

اثر مس نیترات بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی خون بچه تاسماهی شیپ  
(*Acipenser nudiventris*)

آیین محمدرضایی<sup>۱</sup>، سورنا ابدالی<sup>۲</sup> و ایوب یوسفی جوردهی<sup>۳\*</sup>

۱ و ۲. گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

۳. موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، رشت، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۴/۲۵

چکیده

به منظور بررسی تأثیر مس نیترات بر شاخص‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی خون تاسماهی شیپ پرورشی، تعداد ۱۲۰ ماهی در ۱۲ آکواریوم با گنجایش ۱۰۰ لیتر، حاوی محلول مس نیترات در غلظت‌های ۰، ۱، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر، قرار گرفتند. ماهیان در ساعت‌های ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ مورد بررسی و نمونه‌گیری قرار گرفتند. بیشترین درصد تلفات تا ۲۴ ساعت پس از مجاورت در برابر سم به ترتیب مربوط به غلظت‌های ۱۰ (۷۰ درصد) و ۵ (۵۰ درصد) و ۱ (۱۰ درصد) میلی‌گرم در لیتر بود. پس از ۲۴ ساعت همه ماهیان تیمارهای ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر تلف شدند. ولی در غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر تا ۹۶ ساعت تقریباً ۲۰ درصد ماهی‌ها مقاومت نشان دادند. این در حالی بود که در تیمار شاهد تلفاتی مشاهده نشد. در ادامه شاخص‌های بیوشیمیایی در خون ماهیان بررسی شد. سطح تری‌گلیسرید خون تاسماهی شیپ در مجاورت با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر مس نیترات در زمان ۲۴ ساعت معادل  $479 \pm 7/7$  میلی‌گرم در دسی‌لیتر بود و در مقایسه با گروه شاهد ( $69/3 \pm 709/3$  میلی‌گرم در دسی‌لیتر) به طور معنی‌داری کاهش یافت ( $P < 0/05$ ). تیمار ۱ میلی‌گرم در لیتر مس نیترات سبب کاهش معنی‌دار در تری-گلیسرید خون در زمان‌های ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت در مقایسه با شاهد بود و به ترتیب معادل  $237/9 \pm 0/8$ ،  $233/5 \pm 1/5$  و  $226 \pm 1/5$  میلی‌گرم در دسی‌لیتر بدست آمد. میزان کلسترول در غلظت‌های ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به ترتیب معادل  $206/6 \pm 7/7$  و  $229/3 \pm 0/6$  میلی‌گرم در دسی‌لیتر در زمان ۲۴ ساعت بود که در مقایسه با گروه شاهد و غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر، به طور معنی‌داری افزایش داشت ( $P < 0/05$ ). اما در غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر به ترتیب معادل  $81/5 \pm 1/4$ ،  $73 \pm 1$  و  $69/3 \pm 0/6$  میلی‌گرم در دسی‌لیتر در زمان‌های ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت بود که افزایش معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) نسبت به گروه شاهد ( $38/9 \pm 1/3$  میلی‌گرم در دسی‌لیتر) داشت. سطوح پروتئین کل در غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر در زمان‌های ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت به ترتیب معادل  $2 \pm 0/1$ ،  $1/9 \pm 0/1$  و  $1/9 \pm 0/1$  میلی‌گرم در دسی‌لیتر بود که در مقایسه با شاهد ( $2/1 \pm 0/1$  میلی‌گرم در دسی‌لیتر) کاهش معنی‌داری را نشان داد ( $P < 0/05$ ). بر اساس نتایج حاصل، مس نیترات تغییرات معنی‌داری بر شاخص‌های بیوشیمیایی خون بچه تاسماهی شیپ داشته و در غلظت‌های بالاتر دارای اثرات سمی شدیدی بود.

