میزان تجمع مس در بافت های عضله و هپاتوپانکراس میگوی وانامی پس از مواجهه با نانو ذرات سنتز شده اکسید مس

هانیه صدرالساداتی[۱]، علی ماشینچیان مرادی[۱*]، محمد افشارنسب[۲]، پرگل قوام مصطفوی[۱]، احسان رمضانی فرد[۱]

۱- گروه علوم دریایی، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

۲- گروه بهداشت و بیماری های آبزیان، دانشکده علوم دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۶/۲۵

چکیده

در تحقیق حاضر، تجمع نانوذرات اکسید مس روی بافت‌های عضله و هپاتوپانکراس میگوی سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور ابتدا نانوذرات اکسید مس به روش ترسیب شیمیایی سنتز شده و با استفاده از تکنیک های دقیق FTIR, XRD, AFM, SEM و DLS مورد مطالعه قرار گرفت، سپس میزان تجمع آن‌ها بر روی میگوی وانامی ارزیابی شد. در این مطالعه میزان تجمع زیستی نانوذرات اکسید مس بر روی بافت‌های عضله و هپاتوپانکراس پس از مواجهه با سه غلظت ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم بر لیتر انجام شد. براساس یافته‌های به‌دست آمده در این تحقیق، میانگین تجمع مس در تیمار های ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ میلی گرم بر لیتر در بافت عضله به ترتیب ۱۸/۶۷۶، ۱۸/۵۸۵ و ۱۸/۴۸۴ میلی گرم بر کیلوگرم و میزان غلظت مس در بافت هپاتوپانکراس در تیمارهای فوق‌الذکر، به‌ترتیب ۱۵/۶۲۴، ۱۵/۳۵۱ و ۱۴/۲۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم بود. نتایج نشان دادند که میزان تجمع مس در بافت عضله بیشتر از هپاتوپانکراس است که در تیمار ۳ (غلظت ۱ میلی گرم بر لیتر) این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد ($P<0.05$). در بافت عضله تفاوت چندانی میان غلظت مس در تیمارهای مختلف وجود ندارد و اختلاف معنی‌دار نبود ($P>0.05$). با افزایش غلظت مس در تیمارهای مورد بررسی، غلظت مس در نمونه های بافت هپاتوپانکراس مربوط به هر تیمار، کاهش یافت که نشان دهنده رابطه معکوس این دو پارامتر بود ($P>0.05, r = -0.45$). طبق نتایج تحقیق حاضر مشخص گردید که میانگین غلظت مس در دو بافت مورد مطالعه پایین‌تر از حد مجاز استانداردهای بهداشت جهانی است و به نظر می‌رسد مصرف آن موجب به خطر افتادن سلامت انسان نمی‌شود.

کلمات کلیدی: نانوذرات اکسید مس، اثرات نیمه حاد، میگوی سفید غربی.

* عهده‌دار مکاتبات (✉). Ali 2 m @yahoo.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.7.2]

مقدمه

نانومواد عبارتند از یک ماده طبیعی، تولید شده به صورت اتفاقی یا ساخته شده به دست بشر که حاوی ذراتی به صورت آزاد، تجمع یافته و یا متراکم نشده بوده و در یک بعد دارای اندازه ای بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر باشند. نانوفناوری کاربردهای بسیار زیادی در بخش‌های مختلف از کشاورزی گرفته تا صنعت و مواد دارد (Sekhon, 2014; Rather *et al.*, 2011 and Zhang *et al.*, 2007).

نانو ذراتی که بر پایه مس ساخته شده‌اند، یکی از پرکاربردترین نانوذرات هستند که در زمینه‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Ebrahimnia *et al.*, 2011; Guo *et al.*, 2002; Magdassi *et al.*, 2010; Sahiti *et al.*, 2009; Saha *et al.*, 2010 and Wu *et al.*, 2008). بنابراین، این احتمال وجود دارد که استفاده گسترده از آنها باعث انتشار این مواد در محیط زیست شود و بالطبع نگرانی درباره میزان سمیت آنها نیز افزایش پیدا خواهد کرد، تا آن اندازه که در سال ۲۰۱۱ میزان رهایش آن به اکوسیستم‌های آبی ۱۱ تن بوده و این رهایش هر سال نیز بیشتر شده است (Kahru *et al.*, 2008). تا کنون بیشتر پژوهش ها بر روی جنبه‌های بهداشتی و ایمنی این عناصر صورت گرفته و اثرات منفی آن‌ها بر روی بوم سازگان‌های مختلف به خصوص بوم سازگان‌های دریایی کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۵).

