[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.2.1.7]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.116699]

بررسی اثر مقایسه‌ای نانو ذرات اکسید مس و سولفات مس بر شاخص‌های رشد و آسیب‌شناسی بافت آبشش بچه ماهیان آمور

فاطمه عبدالله‌زاده[1*]، جینا خیاط‌زاده[1]، فرشته قاسم‌زاده[2]

*fatemehabdollahzadeh915@yahoo.com

۱- گروه زیست تکوین، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران
۲- دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۶

چکیده

پژوهش حاضر به منظور ارزیابی اثرات نانو ذرات اکسید مس (با اندازه ۵۰nm) و سولفات مس آبدار به عنوان ضد عفونی کننده، بر شاخص‌های رشد و آبشش ماهی آمور یا کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*)، انجام شد. به این منظور ۲۰۰ قطعه بچه ماهی (با میانگین وزن ۰/۵±۴/۵ گرم)، به مدت ۳۰ روز درگروه های شاهد و تیمارهای سولفات مس با غلظتهای ۱و ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر و نانو اکسید مس با غلظتهای ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر در سه تکرار نگهداری و با خوراک بیومار مخصوص کپور تغذیه شدند، در روزهای پنج، ده، بیست و سی، پس از مواجهه نمونه برداری انجام شد، شاخص‌های رشد و مشاهدات میکروسکوپیک آبشش‌ماهیان مورد مقایسه قرار گرفت. درگروه های سولفات مس ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر و نانو ذره اکسید مس۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر رشد ویژه، شاخص وضعیت، میانگین وزن و درصد بازماندگی از سایرگروه ها کمتر بود (۰/۰۵ >p)در سایر شاخص‌های رشد اختلاف معنا داری مشاهده نشد. در آبشش همه گروه ها (غیر از شاهد) بوِیژه گروه سولفات مس ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر آسیب هایی شامل پریاختگی، پرخونی، چماقی شدن تیغه ها و تحلیل تیغه اولیه آبششی، دیده شد. در نتیجه کاهش شاخص‌های رشد، درصد بازماندگی و آسیب های بافتی آبشش درگروه های سولفات مس ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر و بعد از آن نانو اکسید مس ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشتر دیده شد و به دلیل اهمیت آبشش در تبادل گازها و نیز هم افزایی این دو ماده، لزوم استفاده از غلظت مناسب سولفات مس به عنوان ضد عفونی کننده، برای هرگونه ی ماهی و استفاده آگاهانه از نانو ذره اکسید مس توصیه می شود.

لغات کلیدی: سولفات مس، نانو ذره اکسید مس، ماهی آمور، شاخص‌های رشد، آسیب شناسی آبشش

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.2.1.7]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.116699]

مقدمه

ماهی کپور علفخوار(grass carp) از خانواده کپورماهیان (Cyprinidae) با نام علمی *Ctenopharyng idella* منبع مهم پروتئینی و به دلیل تغذیه از گیاهان آبزی کنترل کننده گیاهان آبزی محسوب می شود، لذا از نظر اقتصادی قابل توجیه و دارای ارزش شیلاتی می‌باشد (زهتاب ور و همکاران،۱۳۹۰). این ماهی بدون سبیلک و دارای باله ی پشتی کوتاه است، سر از بالا به پایین فشرده و پهن، رنگ بدن سفید متمایل به سبز می باشد (حسین پور حموله و همکاران ،۱۳۸۹). با توجه به اینکه ماهیان گرمابی به علت پرورش در استخرهای خاکی بیشتر در معرض بیماریهای عفونی هستند، یکی از ضد عفونی کننده های مورد استفاده برای کنترل جلبک ها و عوامل بیماری زا، سولفات مس آبدار، $CuSO_4.5H_2O$ است که با غلظت ۱-۰/۰۲۵ میلی‌گرم در لیتر بسته به شرایط فیزیکی آب استفاده می شود (مشتاقی و همکاران، ۱۳۹۱). از طرفی فاضلاب های صنعتی و شهری و پساب های کشاورزی هر کدام حاوی مقادیر متنابهی فلزات سنگین هستند که پس از ورود به محیط های آبی موجب آلودگی و تجمع در بدن موجودات آبزی می شوند (ناجی و همکاران، ۱۳۸۵). نانو ذرات با اندازه ۱۰۰-۱ نانو متر، به دلیل بزرگی نسبت سطح به حجم، زیست فعالی بالایی دارند (Chang *et al*., 2012) اکثر نانو ذرات در گونه های جانوری موجب ایجاد استرس اکسیداتیو و تغییرات تولید مثلی می گردند و با تاثیر بر آنزیم های بدن، اثرات کاهش طول عمر و سرطانزایی دارند (Roh *et al*., 2009). نانو ذرات اکسید مس با استفاده فراوان در زندگی روزمره، به محیط های آبی وارد شده و آسیب های متعددی در بافت های موجودات آبزی ایجاد می کنند. سمیت نانو ذرات اکسید مس نه تنها از طریق تولید گونه های اکسیژن فعال، بلکه از طریق سرکوب کردن آنتی اکسیدان های داخل سلولی نیز می‌باشد. گونه های اکسیژن فعال می توانند DNA را بشکنند و بر بیان ژن تاثیر بگذارند. اثرات سمی این نانو ذره، شامل ایجاد استرس اکسیداتیو و برهم زدن فعالیت یون ها و آنزیم ها می‌باشد (Chang *et al*., 2012). آبشش به دلیل انتقال گازهای تنفسی، تنظیم اسمزی و تعادل یونی، یکی از اندام های حیاتی در آبزیان می باشد (احمد مرادی و همکاران، ۱۳۹۲). غلظت کشنده (LC_{50}) سولفات مس در ماهی آمور به مدت ۲۴ ساعت، ۲/۴۲ میلی‌گرم در لیتر گزارش شده است (Nekoubin *et al*., 2012). غلظت کشنده سولفات مس در تاسماهی ایرانی ۰/۱۵ گرم گزارش شد. در پژوهشی، اثر مقایسه ای سولفات مس و نانو ذره اکسید مس در ماهی قزل آلا مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که سولفات مس اثر بیشتری بر آبشش دارد (Al-Bairuty *et al*., 2013). بررسی تاثیر برخی فلزات سنگین از جمله سولفات مس ، سولفات روی و سولفات جیوه بر بافتهای ماهی کپور معمولی آسیب های زیادی در کبد، کلیه، آبشش و روده ماهیان نشان داده است، اما در عضله و قلب تاثیر قابل توجهی مشاهده نشد (رستمی بشمن، ۱۳۷۹). همچنین در تقسیم بندی فلزهای سنگین از لحاظ میزان سمیت مس دارای سمیت شدید و آهن و سلنیوم دارای سمیت ملایم هستند (عبیدی و پذیرا، ۱۳۹۷). بر طبق پژوهشهای انجام شده، اثر مقایسه ای سولفات مس و نیترات سرب بر پاسخ های حرکتی ماهی آمور مورد بررسی قرار گرفت که اثر سولفات مس بیشتر بود (Nekoubin *et al*., 2012). همچنین در بررسی انباشتگی نانوذرات مس در بدن نوجوان کپور معمولی، بیشترین انباشتگی در روده و آبشش ماهی گزارش شد (Zhao *et al*., 2011). محوریت پژوهش حاضر بررسی اثر دو ماده نانو اکسید مس و سولفات مس بر درصد بازماندگی و شاخص‌های رشد و همچنین آسیب های بافتی بر آبشش ماهی کپور علفخوار بود.