واژگان کلیدی: نیترات مس نیترات، سمیت، شاخص‌های بیوشیمیایی، بچه تاسماهی شیپ (*Acipenser nudiventris*)

\*نگارنده پاسخگو: Ayoub2222002@yahoo.com

## مقدمه

ماهیان به تغییرات در محیط زندگی آنها باشد (Satheeshkumar *et al.*, 2010). صادقی‌راد و همکاران (۱۳۸۲) میزان تجمع روی و مس در بافت عضله و خاویار تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و ازون‌برون حوضه جنوبی دریای خزر (*Acipenser stellatus*) را مورد بررسی قرار دادند. میرزایی (۱۳۸۳)، سمیت حاد فلزات سنگین سرب، روی، مس و کادمیوم در دو گونه از ماهیان خاویاری دریای خزر (تاسماهی ایرانی و ازون‌برون) را مطالعه نمود. از آنجا که، اطلاعات کافی در مورد اثر فلز مس بر گونه ماهی شیپ پرورشی وجود ندارد. این مطالعه با هدف تعیین اثرات فیزیولوژیکی فلز سنگین مس بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی خون تاسماهی شیپ انجام شده است.

## مواد و روش‌ها

تعداد ۱۲۰ قطعه از بچه‌تاس‌ماهیان شیپ حاصل از تکثیر مصنوعی در مؤسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر تهیه گردید. به منظور تهیه محلول از مس نیترات کارخانه مرک کشور آلمان استفاده شد و برای تهیه غلظت‌های مورد نظر مس نیترات از روش جرمی - حجمی استفاده گردید (پژند و همکاران، ۱۳۸۴). تعداد ۱۲ آکواریوم با گنجایش ۱۰۰ لیتر که ۹۰ لیتر در آن آب ریخته شده بود، شستشو و آماده گردید. با استفاده از محلول استوک سه تیمار ۱، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر فلز سنگین مس نیترات و گروه شاهد بدون فلز سنگین و هر تیمار با سه تکرار آماده شد. برای این منظور و با توجه به حجم آکواریوم‌ها مقدار ۲۲/۲ میلی‌لیتر از استوک برای تیمار یک میلی‌گرم در لیتر، و مقدار ۱۱۱ میلی‌لیتر برای تیمار ۵ میلی‌گرم در لیتر و مقدار ۲۲۲ میلی‌لیتر برای تیمار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر مس نیترات مورد استفاده قرار گرفت. برخی از فاکتورهای آب شامل دما، اکسیژن و pH با استفاده از دستگاه اکسی متر مدل Multi340I و ساخت کشور آلمان در حدود دمای آب  $1 \pm 24$  درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول  $0.8 \pm 5/2$ ، شوری  $0.2 \pm$  در هزار و pH معادل  $0.2 \pm 8$  نگهداشته شد. نمونه‌برداری از ماهیان پس از ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت با گرفتن خون از ناحیه سیاهرگ دمی با استفاده از سرنگ-های هیپارینه با حجم ۲ میلی‌لیتر به عمل آمد. پس از

ماهیان خاویاری یا تاسماهیان، به دلیل دارا بودن خاویار و قدمت چند صد میلیون ساله از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. متأسفانه وضعیت نامناسب سواحل دریای خزر و آلودگی‌های مختلف آن سبب کاهش جمعیت تاسماهیان در منطقه شده است (Parandavar *et al.*, 2007). فلزات سنگین از آلاینده‌های مهم اکوسیستم‌های آبی محسوب می‌شوند که از منابع کشاورزی، شهری و صنعتی به منابع آبی رهاسازی و بدین طریق به آبیان و انسان منتقل می‌شوند. فلزات سنگین در محیط‌های آبی، اثرات سوءزیستی قابل توجهی بر موجودات آبی به‌ویژه انواع ماهیان داشته و با توجه به پایداری فلزات سنگین در بدن موجودات زنده و انتقال آنها به حلقه‌های بعدی زنجیره‌های غذایی، در حیات موجودات آبی بسیار حائز اهمیت است (امینی رنجبر، ۱۳۷۹). اثر مس بر آبشش‌ها به‌صورت مس نیترات که به‌عنوان جلبک‌کش به کار برده می‌شود، ۳ برابر بیشتر از سایر ترکیبات مس گزارش شده است (امینی رنجبر، ۱۳۷۹). از سوی دیگر، ماهیان یکی از شاخص‌های زیستی (بیومارکر) قابل اعتماد از نظر آلودگی در پیکره‌های آبی هستند. به‌نحوی که، مجاورت ماهیان با آب حاوی فلزات سنگین موجب انباشت این فلزات در اعضای بدن آنها گردیده و با مصرف آنها ممکن است علائم مسمومیت در جمعیت‌های انسانی به‌ویژه کودکان ظاهر شود. مسمومیت ماهیان، با مس منجر به آسیب سیستم عصبی، تنفسی، کبد و سیستم ایمنی ماهیان می‌شود. در اثر این مسمومیت، ابتدا علائمی مانند سیاهی رنگ و شنای نامتعادل در ماهیان مشاهده می‌شود. در این مرحله ضایعات آبشش شامل تورم سلول‌های تولیدکننده موکوس و اتساع عروق مویرگی سرخرگی به‌روز می‌کند. در صورت استمرار مجاورت ماهی در آب دارای غلظت بالای مس، حساسیت ماهی به‌عوامل خارجی از بین می‌رود و به سهولت صید می‌شود و در صورت مجاورت طولانی‌تر ماهی قادر به حفظ موقعیت طبیعی نبوده و منجر به مرگ آن می‌شود (روحانی، ۱۳۷۴). اندازه‌گیری پارامترهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی خون می‌تواند به‌عنوان یک ابزار تشخیصی در سم‌شناسی و پایش زیستی بکار رود (Xiaoyan *et al.*, 2009). تغییر در میزان و سطوح این پارامترها می‌تواند منعکس‌کننده پاسخ‌های