مس از جمله فلزاتی است که در مقادیر کم برای گیاهان و جانوران عالی مورد نیاز است. این فلز به مقدار کم برای سخت پوستان ضروری بوده و در ساخت سلول‌های خونی و فعالیت برخی آنزیم‌ها نقش مهم دارد (Abad-Rosales, 2010). به طور مثال در میگو رنگدانه حمل اکسیژن یا هموسیانین، حاوی مس است. با این حال مقدار زیاد این فلز در محیط زیست آبزیان می‌تواند اثرات سمی بر روی آن‌ها گذاشته و تنظیمات فیزیولوژیکی و متابولیکی را در آن‌ها تغییر دهد و باعث کاهش رشد گردد (Chen *et al.*, 2013). قرار گرفتن در معرض غلظت‌های بالای مس می تواند با پایین آوردن سطح گلوتاتیون (Speisky *et al.*, 2009)، سرعت بخشیدن تشکیل اکسیژن فعال با واکنش فنتون مانند (Prousek, 2007) و در ارتباط با آنزیم‌های آنتی اکسیدانی، اثرات زیان آوری خصوصا بر میگو داشته باشد (Isani *et al.*, 2013). این سمیت همچنین باعث تجمع بالا در آبشش شده و کاهش فعالیت کولین استراز به همراه دارد و در نهایت باعث آسیب عصبی می‌گردد (Zhao *et al.*, 2011). افزایش این فلز به صورت آزاد در خون باعث نیز افزایش گونه‌های فعال اکسیژنی از جمله رادیکال‌های آزاد، سوپراکسید، آب اکسیژنه و در نهایت رادیکال آزاد هیدروکسیل می گردد (Osredkar and Sustar, 2011).

میگوی پاسفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) از آبزیان با ارزش اقتصادی-شیلاتی و پرورشی در جهان است و از سال ۲۰۰۳ به بعد رتبه اول گونه پرورشی در جهان، گونه فوق بوده است. این گونه به دلیل تحمل دامنه گسترده‌ای از درجات شوری آب، دمای آب و مقاوم بودن در مقابل بیماری‌ها در بسیاری از کشورها از جمله ایران به عنوان مهم‌ترین میگوی پرورشی مورد توجه قرار گرفته است (افشارنسب و همکاران، ۱۳۹۳). اما متأسفانه در سال‌های اخیر به دلیل آلودگی‌های مختلف از جمله آلودگی‌های نفتی، فاضلاب‌ها و ورود نانو مواد از جمله مس به زیستگاه-

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.7.2]

های طبیعی و مراکز پرورش آبزیان تولید این نوع میگو با مشکلات فراوان مواجه شده است (Huang *et al.*, 2015).