مواد و روش کار

تعداد ۲۰۰ بچه ماهی آمور با میانگین وزن ۰/۵±۴/۵ گرم از مرکز پرورش ماهی های گرمابی در نیشابور (خراسان رضوی) خریداری شد. سپس ماهی ها در کیسه های هوادهی شده به آزمایشگاه منتقل و در ۵ آکواریوم با ابعاد۵۰×۴۵×۳۵ سانتیمتر (۷۸ لیتر) که از قبل با هیپوکلریت سدیم شستشو و ضدعفونی شده بودند، رها شدند (Ghazala *et al*., 2011). در هر آکواریوم۲۰ ماهی

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.2.1.7]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.116699]

به مدت کمی با کیسه ی دارای هوا قرار داده شد سپس، جهت سازگاری با شرایط جدید، به مدت ۲ هفته قبل از مواجهه، در آب نگهداری و با غذای با نام تجاری بیومار (مخصوص ماهی کپور) با قطر ۰/۸ میلی متر تغذیه شدند. در این مدت شرایط ۱۲ ساعت نور و تاریکی رعایت شد (Koprucu, 2012). ماهی ها در دو نوبت ساعت ۱۰صبح و ۵ بعد از ظهر به میزان ۵-۳ درصد وزن بدن غذادهی شدند. بعد از دو هفته گروه بندی ماهیان شامل: تیمار سولفات مس با غلظت ۱ میلی‌گرم بر لیتر، تیمار سولفات مس با غلظت ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر، تیمار نانوذرات اکسید مس۵۰ نانومتر با غلظتهای ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر وگروه شاهد انجام شد (Nekoubin *et al*., 2012., Al-Bairuty *et al*., 2013). فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب آکواریوم: تجزیه شاخص‌های موجود در آب بوسیله شرکت آب و فاضلاب مشهد انجام شد که شامل pH= ۸/۰۳، ۳۹/۹۱ =mg^{2+}، ca^{2+}=۷۷/۱، Na^{+}=۱۴۳/۵، K^{+}= ۶/۳، سختی کل=۳۶۰/۳۶ و سختی کلسیم=۱۹۴/۰۴ بود و بوسیله دستگاههای، pH متر WTW Inolab level 2 اندازه گیری شد. میزان اکسیژن محلول بوسیله پمپ هوای الکتریکی بالاتر از ۷/۵۵±۰/۵۵ mg/L نگهداری شد. روزانه ۱/۳ آب آکواریوم ها تعویض شد (Nekoubin *et al*., 2012).

مراحل تهیه سوسپانسیون حاوی نانو ذرات

نانو ذرات اکسید مس۵۰ نانومتر از شرکت پیشگامان نانو در مشهد تهیه شد. آنالیز ساختاری و فازی نانو ذره مس با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) در مرکز پژوهشهای متالوژی رازی تهران به روش پوشش دهی با طلا انجام شد (Al-Bairuty *et al*., 2013, Zhao.,*et al*., 2011). سپس نانو ذرات اکسید مس در۲۰۰ سی سی آب در دستگاه اولتراسونیک در دو نوبت و هر نوبت ۲۰ دقیقه سونیک شد و بلافاصله مورد استفاده قرار گرفت (Abdel-Khalek *et al*., 2015, Zhao *et al*., 2011). سولفات مس پنج آبه ($CuSO_4.5H_2O$) متداول ترین فرم این نمک است که به رنگ آبی روشن است. سولفات مس مرک آلمان از آزمایشگاه دانشگاه تهیه شده و در غلظت های ۱و ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر، مورد استفاده قرار گرفت.

زیست‌سنجی بچه ماهیان

وزن‌سنجی ماهیان در روزهای پنجم، دهم، بیستم و سی ام پس از تیمار با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ انجام شد، طول کل (از نوک پوزه تا انتهای باله دمی) ماهیان نیز با کولیس مدرج با دقت ۰/۰۱ میلی متر اندازه گیری شد (حسین پور حموله و همکاران، ۱۳۸۹). در هر بار ۳ ماهی به صورت تصادفی از هرآکواریوم وزن‌سنجی و طول‌سنجی شدند و شاخص‌های وزن اکتسابی بچه ماهیان یا (WG) weight gain ، نرخ رشد روزانه (DGR, daily growth rate)، نرخ رشد ویژه یا specific growth rate (SGR)، درصد افزایش وزن WG%، شاخص وضعیت FC و ضریب تبدیل غذایی یا feed conversion Ratio (FCR)، از طریق فرمول‌های ذیل محاسبه گردیدند (عنایت غلامپور و همکاران ،۱۳۹۰).