### نتایج

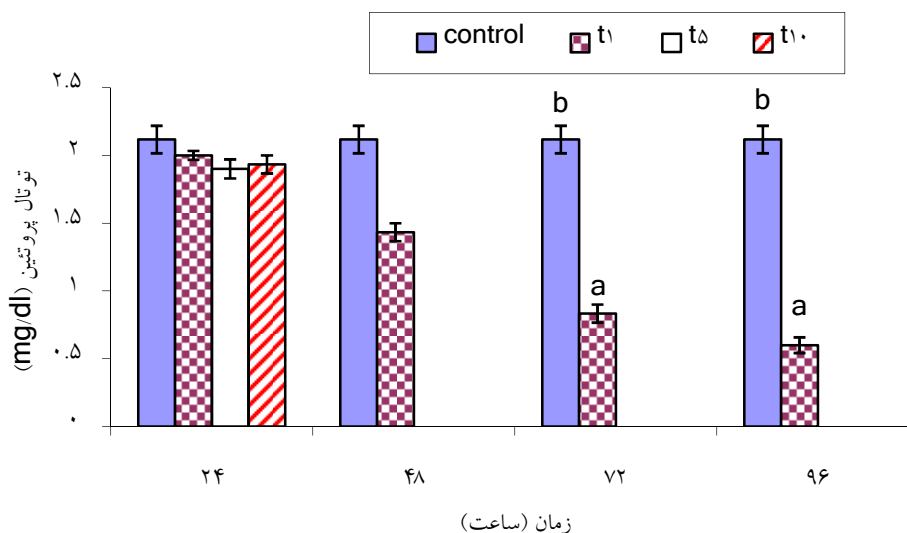
بیشترین درصد تلفات تا ۲۴ ساعت پس از مجاورت در برابر سم به ترتیب مربوط به غلظت‌های ۱۰ (۷۰ درصد) و ۵ (۵۰ درصد) و ۱ (۱۰ درصد) میلی‌گرم در لیتر بود. پس از ۲۴ ساعت همه ماهیان تیمارهای ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر تلف شدند. ولی در غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر تا ۹۶ ساعت تقریباً ۲۰ درصد ماهی‌ها از خود مقاومت نشان دادند. این در حالی بود که در تیمار شاهد تلفاتی مشاهده نشد.

بررسی شاخص‌های بیوشیمیایی نشانگر تأثیر منفی مس نیترات در غلظت‌های متفاوت بر آنها بود. سطوح پروتئین کل در غلظت‌های مختلف در زمان ۲۴ ساعت تغییرات معنی‌داری نشان نداد ( $P \geq 0.05$ ). در حالی که، در غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر در زمان ۷۲ و ۹۶ ساعت اختلاف معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) وجود داشت (شکل ۱).

خون‌گیری، پلاسما از نمونه‌های خون با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ با دور ۳۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه تهیه گردید. از پلاسمای خون برای اندازه‌گیری برخی پارامترهای بیوشیمیایی از قبیل میزان کلسترول، تری‌گلیسرید، پروتئین کل، آلبومین و گلوکز ماهیان استفاده گردید (کاظمی و همکاران، ۱۳۸۹).

