می‌دهد. بدلیل پراکنش وسیع این ماهی در مناطق مختلف کشور و تحمل بالای ماهی کپور در برابر عوامل نامساعد محیطی، این ماهی از گونه‌های مهم مطالعاتی می‌باشد. بطورکلی ماهیان در تماس مستقیم با آب پیرامون خود می‌باشند. از مهمترین پارامترهای متغیر آب در شرایط پرورشی عوامل شوری، دما، pH، نیترات و سولفات‌ها می‌باشند (۸). بعنوان مثال مطالعات نشان می‌دهد، تغییر در pH آب می‌تواند سبب بروز تغییرات قابل توجهی در شاخص‌های خونی ماهیان

ساعت انجام شد. از ماهیان کپور با وزن متوسط 3 ± 2 گرم در هر تیمار استفاده شد. ۱۲ قطعه بچه ماهی کپور در معرض غلظت‌های مختلفی از سولفات روی از ۰ تا ۲۷۰ میلی‌گرم در لیتر (۲۷۰، ۲۵۰، ۲۰۰، ۱۵۰، ۹۰، ۶۵، ۳۰، ۰ میلی‌گرم در لیتر) قرار گرفتند. تعیین غلظت‌ها بر اساس یکسری آزمایشات مقدماتی با غلظت‌های فرضی (۳۰۰، ۲۵۰، ۲۲۵، ۲۰۰، ۱۵۰، ۱۲۵، ۹۰، ۶۵، ۳۰، ۲۰، ۵، ۰ میلی‌گرم در لیتر) بود که در آن تعداد تلفات، درصد تلفات و درصد بقاء ماهی در هر مرحله ثبت گردید. درصد تلفات و میزان بقاء ماهی در هر مرحله ثبت گردید. در طول آزمایش غذا دهی صورت نگرفت. یک گروه از ماهی بعنوان شاهد در نظر گرفته شد که فاقد مقادیر سولفات روی بود. بر حسب غلظت‌های کشنده (Sub Lethal Concentration) روی و با استفاده از شیب خط رگرسیون غلظت نیمه کشنده (Lethal Concentration) در مدت ۹۶ ساعت محاسبه شد. ظروف آزمایش، تشت‌های پلاستیکی با حجم آبی ۵۰ لیتر بود. از نمک سولفات روی بعنوان ماده موثر در آزمایشات استفاده شد. نمک مورد نظر پس از تعیین حجم آبی بصورت پودر و پس از انتقال ماهی‌ها به ظروف آزمایشی به آب اضافه گردید. علائم ظاهری مسمومیت در ماهی ثبت گردید. این آزمایش با استفاده از طرح کاملاً تصادفی متعادل 3×7 اجرا گردید. داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) در سطح معنی‌داری $P < 0.05$ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

نتایج

نتایج حاصل از آزمایشات در جدول ۱ آورده شده است. پس از گذشت ۹۶ ساعت غلظت کشنده کاتیون روی برای ماهی کپور ۲۷۰ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد. درصد تلفات ماهی در غلظت‌های مختلف روی (۲۷۰، ۲۵۰، ۲۰۰، ۱۵۰، ۹۰، ۶۵، ۳۰، ۰ میلی‌گرم در لیتر) بعد از گذشت ۹۶ ساعت به ترتیب برابر با ۱۰۰٪ و ۹۱/۶۶، ۶۶/۶۶،