(DGR)= (gr) وزن ماهی در ابتدای دوره پرورش - وزن ماهی در پایان دوره پرورش / تعداد روزهای پرورش ×۱۰۰

LG افزایش طول = طول ثانویه - طول اولیه (Koprucu., 2012)

وزن اکتسابی(WG) = وزن نهایی - وزن اولیه

شاخص وضعیت (FC) = وزن نهایی (گرم) ×۱۰۰/(سانتی متر)L^3 (Luz., 2008)

SGR%ضریب رشد ویژه: Ln وزن ثانویه - Ln وزن اولیه ×۱۰۰/روز دوره پرورش به (Koprucu., 2012)

FCR ضریب تبدیل خوراک= خوراک مصرفی / افزایش وزن (Luz., 2008)

درصد بازماندگی = تعداد ماهی اولیه ÷ تعداد ماهی مانده ×۱۰۰ (Lin *et al*., 2012)

پژوهش حاضر با استفاده از طرح کاملاً تصادفی، در سه تکرار انجام گردید و شاخص‌های DGR، FC, WG, FCR, و SGR بین تیمارهای مختلف و شاهد با آنالیز واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) بررسی شد و جداول مربوطه در نرم افزار Excel رسم شد. به منظور مطالعات میکروسکوپیک، بافت آبشش جدا شده، نمونه ها

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-02]

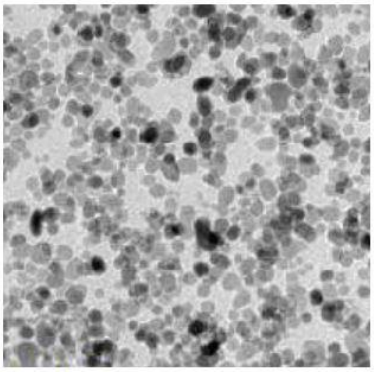
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.2.1.7]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.116699]

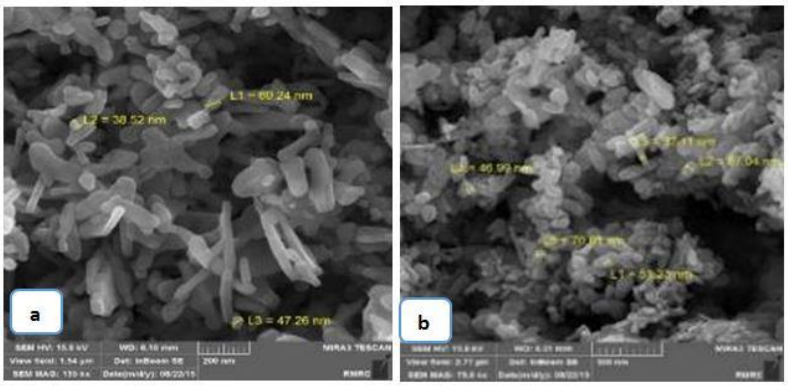
در فیکساتور فرمالین۱۰ درصد بافری فیکس و پس از انجام مراحل پاساژ بافت، رنگ آمیزی هماتوکسیلین-ائوزین انجام شد (حسین پور حموله و همکاران، ۱۳۸۹).

نتایج

نانو ذره اکسید مس مورد استفاده با میانگین قطر۵۰ نانو متر بود (شکل‌های ۱ و ۲). تجزیه ساختاری نانو ذره بیبی اکسید مس، میزان اکسیژن موجود در نانو ذره را ۱۷/۸درصد و میزان مس موجود را ۸۲/۱۲ درصد نشان داد (جدول ۱). در پژوهش حاضر، حرکات ماهی ها شامل جمع شدن در گوشه آکواریوم و گاهی حرکات سریع‌تر باز و بسته شدن سرپوش آبششی Rapid opercular (movement) مشاهده شد.



شکل ۱: تصویر نانو ذره اکسید مس (TEM)
Figure 1: Copper oxide nanoparticle image (TEM).



شکل ۲ : a, b تصاویر نانو ذره اکسیدمس (SEM)
Figure 2: a, b, copper oxide nanoparticle images (SEM)

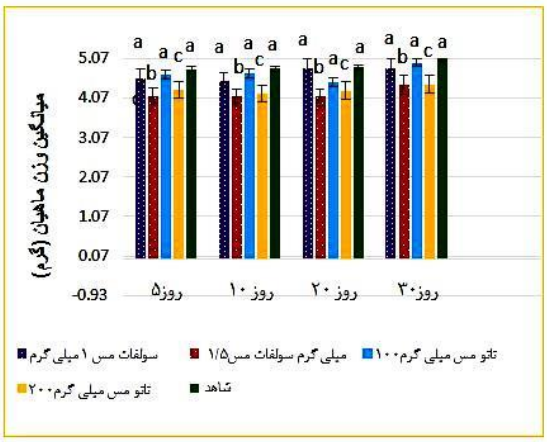
جدول ۱: آنالیز ساختمانی نانو ذره اکسید مس
Table 1: structural analysis of copper oxide nanoparticles.

It	Line	Int	Error	K	Kr	W%	A%	ZAF	Ox%	Pk/Bg	Class	LConf	HConf	Cat#
O	Ka	۶۲/۸	۰/۸۴۷۳	۰/۱۰۸۴	۰/۰۹۴۰	۱۷/۸۸	۴۶/۳۸	۰/۵۲۵۵	۰/۰۰	۱۱/۶۲	A	۱۷/۲۱	۱۸/۵۵	۰/۰۰
cu	Ka	۱۴۶/۵	۱/۰۱۴۸	۰/۸۹۱۶	۰/۷۷۲۷	۸۲/۱۲	۵۳/۶۲	۰/۹۴۰۹	۰/۰۰	۲۹/۱۰	A	۸۰/۱۰	۸۴/۱۴	۰/۰۰
				۱/۰۰۰	۰/۸۶۶۶	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰		۰/۰۰					۰/۰۰