### آنالیز آماری

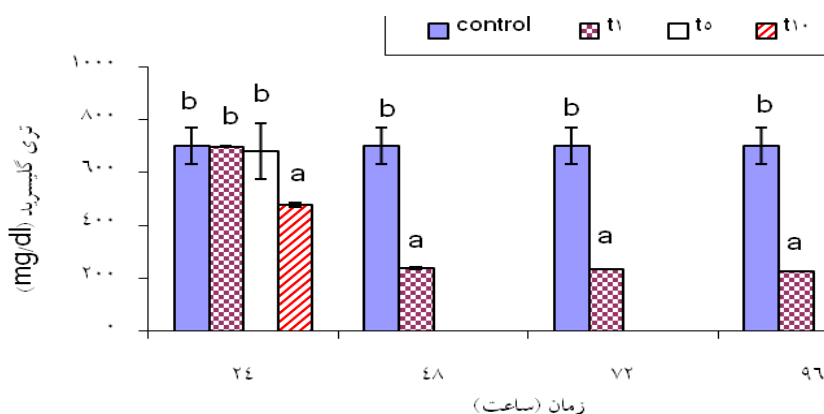
از آمار توصیفی برای بیان کمترین، بیشترین، میانگین، انحراف معیار، واریانس و خطای استاندارد مربوط به شاخص‌های بیوشیمیایی استفاده گردید. داده‌ها در نرم افزار ماکروسافت Excel ثبت و با استفاده از برنامه آماری SPSS 14.0 تحت ویندوز و آنالیز آماری به روش آنالیز واریانس یک طرفه (One - way ANOVA) انجام گرفت (یوسفی جوردهی و ابدالی، ۱۳۹۴).



شکل ۱- تغییرات سطوح پروتئین کل (میلی‌گرم در دسی لیتر) در غلظت‌های مختلف مس نیترات در زمان‌های متفاوت حروف نامشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

در لیتر در همه زمان‌ها به‌طور معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) کاهش یافت (شکل ۲).

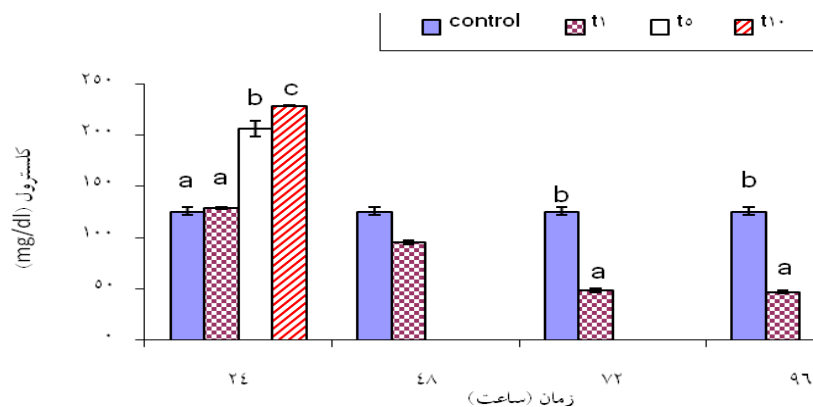
تری‌گلیسرید در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر در زمان ۲۴ ساعت در مقایسه با گروه شاهد و در غلظت ۱ میلی‌گرم



شکل ۲- تغییرات سطوح تری‌گلیسرید (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) در غلظت‌های مختلف مس‌نیترات در زمان‌های متفاوت حروف نامشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

در لیت‌ر در زمان ۷۲ و ۹۶ ساعت کاهش معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) نسبت به گروه شاهد مشاهده گردید (شکل ۳).

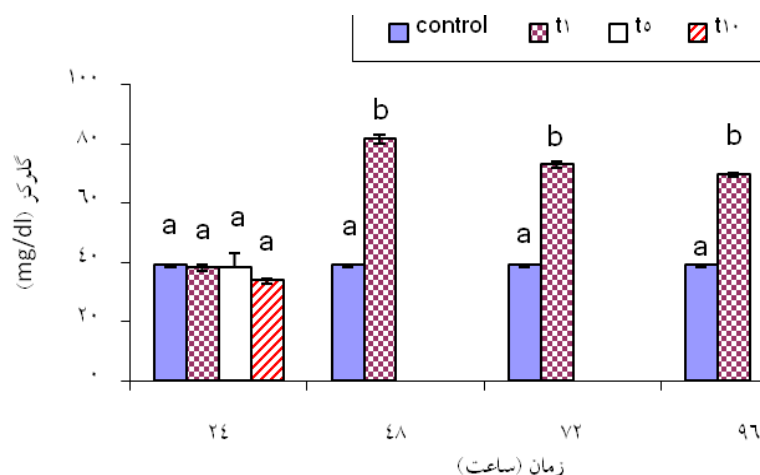
میزان کلسترول در غلظت‌های ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر در مقایسه با گروه شاهد و غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در غلظت ۱ میلی‌گرم