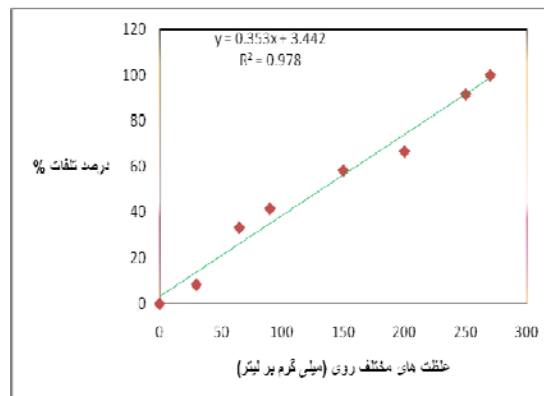
روی (Zinc) بعنوان یک عنصر ضروری برای رشد و نمو گیاهان نقش ساختاری و عملکردی فراوانی را در بسیاری از فرآیندهای متابولیکی دارد، ولی مقدار اضافی آنها بخصوص در خاکهای اسیدی یک فاکتور محدود کننده رشد برای گیاه محسوب می‌شود (۲ و ۳). همچنین عنصر روی به عنوان یک فلز نادر در فرآیندهای متابولیسمی ماهی نقش دارد. عنصر روی می‌تواند بعنوان یک کوفاکتور آنزیمهای مختلف از جمله هیدرولاز و ترانسفراز عمل کند (۶). استفاده از روش آب ساکن در آزمایشات به منظور تعیین غلظت‌های کشنده و نیمه کشنده انواع فلزات از جمله روشهای رایج بحساب می‌آید. گال و همکارانش (۲۰۰۹) با مطالعه بر روی ماهی گوپی (*Poecilia reticulata*) اظهار داشتند $LC_{50} 96h$ برابر با ۳۰/۸۲ میلی‌گرم در لیتر است. ساجید و جاوید (۲۰۰۶) اثر ۵ عنصر سمی روی، آهن، منیزیم، نیکل و سرب را بر روی ماهی *Catla catla* با سنین ۹۰ و ۳۰، ۶۰ روزه بررسی کردند. هرچند تاکنون مطالعه سمیت فلز روی بر سایر گونه‌های ماهی بخوبی مطالعه شده است (۱۸، ۱۵، ۱۱)، با این حال تاکنون مطالعات کمی درخصوص اثرات فلز روی بر ماهی کپور خصوصاً در ایران وجود دارد (۷). لذا ضرورت انجام این طرح با هدف تعیین غلظت کشنده سولفات روی در ماهی کپور تحت شرایط آزمایشگاهی صورت می‌گیرد. دانستن غلظت کشنده فلز روی در ماهی کپور می‌تواند کمک شایانی در رفع و پیشگیری این عارضه توسط استفاده از مواد رزینی همچون ژئولیت‌ها نماید.

مواد و روشها

آزمایشات تحت شرایط ثابت دما و $pH = 7.5 \pm 1$ °C، $T = 25 \pm 1$ °C 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 میلی‌گرم در لیتر در شبانه روز) در مدت ۹۶

آزمایشات به منظور تعیین غلظت کشنده فلز روی در ماهی کپور 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 (۷، ۱۴ و ۱۷). اما اطلاعات در خصوص سمیت با روی در ماهی کپور خصوصاً در ایران ناچیز است. حساسیت ماهی به مواد سمی یک فاکتور مهم برای تعیین غلظت نیمه کشنده مواد است. عوامل 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 (۱۳ و ۲۰). ماهی کپور از جمله ماهیان مهم پرروشی کشورمان است که سهم بزرگی از تولید در ایران را به خود اختصاص داده است. ماهیان به عنصر روی (Zn) به عنوان یکی از عناصر نایاب در فرآیندهای فیزیولوژیکی نظیر رشد و تقسیم سلولی، متابولیسم، بهبود زخم‌ها و سیستم دفاعی بدن نیازمندند (۱۲ و ۱۰). همچنین استفاده از روی به عنوان بارورکننده استخر، در افزایش تولید پلانکتونی و افزایش محصول ماهی موثر می‌باشد (۹). با این حال افزایش بیش از حد عنصر روی در محیط‌های آبی می‌تواند سبب مسمومیت شدید ماهی با آن شود. علائم ظاهری مسمومیت با فلز روی در آزمایشات بصورت پرخونی رشته‌های آبششی، سعی در بیرون پریدن ماهی از تشت‌های آزمایش، بلعیدن 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. این امر با یافته‌های ناجی و همکاران (۱۳۸۶)؛ همچنین گال و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد. ناجی و همکاران (۱۳۸۶) با مطالعه بر روی ماهیان کپور با وزن ۱۵۰-۱۲۰ گرم نشان دادند که غلظت نیمه کشنده سولفات روی در ۹۶ ساعت برابر با ۵۰ میلی گرم در لیتر است. آنها همچنین نشان دادند، بیشترین ضایعه رخ داده

با ۵۸/۳۳، ۴۱/۶۶، ۳۳/۳۳، ۸/۳۳، ۰ بدست آمد (جدول ۱). با توجه به درصد تلفات ماهی و منحنی شیب خط رگرسیون غلظت نیمه کشنده (LC₅₀) کاتیون روی برابر با ۱۲۹/۰۷ میلی گرم در لیتر بدست آمد (شکل ۱). علائم ظاهری مسمومیت با روی در طی آزمایشات بصورت تشنجات عصبی، برخورد ماهی با کناره‌های تشت، سعی در بیرون پریدن از آب، خونریزی و پرخونی شدید در آبشش‌ها را نشان داد.