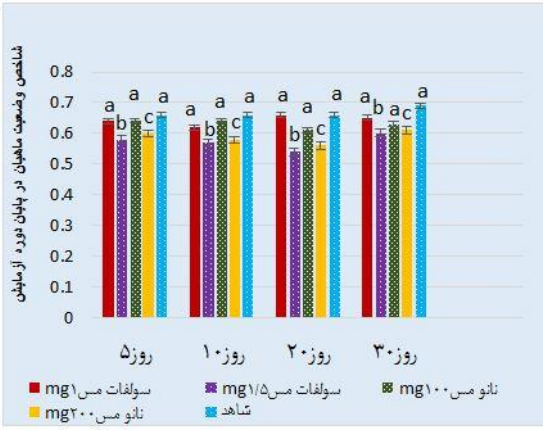
نتایج زیست‌سنجی

تفاوت معناداری بین تیمارهای مختلف در مقایسه با گروه شاهد در شاخص وزن اکتسابی و نرخ رشد، افزایش طول و میانگین ضریب تبدیل غذا مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). میانگین ضریب تبدیل غذا در گروه نانو اکسید مس با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و بعد از آن درگروه شاهد از همه گروه ها کمتر بود.ضریب تبدیل غذا در روزهای پنج و سی پس از مواجهه در گروه های سولفات مس ۱ و ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر از همه گروه ها بیشتر بود. در روز سی پس از مواجهه، بعد ازگروه سولفات مس، ضریب تبدیل غذا در گروه نانو مس ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر از همه بیشتر بود. طی دوره آزمایش در شاخص میانگین وزن، ضریب رشد ویژه و شاخص وضعیت، در ماهیان گروه سولفات مس۱/۵ میلی‌گرم در لیتر و نانو اکسید مس ۲۰۰

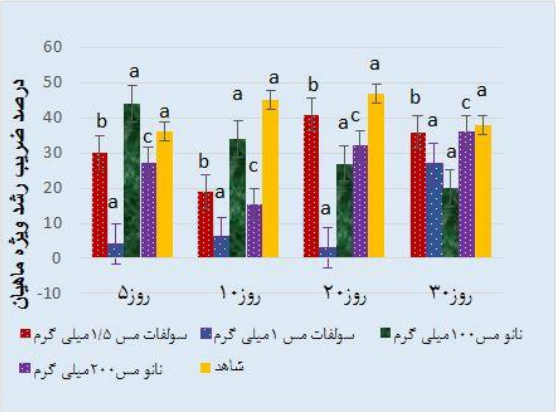
میلی‌گرم در لیتر کاهش معنی‌داری (p≤۰/۰۵) در مقایسه با گروه شاهد مشاهده شد (نمودارهای ۱، ۲ و ۳). درصد بازماندگی: درصد بازماندگی پس از ۱۵ روز درگروه شاهد و نانو اکسید مس ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، صد درصد، در گروه نانو مس ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر و سولفات مس ۱ میلی‌گرم در لیتر ۸۵ درصد و درگروه سولفات مس۱/۵ میلی‌گرم در لیتر ۷۰ درصد بود. مقایسه شاخص‌های رشد، در جدول ۲ ارائه شده است.



نمودار ۱: میانگین وزن ماهیان طی ازمایش
Graph 1: fish average weight during the test



نمودار۲: شاخص وضعیت ماهیان طی آزمایش
Graph 2: fish status indicator during the test



نمودار۳: میانگین ضریب رشد ویژه ماهیان در طی آزمایش
Graph 3: fish specific growth rate during the test

آسیب های بافتی آبشش ماهیان

طبق نتایج پژوهش حاضر در بررسی میکروسکوپیک آبشش، آسیب های زیادی در همه گروه ها (به جز شاهد) و بویژه درگروه سولفات مس ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر به شرح زیر دیده شد. در روز پنجم پس از مواجهه، بیشترین آسیب ها درگروه سولفات مس ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر شامل دفرمیتی (Deformity)، پرخونی (Congestion) و پریاختگی (Hyperplasia) مشاهده شد (شکل۳). در روز دهم پس از مواجهه، بیشترین آسیب ها درگروه سولفات مس ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر شامل دفرمیتی، پرخونی، پریاختگی و نکروز نیز مشاهده گردید (شکل۴). در روز بیستم پس از مواجهه، بیشترین آسیب ها درگروه سولفات مس ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر شامل دفرمیتی و پریاختگی شدید و پرخونی، نکروز و جوش خوردگی تیغه مجاور نیز بچشم خورد (شکل۵). در روز سی ام پس از مواجهه، نتایج مشابه روز بیستم بود.

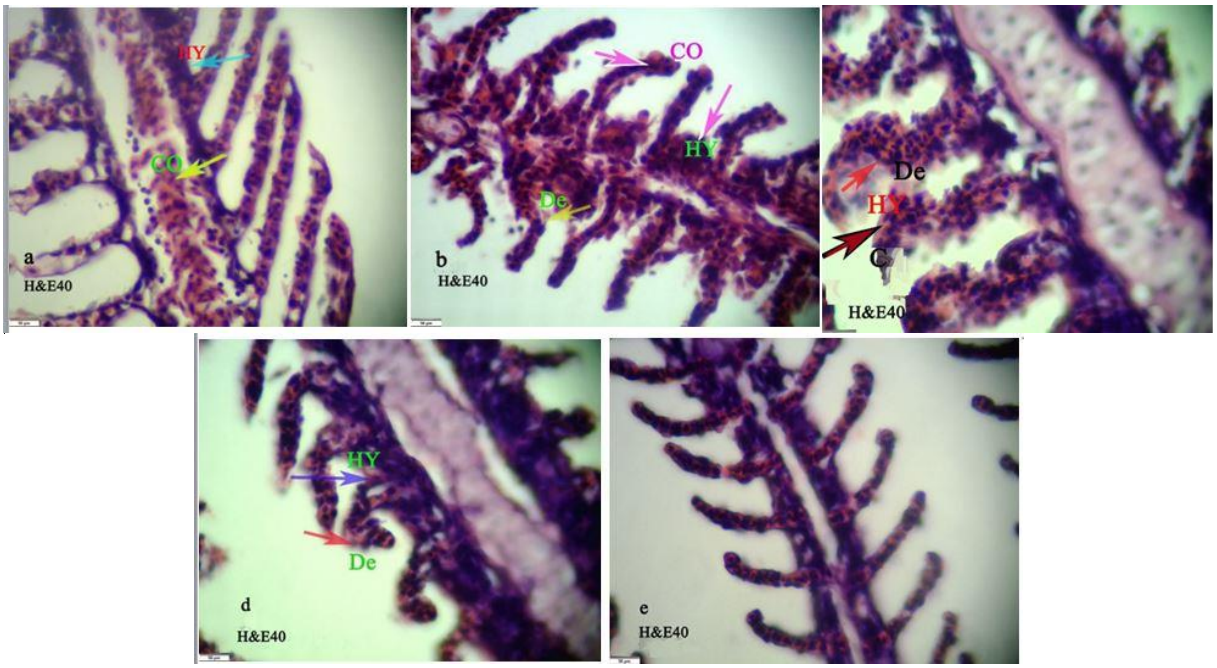
[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-02]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.2.1.7]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.116699]

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-02]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.2.1.7]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.116699]

جدول ۲: مقایسه شاخصهای رشد ماهیان آمور، حروف غیر مشابه نشانه اختلاف معنا دار هستند.