شکل ۳- تغییرات سطوح کلسترول (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) در غلظت‌های مختلف مس‌نیترات در زمان‌های متفاوت حروف نامشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت افزایش معنی‌داری در مقایسه ( $P < 0.05$ ) با گروه شاهد داشت (شکل ۴).

سطوح گلوکز خون در هیچ یک از غلظت‌ها در زمان ۲۴ ساعت اختلاف معنی‌داری نشان نداد ( $P \geq 0.05$ ). درحالی‌که، در غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر در زمان‌های



شکل ۴ - تغییرات سطوح گلوکز (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) در غلظت‌های مختلف مس نیترات در زمان‌های متفاوت

حروف نامشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

(*al.*, 2009). غلظت کلسترول با افزایش چربی در جیره غذایی و اندازه ماهی افزایش می‌یابد ( Satheeshkumar, 2010). در تحقیق حاضر، سطوح تری‌گلیسرید، کلسترول و گلوکز از سطوح مس نیترات به‌طور معنی‌داری تأثیر پذیرفت. غلظت کلسترول در غلظت‌های ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به ترتیب معادل  $7/7 \pm 206/6$  و  $0/6 \pm 229/3$  میلی‌گرم در دسی‌لیتر در زمان ۲۴ ساعت بود که در مقایسه با گروه شاهد و در غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر، به‌طور معنی‌داری افزایش داشت ( $P < 0/05$ ). کلسترول ماده پیش‌ساخت هورمون‌های استروئیدی است که غلظت آن در خون تحت شرایط استرس، افزایش می‌یابد و ممکن است فراهم‌کننده افزایش ساخت هورمون کورتیزول باشد ( Hoseini & Ghelichpou, 2011). سطوح تری‌گلیسرید در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر مس نیترات در زمان ۲۴ ساعت  $7/7 \pm 479$  میلی‌گرم در دسی‌لیتر بود و در مقایسه با گروه شاهد  $69/3 \pm 709/3$  میلی‌گرم در دسی‌لیتر) به‌طور معنی‌داری کاهش داشت ( $P < 0/05$ ). مس نیترات در غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر سبب کاهش معنی‌دار تری‌گلیسرید در زمان‌های ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت در مقایسه با گروه شاهد گردید. این کاهش می‌تواند به‌دلیل مصرف بالای آن برای تأمین انرژی به‌منظور مقابله با استرس ناشی از سمیت فلز مس باشد. گلوکز در غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر در زمان‌های ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت به ترتیب معادل  $1/4 \pm$

تمام فاکتورها در زمان ۴۸ و ... برای غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر تفاوت معنادار دارد ولی ماهی‌ها در غلظت‌های بالاتر از بین رفتند.

#### بحث و نتیجه‌گیری

ماهیان شاخص‌های زیستی (بیومارکر) آسان و قابل اعتمادی از آلودگی مس در پیکره‌های آبی هستند (Taylor *et al.*, 2000; Lodhi *et al.*, 2006) منفی فلزات سنگین بر ماهیان به اختلال ایجاد شده در فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آنها مربوط می‌شود (Viela *et al.*, 1999). نتایج تحقیق حاضر نشان دهنده‌ی اثر کشندگی شدید مس نیترات بر بچه‌ماهی شپ بود. این ماهی در برابر مس نیترات حساس می‌باشد، به‌طوری‌که، در پژوهش حاضر، همه ماهیان پس از ۲۴ ساعت مجاورت با غلظت‌های ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر نیترات مس تلف شدند.