شکل ۱- منحنی رگرسیون درصد تلفات ماهی در معرض غلظت‌های مختلف روی بعد از گذشت ۹۶ ساعت.

جدول ۱- درصد تلفات ماهی در برابر غلظت‌های مختلف روی بعد از گذشت ۹۶ ساعت تحت شرایط ثابت (T = ۲۵ ± ۲، ۰/۲ ± ۸/۱ =

pH)

تیمار	غلظت روی (میلی گرم در لیتر)	تعداد مرگ و میر	درصد تلفات
شاهد	۰	۰	۰
۱	۳۰	۱	۸/۳۳
۲	۶۵	۴	۳۳/۳۳
۳	۹۰	۵	۴۱/۶۶
۴	۱۵۰	۷	۵۸/۳۳
۵	۲۰۰	۸	۶۶/۶۶
۶	۲۵۰	۱۱	۹۱/۶۶
۷	۲۷۰	۱۲	۱۰۰

بحث

شده در آبشش ماهی شامل ادم (Edema)، هیپرپلازی (Hyperplasiya) و پرخونی می‌باشد.

گال و همکارانش (۲۰۰۹) با مطالعه بر روی ماهی گوپی (*Poecilia reticulata*) اظهار داشتند LC_{50} برابر با ۳۰/۸۲ میلی‌گرم در لیتر است. آنها تغییر رفتار ماهیانی را که در معرض انواع غلظت‌های سولفات روی قرار داشتند بصورت شنای عمودی، حرکت به پشت، تشنجات عصبی، حرکات ناگهانی و فرورفتن به عمق بیان داشتند. همانطوریکه در نمودار ۱ نشان داده شده است، با افزایش غلظت روی 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 (۱، ۴ و ۵). با مطالعه آزمایش فوق و مقایسه آن با آزمایشات دیگران بر نقش شرایط آزمایشی (دما، pH)، سن و سایز (در یک گونه) و همچنین گونه مورد مطالعه پی‌می‌بریم (۹ و ۱۶). آزمایشات مقدماتی نشان داد، در غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر هیچگونه تلفاتی مشاهده نشد (NOEC) (No Observed Effect Concentration). لام (۱۹۹۸) با مطالعه بر روی ماهی کپور با وزن ۵-۸ گرم غلظت نیمه‌کشنده روی را در مدت ۲۴ و ۹۶ ساعت به ترتیب برابر ۲۳ و ۱۷ میلی‌گرم در لیتر بدست آورد. وونگ و همکاران (۱۹۹۷) اثرات سمیت دو عنصر روی و مس را بر روی دو گونه از کپور ماهیان (کپور معمولی و کپور علفخوار) مورد مطالعه قرار دادند. آنها در مطالعات خود نشان دادند، ماهی کپور در مقابل مس حساس‌تر بوده در حالیکه 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 در غلظت‌های یکسان نشان می‌دهند. ساجید و جاوید (۲۰۰۶) اثر ۵ عنصر سمی روی، آهن، منیزیم، نیکل و سرب را بر روی

ماهی *Catla catla* با سنین ۹۰ و ۶۰، ۳۰ روزه بررسی کردند.

آنها ضمن تعیین غلظت‌های نیمه‌کشنده فلزات مورد آزمایش بیان کردند، ماهیان جوان حساسیت بیشتری از خود نشان می‌دهند. بطوریکه در بررسی‌های بعمل آمده مشخص شد، ماهیان ۳۰ روزه حساسیت بیشتری از خود نشان می‌دهند، بطوریکه غلظت نیمه‌کشنده روی در مدت ۹۶ ساعت برای ماهیان ۳۰ روزه برابر ۲۰/۶۶ میلی‌گرم در لیتر بود.