Table 2: Comparison of Amur fish growth indices.

تیمار	میانگین وزن	وزن اکتسابی (WG)	افزایش طول (LG)	ضریب تبدیل غذا (FCR)	ضریب رشد ویژه (SGR)	شاخص وضعیت (FC)	نرخ رشد (DGR)
سولفات مس ۱ mg/L	4.82± 0.18[a]	0.03± 0.25 [a]	0.04± 0.06[a]	22.2± 34.3[a]	0.26± 0.10[a]	0.66± 0.04[a]	0.06± 0.05[a]
سولفات مس ۱/۵ mg/L	4.41± 0.31[b]	0.31± 0.47 [a]	0± 0.09[a]	21.4± 28.6[a]	0.12± 0.11[b]	0.54± 0.08[b]	0± 1.03[a]
نانو اکسید مس ۱۰۰ mg/L	4.62± 0.29[a]	0.19± 0.24 [a]	0.07± 0.07[a]	1.4± 0.92[a]	0.05± 0.33[a]	0.61± 0.01[a]	-0.04± 0.07[a]
نانو اکسید مس ۲۰۰ mg/L	4.27± 0.32[c]	0.20± 0.22 [a]	0.06± 0.05[a]	20± 16.8[a]	0.21± 0.10[c]	0.58± 0.07[c]	0.01± 0.01[a]
شاهد	5.07± 0.47[a]	0.23± 0.24 [a]	0.06± 0.09[a]	6 ± 5.43[a]	0.23± 0.1[a]	0.66± 0.03[a]	0.04± 0.04[a]



شکل۳: برش آبشش ماهیان انگشت قد آمور روز پنجم پس از تیمار، رنگ آمیزیH&E,X40

Figure 3: Gill cutting of Amur fingerling on fifth day after treatment.

a :گروه سولفات مس ۱mg/l ، Hy ، پریاختگی، Co (congestion) پرخونی،

b :گروه سولفات مس۱/۵ mg/l ، Hy ، Co ، De چماقی شدن تیغه های آبشش (دفرمیتی)،

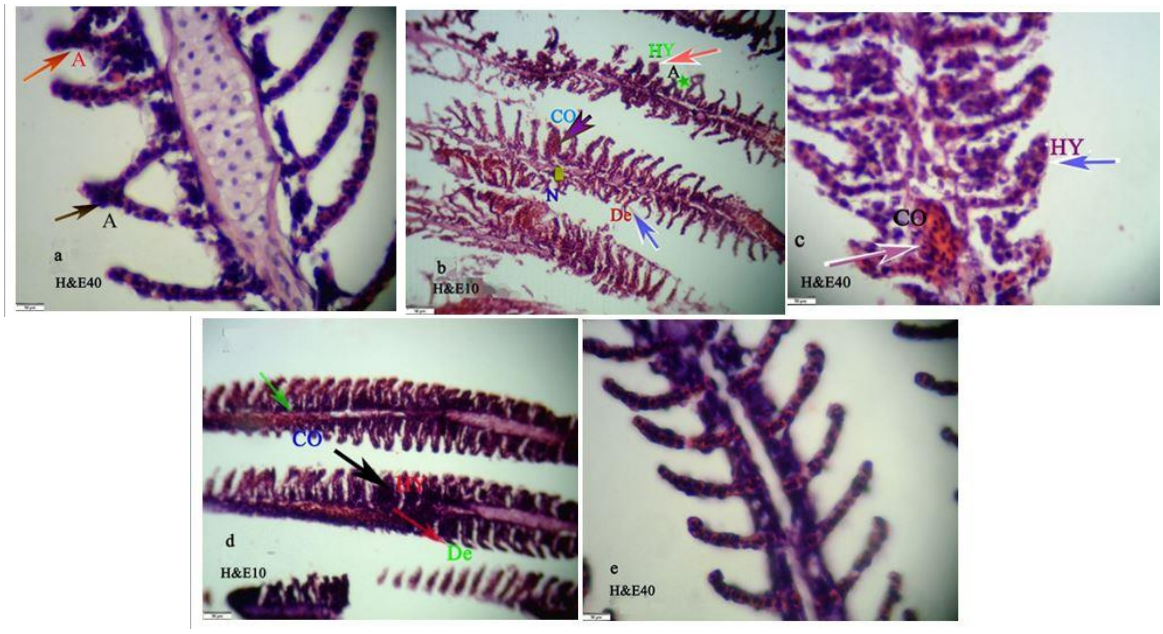
c: گروه نانو اکسید مس۱۰۰ mg/l ، De ، Hy،

d: گروه نانو اکسید مس ۲۰۰ mg/l، De، Hy

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.2.1.7]