شاخص‌های بیوشیمیایی برای تشخیص اثرات تحت کشنده مواد سمی مختلف از جمله فلزات سنگین در ماهیان به‌کار می‌روند (Theodorakis *et al.*, 1992). سطوح تری‌گلیسرید و کلسترول به‌عنوان شاخص‌های اصلی وضعیت سلامت ماهیان استخوانی عالی مطرح می‌باشد، افزایش بیش از حد کلسترول بیانگر بی‌نظمی سوخت و ساز چربی و لیپوپروتئین، به‌ویژه کاهش کارایی فیزیولوژیک کبد است ( Gul *et al.*, 2011; Zhou *et*

بر برخی از شاخص‌های بیوشیمیایی ماهی انگشت قد کفال دریایی (*Mugil seheli*) مورد بررسی قرار دادند و بیان داشتند که سطح گلوکز در مجاورت با ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر مس با گذشت زمان افزایش یافته و پس از ۴ روز به بالاترین سطح خود رسید. همچنین میزان پروتئین کل و تری‌گلیسرید و کلسترل پلازما نسبت به گروه شاهد افزایش یافته بود. بنابراین، گرچه مس یک فلز ضروری برای انجام بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی است، ولی در ترکیب آن با نیترات در غلظت‌های ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر اثرات سمی شدیدی بر ماهی شیپ دارد که می‌تواند اثر خطرناکی بر موجودات آبی و محیط زیست آن‌ها ایجاد کند.

#### منابع

امینی رنجبر، غ.، حسن‌پور، ع. و خداپرست، ح. ۱۳۷۹. بررسی اثر فلزات سنگین بر میزان کلروفیل a در برگ سه گونه از گیاهان آبی تالاب انزلی. *مجله پژوهش و سازندگی*، ۱۳(۲): ۱۳۸-۱۳۶.

روحانی، م. ۱۳۷۴. تشخیص، پیشگیری و درمان بیماری‌ها و مسمومیت‌های ماهی (ترجمه). انتشارات اداره کل آموزش و ترویج معاونت تکثیر و پرورش آبزیان شیلات ایران. سازمان شیلات ایران. ایران.

پژند، ذ.، اسماعیلی ساری، ع. پیری، م. ۱۳۸۴. تعیین غلظت کشنده علفکش ماچتی (*Butachlor*) بر بچه‌ماهیان قره‌برون (*Acipenser persicus*). *مجله علمی شیلات/ایران*، ۱۴(۱): ۵۰-۴۱.

صادقی‌راد، م.، امینی رنجبر، غ.، ارشد، ع. و جوشیده، ه. ۱۳۸۲. بررسی میزان تجمع روی و مس در بافت عضله و خاویار تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و ازون‌برون حوضه جنوبی دریای خزر (*Acipenser stellatus*). *پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان*، ۶۱: ۵۵-۵۱.

کاظمی، ر.، پوردهقانی، م.، یوسفی جوردهی، ا. یارمحمدی، م. و نصری‌تجن، م. ۱۳۸۹. فیزیولوژی دستگاه گردش خون آبزیان و فنون کاربردی خون-شناسی ماهیان. انتشارات بازرگان. ایران.

میرزایی، ج. ۱۳۸۳. مطالعه سمیت حاد فلزات سنگین سرب، روی، مس و کادمیوم بر دو گونه از ماهیان خاویاری دریای خزر (تاسماهی ایرانی و ازون‌برون).