در مطالعه حاضر سعی شده است با توجه به اهمیت نانوذرات مس و افزایش کاربرد این مواد در زمینه‌های مختلف میزان سمیت آن بر روی دو بافت عضله و هپاتوپانکراس میگوی وانامی که محلی برای جذب و ذخیره سازی مس هستند مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق اثرات نانوذرات مس بر روی بافت-های مختلف میگوی وانامی مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه روش خاصی برای سنجش نانوذرات در بدن موجودات وجود ندارد، لذا از روش سنجش فلز مس، به بررسی میزان غلظت این فلز درون دو بافت عضله و هپاتوپانکراس میگوی وانامی پرداخته شد. نانوذرات اکسید مس به روش هم رسوبی با استفاده از نیترات مس و هیدروکسید سدیم به عنوان واکنش‌گرها، به دست آمد. محلول مشترک نیترات مس در ۱۰۰ میلی لیتر آب دوبار تقطیر، تهیه شد. محلول سود با هم زدن مداوم به این محلول اضافه و pH آن به ۱۴ رسید. سپس جسم باقی مانده سیاه رنگ با سانتریفیوژ جدا و با اتانول شسته شد تا pH آن به ۷ رسید. مواد به دست آمده یک شبانه روز در دمای ^{o}۸۰C خشک شد و رسوبات در درون کوره در دمای ^{o}۵۰۰C به مدت ۴ ساعت قرار گرفت. شناسایی اکسید مس با روش FTIR, XRD, TEM, SEM و UV-Vis انجام شد. (پراش) اشعه ایکس با دستگاه X'pert 1710 ثبت شد و دیفراکتومتر CuKα (α= 1.54056 Å) در محدوده هندسی براگ – برانتانو (θ-2θ) ثبت شد. ساختار محصولات با دستگاه SEM (هیتاچی S-4800 II، ژاپن) مجهز به اسپکتروسکوپی تفرق انرژی (EDXS) انجام شد. طیف IR با کمک دستگاه نیکولت مگنا ۵۵۰ در محدوده ۴۰۰۰–۴۰۰ cm^{-1} با استفاده از KBr انجام گردید. اندازه نانوذرات با دستگاه Nano-ZS 90، مالورن ساخت انگلستان تخمین زده شد. در حین انجام واکنش دما در ^{o}۲۵C ثابت نگه داشته و تست مزبور سه بار انجام شد. مقدار Cu با کمک پلاروگرافی (Metrohm-797) تعیین شد (Phiwdang *et al.*, 2013).

تحقیق انجام شده در پژوهشکده میگوی کشور در استان بوشهر صورت گرفت. ابتدا تعداد ۱۲ آکواریوم مورد نیاز با ابعاد ۶۰×۵۰×۵۰ آماده و با مواد شوینده شسته شدند و در هوای آزاد قرار گرفتند. سنگ های هوا و پمپ هوا نیز آماده شد. سپس آکواریوم‌ها، با آب دریا آبگیری شده و در دمای محیط آزمایشگاه در ۳۳ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. تعداد ۲۰۰ قطعه میگو حدود ۱۱–۹ گرمی از کارگاه تکثیر پرورش میگو در شهرستان شیف تهیه شد. میگوها در هر ۱۲ آکواریوم تقسیم شدند (هرآکواریوم ۱۵ عدد میگو) و به مدت یک هفته آداپتاسیون صورت گرفت. غذا دهی دو بار در روز انجام شد.

بر اساس غلظت آزمون سمیت نیمه حاد، غلظت-های نانو ذره که در واقع تیمار های آزمایش بودند، عبارت از ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ میلی گرم بر لیتر و با سه تکرارکه به آب آکواریوم‌ها اضافه شد و این آزمون به مدت ۲۱ روز انجام گرفت.گروه شاهد با غلظت ۰ میلی گرم بر لیتر نیز با ۳ تکرار در نظر گرفته شد. جهت انجام مطالعات سنجش میزان فلز مس در دو بافت عضله و هپاتوپانکراس بعد از پایان روز بیست و یکم، نمونه برداری صورت گرفت و از هر آکواریوم سه نمونه

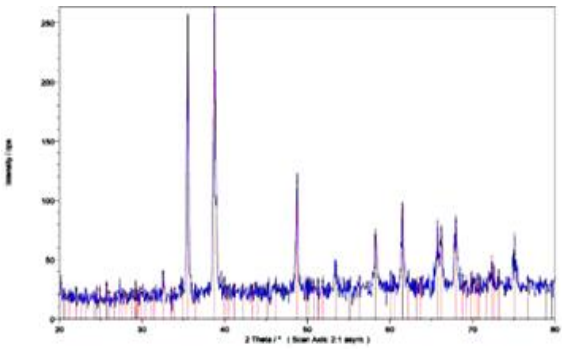
[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.7.2]

برای بررسی و سنجش میزان فلز مس برداشته شد. بعد از جداسازی عضله و هپاتوپانکراس، به منظور اندازه گیری میزان غلظت فلز مس و خشک شدن نمونه‌ها، آن‌ها را درون پتری دیش قرار داده و به آون انتقال داده شد (دما ۱۰۵°C به مدت ۲۴ ساعت).