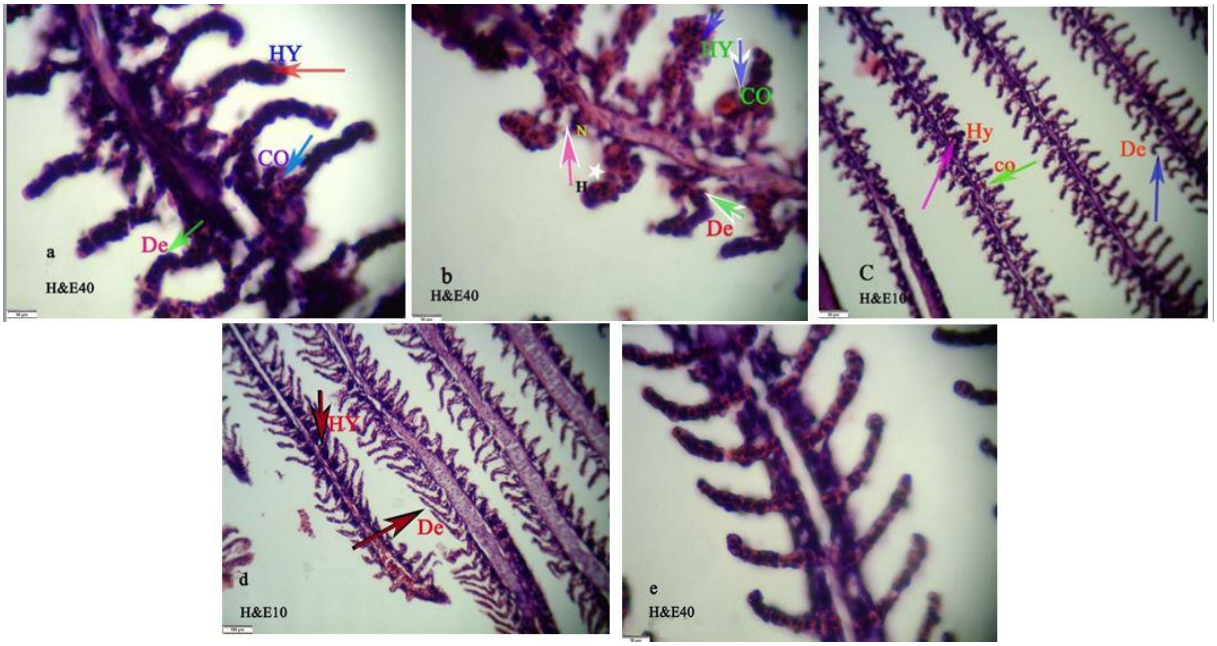
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.116699]



شکل۴: برش آبشش ماهیان انگشت قد آمور، روز دهم

Figure 4: Gill cutting of Amur fingerling on tenth day after treatment

a: گروه سولفات مس ۱mg/l، Co پرخونی، Hy پریاختگی، De ، دفرمیتی H&E, X40، b: گروه سولفات مس ۱/۵mg/l ، Co، Hy، De , N نکروز، c: گروه نانو اکسید مس ۱۰۰ mg/l ، Co، Hy، De H&E,X10 ، d: گروه نانو اکسید مس ۲۰۰ mg/l، Hy، De H&E,X10 ، e: گروه شاهد



شکل ۵ : برش آبشش ماهیان انگشت قد آمور روز بیستم پس از تیمار

Figure 5: Gill cutting of Amur fingerling on twentieth day after treatment.

a، گروه سولفات مس ۱mg/l, A ، چسبندگی،H&E, X40 ، b: گروه سولفات مس ۱/۵mg/l ، De ، A ، N، Hy ، Co، رنگ آمیزیH&E,X10

c: گروه نانو اکسید مس ۱۰۰ mg/l ، Hy ، Co، رنگ آمیزی ،H&E, X40 ، d:گروه نانو اکسید مس ۲۰۰ mg/l ، Co ، Hy ، De رنگ آمیزیH&E,X10

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-02]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.2.1.7]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.116699]

بحث

در بین گروه ها، اختلاف معنا داری در طول، وزن اکتسابی ضریب تبدیل غذا دیده نشد، اما درگروه های سولفات مس ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر و بعد از آن درگروه نانو اکسید مس ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر رشد ویژه، شاخص وضعیت و میانگین وزن از سایر گروهها کمتر بود، درصد بازماندگی نیز در گروه های سولفات مس ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر از همه کمتر بوده است، در بررسی میکروسکوپیک در آبشش، اثرات پاتولوژیک متعدد در همه گروه ها (به جزشاهد) و بوِیژه درگروه سولفات مس ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر شامل پریاختگی، پرخونی، چماقی شدن تیغه های ثانویه و تحلیل رفتن تیغه اولیه آبششی مشاهده شد. در تیمار نانو ذره اکسید مس حالت سوختگی و تیرگی (رنگ خاکستری تیره) پوست ایجاد شد که در تیمار نانو مس ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشتر بود و ممکن است به علت تجمع نانو ذرات در پوست ماهیان باشد و حرکات شدید سرپوش آبششی، بلعیدن هوا در ماهیان دیده شد که بعد از مدت کوتاهی می مردند. این آسیب ممکن است به علت تغییرات ایجاد شده در آبشش آنها و اختلال و کاهش در عملکرد تنفسی باشد. در پژوهشی که به وسیله (Nekoubin *et al.*, 2012) با عنوان بررسی اثر سولفات مس ۲/۴-۱/۷ میلی‌گرم در لیتر، بر حرکات ماهی کپور نوجوان علف خوار با وزن ۰/۵±۴/۳ گرم انجام شد، حرکات سرپوش آبششی و بلعیدن هوا شدیدتر دیده شد که می‌تواند به علت افزایش غلظت مورد استفاده باشد (Nekoubin *et al.*, 2012). علاوه بر این در پژوهش حاضر حرکات دسته جمعی و جمع شدن در گوشه آکواریوم و گاهی حرکات رو به عقب در همه تیمارها، مشاهده می شد که همراستا با پژوهش انجام شده توسط جوینده و همکاران (۱۳۹۲) به عنوان اثر پرمنگنات پتاسیم روی ماهی کپور علف خوار بود. در پژوهش حاضر درصد بازماندگی گروه ها بعد از ۱۵ روز به این ترتیب بود: گروه های شاهد و نانو اکسید مس ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر صد درصد بازماندگی داشتند؛ نانو اکسید مس۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر و سولفات مس ۱ میلی‌گرم در لیتر، ۸۵ درصد؛ در حالیکه گروه سولفات مس ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر، ۷۰ درصد بازماندگی داشتند که می‌تواند به علت آسیبهای وارد شده به آبشش باشد که به تدریج بازماندگی ماهی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در ضریب رشد ویژه، میانگین افزایش وزن بدن و شاخص وضعیت در بین تیمارها ی سولفات مس ۱/۵ و نانو اکسید مس ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر کاهش معناداری مشاهده شد. گروه های سولفات مس ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر و نانو اکسید مس ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر، رشد ویژه کمتری نسبت به بقیه گروه ها داشتند که می‌تواند در ارتباط با تاثیر گذاری فلزات سنگین در مخاط و پرزهای روده باشد و با پژوهشی که به وسیله Zhao و همکاران (۲۰۱۱) با عنوان اثر نانو ذرات مس بر نوجوان کپور همراستا می‌باشد و نشان می‌دهد که نانو ذرات مس ابتدا در روده و بعد از آن در آبشش تجمع می نمایند و همچنین همراستا با پژوهشی به عنوان پایش زیستی فلزات سنگین سرب و مس و نیکل و آهن روی و کادمیم توسط بافتهای مختلف سیاه ماهی که توسط فرهادی و یاوری (۱۳۹۱) انجام گرفت که نشان دهنده تجمع بیشتر فلزات سنگین در آبشش نسبت به عضله بود. در شاخص میانگین وزن نیز گروه سولفات مس ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر و بعد از آن گروه نانو اکسید مس ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر، میانگین وزنی کمتری را نشان دادند که می‌تواند به دلیل اثر تخریبی این ماده در پرزهای روده در این گروه ها باشد. شاخص ضریب تبدیل غذا در گروه نانو اکسید مس۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (p= ۰/۰۵) به دست آمد که از همه گروه ها کمتر بوده است و در مقابل در روزهای پنج و بیست در گروه های سولفات مس ضریب تبدیل غذا از همه گروه ها بیشتر بوده است و ممکن است، با ادامه آزمایش در پژوهش‌های بعدی تفاوت معنی‌داری بین گروه های تیمار و شاهد مشاهده شود. در این پژوهش آسیب های آبششی شامل از بین رفتن و نکروز رشته‌های اولیه آبشش و پریاختگی، پرخونی، چماقی شدن رشته‌های ثانویه آبششی بوِیژه در گروه های سولفات مس ۱ و ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد، آسیب های آبششی می توانند به علت پاسخ عمومی به تحریکات یا برای سازش باشد که بر تبادلات گازی تاثیر می گذارد و در حالت های شدیدتر منجر به چسبیدگی دو