۸۱/۵، ۱/۰ ± ۷۳/۰ و ۰/۶ ± ۶۹/۳ میلی‌گرم در دسی‌لیتر بود و افزایش معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) در مقایسه با گروه شاهد ( $1/3 \pm 38/9$  میلی‌گرم در دسی‌لیتر) داشت. مقدار گلوکز خون بسته به گونه ماهی در محدوده ۳۵ - ۳۵۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر (Ahmadifar et al., 2010) متغیر می‌باشد. گلوکز اصلی‌ترین ماده حاصل از سوخت و ساز مواد کربوهیدراتی می‌باشد (Zhou et al., 2009) که تغییرات روزانه آن با تغییرات هورمون‌های کورتیزول و تیروئید در ارتباط است که می‌تواند ناشی از پاسخ استرسی طولانی مدت باشد. بالا رفتن غلظت گلوکز در خون ماهی بیان‌گر وجود استرس در ماهی است که به میزان زیادی انرژی بر است. افزایش غلظت گلوکز خون از طریق مکانیزمی انجام می‌گیرد که در آن واکنش بیوشیمیایی گلیکوژنز و تغییر بافت گلیکوژن به گلوکز رخ می‌دهد و گلوکز در داخل خون تجمع می‌یابد (Ahmadifar et al., 2010). مشابه نتایج تحقیق حاضر، افزایش در میزان گلوکز در خون قزل‌آلای رنگین کمان در معرض سمیت حاد ۰/۱۲۵ و ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر مس مشاهده گردید (Vosyliene, 1996). افزایش مشابه در گلوکز خون قزل‌آلای رنگین کمان پس از ۲۴ و ۴۸ ساعت مجاورت با ۲ میلی‌گرم در لیتر مس نیز مشاهده شد. براساس نتایج تحقیق حاضر، سطوح پروتئین کل در غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر در زمان‌های ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت به ترتیب معادل  $0.1 \pm 0.2$ ،  $0.1 \pm 0.19$  و  $0.1 \pm 0.19$  میلی‌گرم در دسی‌لیتر بود که در مقایسه با گروه شاهد ( $0.1 \pm 0.21$  میلی‌گرم در دسی‌لیتر) کاهش معنی‌داری نشان داد ( $P < 0.05$ ). شکوهی و همکاران (۱۳۹۴) نشان دادند که میزان پروتئین کل در ماهیان فیتوفاگ زمانی که در معرض ۵ میلی‌گرم در لیتر مس نیترات به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفته بودند در مقایسه با گروه شاهد کاهش معنی‌داری یافت که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت نشان می‌دهد. مطالعات نشان داده است که میزان پروتئین خون ماهیان در مواجهه با عوامل استرس‌زا مانند فلزهای سنگین کاهش و سپس پس از ۷۲ ساعت افزایش نشان می‌دهد و به‌عنوان یک شاخص زیستی استرس‌زا مورد مطالعه قرار می‌گیرند (Gopal et al., 1997). به‌همین ترتیب Emad و همکاران (۲۰۰۵) نیز، سمیت مس و کادمیوم و اثر آنها را

- Parandavar, H., Kazemi, R., Pourali, H., Vahabi, Y. & Pourkazemi, M. 2007. Potential to harvest eggs from female sturgeon breeders through cesarean section. *Journal of Applied Ichthyology*, 22: 252-256.
- Satheeshkumar, P., Ananthan, G., Senthilkumar, D. & Jeevanantham, K. 2010. Comparative investigation on hematological and biochemical studies on wild marine teleost fishes from Velar Estuary, southeast coast of India. *Journal of Comparative Clinical Pathology*, 10: 1091 – 1095.
- Taylor, J.C., Geer, L.N., Wood, C.M. & Mc D.G. 2000. Physiological effects of chronic copper exposure to Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in hard and soft water, evaluation of chronic indicators. *Environmental Contamination and Toxicology*, 19: 2298-2308.
- Theodorakis, C. W., Dsurney, S. J., Bickham, J. W., Lyne, T. B., Bradley, B. P., Hawkins, W. E., Farkas, W. L., Mc. Carthy, J. F. & Shugart, L. R. 1992. Sequential expression of biomarkers in bluegill sunfish exposed to contaminated sediments. *Ecotoxicology*, 1: 45-73.
- Vosylienė, M.Z. 1996. The effect of long-term exposure to copper on physiological parameters of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Ekologija*, 1: 3-6.
- Viella, S., Ingrossi, L., Lionetto, M., Schettino, T., Zonno, V. & Stroelli, C. 1999. Effect of cadmium and zinc on the Na/H exchanger on the brush 34 B.K. Hassan border membrane vesicles isolated from eel kidney tankular cells. *Aquatic Toxicology*, 48: 25-36.
- Zhou, X., Li, M., Abbas, Kh. & Wang, W. 2009. Comparison of hematology and serum biochemistry of cultured and wild Dojo loach *Misgurnus anguillicaudatus*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 35:435–441.
- پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان. ایران.
- یوسفی جوردهی، ا. و ابدالی، س. ۱۳۹۴. بررسی مقایسه‌ای شاخص‌های خونی ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) و کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) پرورشی. *مجله پژوهش‌های علوم و فنون دریایی*، ۱۰(۱): ۸۳-۹۶.
- Ahmadifar, A., Akrami, R., Ghelichi, A. & Mohammadi Zarejabad, A. 2010. Effects of different dietary prebiotic insulin levels on blood serum enzymes, hematologic, and biochemical parameters of great sturgeon (*Huso huso*) juveniles. *Comparative Clinical Pathology*, 20(5):447-451.
- Emad, H., Abou, E-N., Khalid, M., Moselhy, E. & Mohamed, A.H. 2005. Toxicity of cadmium and cooper and their effect on some biochemical parameters of marine fish *Mugil seheli*. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 31: 60-71.
- Gopal, V., Parvathy, S. & Balasubra, P. R. 1997. Effect of heavy metals on the blood protein biochemistry of the fish *Cyprinus carpio* and its use as a bio - indicator of pollution stress. *Environmental Monitoring and Assessment*, 48: 117–124.
- Gul, Y., Gao, Z.X. Qian, X.Q. & Wang, W.M. 2011. Hematological and serum biochemical characterization and comparison of wild and cultured northern Snakehead (*Channa argus* Cantor, 1842). *Journal of Applied Ichthyology*, 27: 122–128.
- Hoseini, S.M. & Ghelichpour, M. 2011. Efficacy of clove solution on blood sampling and hematological study in Beluga, *Huso huso* (L.). *Fish Physiology and Biochemistry*, 38(2):493-498.
- Lodhi, H.S., Khan, M.A., Verma, R.S. & Sharma, U.D. 2006. Acute toxicity of copper sulphate to fresh water prawns. *Journal of Environmental Biology*, 27: 585-588.