این درحالی است که غلظت نیمه‌کشنده روی برای ماهیان ۶۰ و ۹۰ روزه به ترتیب برابر با ۲۳/۳۰ و ۲۵/۸۸ می‌باشد. در این آزمایش از ماهیان کوچک که حساسیت بیشتری را نشان می‌دهند استفاده شد. اگرچه غلظت بدست آمده در این آزمایش برای ماهیان کوچک (۲۷۰ میلی‌گرم در لیتر) خیلی بیشتر از میزان بدست آمده برای ماهیان درشت‌تر در آزمایش ناجی و همکاران (۱۳۸۶) می‌باشد (۵۰ میلی‌گرم در لیتر).

این امر می‌تواند بیانگر تفاوت در سایر فاکتورهای شرایط آزمایشی (دما، سختی و pH) باشد. نتایج بدست آمده در آزمایش ناجی و همکاران (۱۳۸۶) و ساجید و جاوید (۲۰۰۶) این امر را ثابت می‌کند. ساجید و جاوید (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 بطور غیرمستقیم می‌توانند اثرات سمیت را تشدید کنند. این امر از طریق افزایش دفع آمونیاک توسط ماهی و کاهش شدید اکسیژنی، نتیجه

وزن‌تر ماده‌ها به میزان ۴۰٪ کاهش یافت. باگدوناز و واسیلین (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 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 به ویژه 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.

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، در حالیکه مواد معدنی همچون سختی و شوری سبب کاهش سمیت مواد می‌شود (۲۰). غلظت‌های تاثیرگذار (Effect Concentration) مواد سمی می‌توانند بر متابولیسم ماهی و کارایی بافت‌های ماهی تاثیر بسزایی بگذارند. مالیک و همکاران (۱۹۹۸) اثرات سمیت روی را بر روی ترکیبات شیمیایی کبد و بافت ماهیچه ای ماهی *Channa punctatus* بررسی نمودند. آنها بیان داشتند، با افزایش زمان قرارگیری ماهی در معرض فلز روی میزان متابولیسم ماهی کاهش یافته و ترکیبات شیمیایی کبد و بافت ماهیچه ای بطور معنی‌داری کاهش می‌یابد، بطوریکه ارزش انرژی زایی چربی، پروتئین و گلیکوژن کبد و ماهیچه کاهش می‌یابد. خوانیاکاری 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. پیرسون (۱۹۸۱) اثرات مسمومیت حاد با فلز روی را بر رشد، بلوغ جنسی، انباشت زیستی و تولید مثل در ماهی گویی *Poecilia reticulata* بررسی کردند. آنها نشان دادند، ماهیان ماده‌ای که در معرض ۰/۶۰۷ میلی‌گرم در لیتر از روی به مدت ۱۳۴ روز قرار داشتند، باعث افزایش لگاریتمی رشد و شاخص رسیدگی جنسی در ماده‌ها می‌شود. این در حالی است که

منابع

۱. پیغان، ر.، ۱۳۷۸. بررسی تجربی مسمومیت حاد با آمونیاک در کپور معمولی براساس تغییرات هیستوپاتولوژیک و آنزیمهای سرمی و امکان پیشگیری آن با زئولیت. پایان نامه دکتری تخصصی بهداشت و بیماریهای آبزیان، دانشکده دامپزشکی، ۱۰۴ صفحه.
۲. سید شریفی، ر.، فرزانه، س.، و ساعدنیا، و.، ۱۳۸۷. اثر سولفات روی بر آنالیز، عملکرد و میزان پروتئین و روی در دانه ارقام مختلف گندم. مجله زیست‌شناسی ایران. جلد ۲۱، شماره ۴، ۶۷۶-۶۹۱.
۳. زارع ده آبادی، س.، اسرار، ز.، و مهربانی، م.، ۱۳۸۶. اثر فلز روی بر رشد و برخی از شاخصهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاه