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.2.1.7]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.116699]

تیغه مجاور و مرگ ماهیان می شود. مسمومیت ناشی از فلزات سنگین مانند سولفات مس ممکن است به علت ایجاد نقص در اعمال سلولی یا تداخل متقابل با ساختمان های سلولی باشد (رستمی‌بشمن، ۱۳۷۹). همچنین پریاختگی، جوش خوردگی دو تیغه مجاور، نکروز، مشاهده شد که همراستا با مطالعه Al-Bairuty و همکاران (۲۰۱۳)، با عنوان مقایسه تاثیر سولفات مس و نانو ذره اکسید مس در ماهی قزل آلا بود. با توجه به غلظت مورد استفاده سولفات مس ۱ و ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر، در این آزمایش و با توجه به شیوع دو نوع انگل، *Trichodina* و *Dactylogyrus* در ماهی کپور علف خوار و عوارضی همچون تلانژکتازی و ادم و پریاختگی که این دو نوع انگل ایجاد می کنند (حسین پور حموله و همکاران ،۱۳۸۹). طبق این مطالعات استفاده از ضد عفونی کننده سولفات مس، به مدت طولانی با عوارض زیادی بوِیژه در آبشش، توام می‌باشد. در مورد نانو ذرات مس شناخت اثرات زیانبار ناشی از این مواد می‌تواند هشداری در استفاده بی رویه و جلوگیری از ورود آنها به محیط های آبی و کاهش اثرات آسیب شناسی این ماده در موجودات آبزی باشد. همچنین مطالعات آسیب‌شناسی اندام های آبزیان می‌تواند در تشخیص و کاهش آلودگی های زیست محیطی مورد استفاده قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

با سپاس فراوان از خانم دکتر شاهرخ آبادی، آقای دکتر راجی و آقای سبحانی آقای مهندس مظفر و خانم مهندس ثمری که در انجام این مطالعه کمک شایانی کردند.

منابع

احمد مرادی، ا.، موسوی، م. رضائی، آ.، ۱۳۹۲. بررسی آسیب شناسی آبشش و پوست ماهیان گلدفیش و آنجل در شهرستان های آبادان و خرمشهر، مجله دامپزشکی ایران،۲۷-۱۳ (۳)۹.

جوینده، ف.، صادق پور، ع.، خارا، ح.، پژند، ذ.،۱۳۹۲. تعیین LC_{50} و ارزیابی ضد عفونی کنندگی پرمنگنات پتاسیم بر بار میکروبی و پوست و ابشش ماهی کپور علف خوار، فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی تکوین جانوری۴۸-۴۱:(۱) ۷، ۲۴.

حسین پور حموله، م.، پیغان، ر.، محمدیان، ب.،۱۳۸۹. بررسی ضایعات آبششی ناشی از آلودگی انگلی در ماهیان کپور علفخوار، مجله بیولوژی دریا، ۵۵-۴۷:(۱)، ۲.

رستمی بشمن، م.، سلطانی، م.، ساسانی، ف.،۱۳۷۹. اثرات هیستو پاتولوژی برخی فلزات سنگین (سولفات مس، سولفات روی، سولفات جیوه وکلرور کادمیم) بربافت های کپور معمولی، مجله دامپزشکی دانشگاه تهران ، ۳-۱(۴)، ۵۵.

عبیدی، ر.، پذیرا، ع.، ۱۳۹۷. بررسی سطح غلظت فلزات ضروری (مس، آهن و سلنیوم)در بافتهای عضلات ، کبد و آبشش ماهی قباد(*Scomberomorus guttatus*) در بندر بوشهر ، یافته علمی، مجله علمی شیلات، ۱۷۰-۱۶۵: (۱)، ۲۷، DOI:10.22092/ISFJ.2018.116455.

عنایت غلامپور، ط.، ایمانپور، م.، حسینی،ع.، شعبانپور، ب.، ۱۳۹۰. تأثیر سطوح مختلف شوری بر شاخص‌های رشد، میزان بازماندگی، غذا گیری و پارامترهای خونی در بچه ماهیان سفید مجله زیست شناسی ایران، ۵۴۹-۵۳۹ :(۴)، ۲۴.