**Effect of copper nitrate on some physiological and biochemical indices in ship sturgeon  
(*Acipenser nudiventris*)**

Mohamadrezayei<sup>1</sup>, A., Abdali<sup>2</sup>, S. & Yousefi Jourdehi<sup>3\*</sup>, A.

1 & 2. Dept. of Marine biology, Faculty of Marine Science and Technology, Islamic Azad University Tehran North Branch

3. International Sturgeon Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

**Abstract**

In order to evaluate copper nitrate ( $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ) effects on some blood biochemical indices in *Acipenser nudiventris*, 120 fish were exposed to 0, 1, 5 and 10 mg/L of  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  in 12 aquariums with a volume 100 liters. Blood samples were collected from fish at 24, 48, 72 and 96 hours. The highest percentage of mortality of up to 24 hours after exposure to the toxin was related to concentrations of 10 (70 percent) and 5 (50%) and 1 (10%) mg/l, respectively. After 24 hours, fish died at 5 and 10 mg/l of copper. However, at concentration of 1 mg/L up to 96 hours almost 20 percent of fish were resistant. No mortality was observed in the control group. Triglyceride levels at concentrations of 10 mg/l  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , was  $479 \pm 7.7$  mg/dl after 24 h and decreased significantly in comparison with the control ( $709.3 \pm 69.3$  mg/dl) and at 1 mg/l concentration of  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  in 48, 48, 72 and 96 hours it reached  $237.9 \pm 4.2$ ,  $23.5 \pm 0.8$  and  $226 \pm 0.6$  mg/d, respectively ( $P < 0.05$ ). Cholesterol level at concentrations of 5 and 10 mg/l  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , was  $206.6 \pm 7.7$  and  $229.3 \pm 0.6$  mg/dl, respectively, after 24 hrs, which had increased significantly compared to the control and 1 mg/l  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  concentration ( $P < 0.05$ ). Glucose levels, at 1 mg/l concentration of  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , were  $81.5 \pm 1.4$ ,  $73 \pm 1$  and  $69.3 \pm 0.6$  mg/dl in 48, 72 and 96 hours, respectively, that had increased significantly compared to the control ( $38.9 \pm 1.3$  mg/dl) ( $P < 0.05$ ). Total protein levels were  $2 \pm 0.1$ ,  $1.9 \pm 0.1$  and  $1.9 \pm 0.1$  mg/dl, at 1 mg/l concentration of  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , in 48, 72 and 96 hours, which had decreased significantly compared to the control ( $2.1 \pm 0.1$  mg/dl). Based on the obtained results, copper nitrate affected biochemical indices in blood of ship sturgeon and showed severe toxicity at higher concentrations.

**Keywords:** Copper nitrate, Toxicity, Biochemical indices, *Acipenser nudiventris*

\*Corresponding author: Ayoub2222002@yahoo.com