- کپور. مجله زیست‌شناسی ایران. جلد ۲۲، شماره ۱، صفحات ۱۴۳-۱۵۰.
۷. 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.
۸. هدایتی، س.ع.، باقری، ط.، یآوری، و.، بهمنی، م.، و علیزاده، م.، ۱۳۸۷. بررسی برخی از فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خونی فیل ماهیان پرورشی. مجله زیست‌شناسی ایران. جلد ۲۱، شماره ۴، صفحات ۶۵۸-۶۱.
۹. 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.
10. Aggett, P., and Comeford, J. G., 1995. Zinc and human health. Nutr Rev; 53: 16-22.
11. Bagdonas, E., and Vosyliene, M. Z., 2006. A study of toxicity and genotoxicity of copper, zinc and their mixture to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). BIOLOGIJA. Nr. 1, PP:8-13.
12. Clark, R. B., 1986. Marine pollution Clarendon Press. PP: 64-82.
13. 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, PP: 1702-1716.
14. Gul, A., Yilmaz, M., and Isilak, Z., 2009. Acute Toxicity of Zinc Sulphate (ZnSO₄.H₂O) to Guppies (*Poecilia reticulata*). Journal of Science, 22(2), PP:59-65.
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., 22 (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, 563-566.
17. Malik, D. S., Sastry, K. V., and Hamilton, D. P., 1998. Effects of zinc toxicity on biochemical composition of muscle and liver of murrel (*Channa punctatus*), Environ. Int., 24 (4): 433-438.
18. Pierson, K. B., 1981. Effects of chronic zinc exposure on the growth, sexual maturity, reproduction and bioaccumulation of the guppy, *Poecilia reticulata*, Can. J. Fish. Aquatic. Sci., 38 (1): 23-31.
19. 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. 1807-1811.
20. Witeska, M., and Jezierska, B., 2003. The effects of environmental factors on metal toxicity to fish. Fresenius Environ.vBull., PP: 824- 829.
21. 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, 450-454.
۴. فرهنگي، م.، و حاجي مرادلو، ع.، ۱۳۸۶. علائم باليني و اثرات آسيب شناسي مسموميت حاد با آمونياک در قزل آلاي رنگين کمان. مجله علمي - پژوهشي شبيلات، دانشگاه آزاد اسلامي واحد آزادشهر. سال اول. شماره چهارم، زمستان ۸۶ صفحه ۶۱-۷۶.
۵. فرهنگي، م.، و حاجي مرادلو، ا. م.، ۱۳۸۷. اثرات کليوپتيلويت زئوليت در کاهش تلفات ناشي از مسموميت با آمونياک در قزل آلاي رنگين کمان. نخستين همایش بين المللي بهداشت و بيماريهای آبزیان. ۸-۹ آبان، تهران.
۶. قنبري، م.، جامي، م.، نقدي، م.، و شهرياري، م.، ۱۳۸۸. تاثيرات دراز مدت تغييرات pH آب بر شاخص‌های خوني بچه ماهيان

Determination of lethal concentration 50, 96h of Zinc (LC₅₀96h, ZnSO₄) on Common carp (*Cyprinus carpio*) under experimental condition.

¹Farhangi M., Hajimoradloo A.M.² and Rostami Charati F.³

¹ Faculty of Natural Resources , Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, I.R. of Iran

² Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Gorgan, I.R. of Iran

³ Faculty of Basic Sciences , Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, I.R. of Iran

Abstract

The research was accomplished in order to determine the half-lethal concentration of zinc (LC₅₀96h) on common carp (*cyprinus carpio*) under experimental condition. The study was performed using Water Static Method during 96 hours. The experiments were by 12 fish with average weight 3±2 g were encountered with different concentrations (0, 30, 60, 90, 150, 210, 250 and 270) of zinc. Sulphate zinc salt was used as source of zinc ion. A group of fish was considered as control. Under stable condition and aeration, the lethal concentration and half-lethal concentration were detected 250 and 129.07 mg/l respectively. The experiments revealed, The maximum mortalities (>80%) occurred in early times (7 hours after starting experiments). However, in the high concentration of zinc nominal signs of toxicity as convulsion, air gulping and opened operculum, hemorrhage and hyperemia were observed.

Key words: Sub-lethal Concentration, Hemorrhag, Hyperemia, Sulphate of Zinc, Common Carp (*Cyprinus carpio*).