فرهادی، ا.، یاوری، و.، ۱۳۹۱. پایش زیستی فلزات سنگین مس، روی، نیکل، آهن، سرب، کادمیم، توسط بافتهای مختلف سیاه ماهی فلس ریز در رودخانه سزار استان لرستان، مجله علمی شیلات ۱۳۱-۱۲۶:(۳)، ۲۲.

مشتاقی، ب.، نظامی، ش.، خارا، ح.، پژند، ذ.، شناور، ع.، ۱۳۹۱. تأثیر سمیت حاد سولفات مس و پرمنگنات پتاسیم بر آبشش و کبد بچه تاسماهی ایرانی*Acipenser persicus* مجله علمی پژوهشی زیست شناسی دریا ، ۴۴ -۳۵:(۱۵)،۴.

ناجی، ط.، صفائیان، ش.، رستمی، م.، صبرجو، م.،۱۳۸۵. بررسی اثرات سولفات روی بر بافت آبشش بچه ماهی کپور معمولی *(Cyprinus carpio)*، علوم و تکنولوژی محیط زیست ، ۳۶ –۲۹: (۲)، ۹.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-02]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.2.1.7]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.116699]

Abdel-Khalek, A. A.M., Kadry, M. R., Badran, Sh. M. and Assem, M., 2015. Comparative toxicity of copper oxide bulk and nanoparticles in *Nile Tilapia; Oreochromis niloticus*: Biochemical and oxidative stress. The *Journal of Basic and Applied Zoology*, 72: 43–57.

Al-Bairuty, G., Shawa, B., Handya, R. and Henrya, T., 2013. Effects of waterborne copper nanoparticles and copper sulphate on rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquatic Toxicology*, 126:104-115.

Chang, Ya. Nan, Zhang, M., Lin, X., Zhang, J. and Xing, G., 2012. The Toxic Effects and Mechanisms of CuO and ZnO Nanoparticles. *Materials*, (5): 2850-2871, doi:10.3390/ma5122850

Ghazala, R., Tabinda, A.B. and Yasar, A., 2011. Growth response of juvenile *GRASS CARP* (*Ctenopharyngodon idella*) fed isocaloric diets with variable protein levels. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 21(4): 850-856.

Koprucu, K., 2012. Effects of dietary protein and lipid levels on growth, feed utilIzation and body composition of juvenile *grass carp*. *Journal of Fisheries Sciences*, 6(3):243-251 DOI: 10.3153/jfscom.2012028.

Lin, S., Mao, S., Guan, Y., Luo, L., and Pan, Y., 2012. Effects of dietary chitosan oligosaccharides and Bacillus coagulans on the growth, innate immunity and resistance of koi (*Cyprinus carpio koi*). Aquaculture, 342–343,36-41- DOI:10.1016/j.aqualture.2012.02.009.

Luz, R.K., Martinez-Alvarez, R.M. and De Pedro Delgado, N., 2008. Growth, Food intake and metabolic adaptations in gold fish (*Carassius auratus*) exposed to different salinities. *Aquaculture*, 276: 171-178.

Nekoubin, H., Gharedaashi, E., Hatefi,S., Sudagar, M., Ramezan, S *et al*., 2012. Determination of LC_{50} of Copper sulfate and lead(II) nitrate and behavioral response of *Grass Carp (Ctenopharyngodon idella).* Walailak journal, 9(4)330

Roh,Jy, Sim,Sj., Jongheop, Yi,J., Park, K., Chung, KH., Ryu, Dy., 2009. Ecotoxicity of silver nanoparticleson the soil nematode *Caenorhabditis elegans* Using Functional Ecotoxicogenomics,Environ.scienceandTechnology43(10): 3933-3940, https://doi.org/10.1021/es803477u.

Zhao, J., Wang, Z., Liu, X., Xie, X., Zhang, K. and Xing, B., 2011. Distribution of CuO nanoparticles in juvenile carp *(Cyprinus carpio)* and their potential toxicity. *Journal of Hazardous Materials*, 197: 304 –310, doi:10.1016/j.jhazmat.2011.09.094.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.2.1.7]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.116699]

Comparing study of the effects of copper nanoparticles and copper sulphate on gill histopathology and growth rate of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*)

Abdollahzadeh F.[1*]; Khayatzadeh J.[1]; Ghasemsadeh F.[3]

[*]fatemehabdollahzadeh915@yahoo.com

1- Basic Sciences Department, Azad University of Mashhad, Iran
2- Mashhad Ferdowsi University, Iran

Abstract

This study was performed in order to investigate effects of CuO nanoparticle (50 nm) and $CuSO_4$, $5H_2O$ as a disinfectant, on growth indices and gill histopathology of grass carp fingerlings. For this aims, 200 grass carp fingerlings (4.5±0.5g), were divided to four treatments included: copper sulfate (1, 1.5 mg/L), CuO–NPs) 100, 200 mg/L) and control group with triplicate, then were studied during 30 days. They were fed with 0.8 French BioMar carp and sampled on, 5th, 10 th, 15th, 20th, 30 th day after exposure. Growth indices of fishes were analyzed by SPSS software. Also, the gill microscopic studies were done. Specific growth rate, condition index, average weight and survival respectively, in copper sulfate 1.5 mg/L group and then CuO-NPs 200 mg/L had significantly decreased ($p<0.05$). But other growth indices did not have significant differences. All treatments had gill injuries, especially in copper sulfate 1.5 mg/L several abnormalities such as hyperplasia, congestion, deformity in secondary lamella and degeneration in primary lamella, were observed. It seems that copper sulfate 1.5 mg/L and then CuO -NPs 200 mg/L, showed higher influence on growth indices, survival and pathological signs on gills. According to important role of gill in gas exchange, also synergy between these two substances, precise use of copper sulfate concentrations as disinfectant for any kind of fishes and necessity to consciously use of CuO-NPs is recommended.

Keywords: Copper Sulfate, CuO Nanoparticle, Grass Carp, Gill Histopathology, Growth index

[*]Corresponding author