پس از خشک شدن نمونه‌ها، درون هاون سائیده شده و سه میگو در هر تکرار با یکدیگر ادغام شدند. برای هضم نمونه‌ها از اسید سولفوریک و آب اکسیژنه (نسبت ۱ به ۱) استفاده گردید که روش استاندارد به کار رفته برای هضم از کتاب Moopam بوده است (Moopam, 1999). به طور خلاصه، ۵ میلی لیتر اسید سولفوریک به ۰/۲۵ گرم از پودر بافت مورد نظر اضافه شده و سپس به آن حرارت داده تا محلول سیاه رنگ شود. سپس ۵ میلی لیتر آب اکسیژنه قطره قطره به آن اضافه شد، تا محلول شفاف به دست آید. پس از آن حرارت را قطع نموده و فرصت داده می‌شود تا محلول سرد شود. محلول به دست آمده را توسط کاغذ فیلتر واتمن ۴۲ صاف کرده و در بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری به حجم رسانده می‌شود. سپس جهت تعیین میزان غلظت فلز مس از دستگاه پلاروگراف Metrohm 797 استفاده شد. نتایج به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS بر اساس آنالیز واریانس یک طرفه، آنالیز واریانس دوطرفه، تست تکمیلی توکی و ضریب همبستگی پیرسون مورد ارزیابی آماری قرار گرفت.

نتایج

نانوذرات اکسید مس با روش قبلی سنتز شدند و با روش های مختلف SEM و PLS و FTIR و XRD (شکل های ۱ تا ۳) شناسایی شدند.



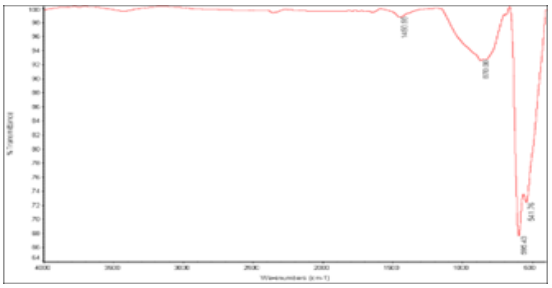
شکل ۱: الگوی پراش اشعه ایکس نانوذرات اکسید

شکل ۱ XRD نانوذرات را نشان می‌دهد. XRD جهت گیری و طبیعت کریستالی ساختار نانوذرات مس را مشخص می‌کند. موقعیت های پیک در 2Θ های ۳۵/°۵، ۳۸/°۷، ۴۸/°۷، ۵۳/°۴، ۵۸/°۲، ۶۱/°۵، ۶۵/°۷، ۶۸/°۰ و ۷۵/°۰ با صفحات (۰۰۲)، (۱۱۱)، (۲۰۲)، (۰۲۰)، (۲۰۲)، (۱۱۳)، (۳۱۱)، (۱۱۳) و (۰۰۴) در توافق کامل با JCPDS شماره ۸۰۱۲۶۸ می‌باشند که نشان می‌دهد ساختار کریستالی نانوذرات مس تشکیل شده است. عدم وجود پیک اضافی نشان دهنده خلوص نانوذرات مس می‌باشد.

طیف FTIR نانوذرات اکسید مس در شکل ۲ قابل مشاهده است. باند های جذبی در ۵۲۳ cm^{-1} و cm^{-1} ۱۰۱۱ نشان دهنده ارتعاشات منحنی پیوند Cu–O است. طیف نشان دهنده خصوصیات زیر است: پیک های کششی نامتقارن و cm^{-1} ۵۹۵/۴۳ (گهواره ای Cu-O) که نشان دهنده حضور گروه فلز –اکسید در ساختار هستند. پیک ارتعاشی در محدوده cm^{-1} ۳۴۶۴ نشان دهنده حضور گروه هیدروکسید در نمونه است. این امر به علت اتصال آب به سطح نانوذرات اکسید مس است و می‌تواند به عنوان یکی از محصولات جانبی واکنش باشد که با حرارت دادن از بین می‌رود. پیوند فلز – اکسیژن در cm^{-1} ۱۴۵۰/۵۵ (ارتعاشات M-O در

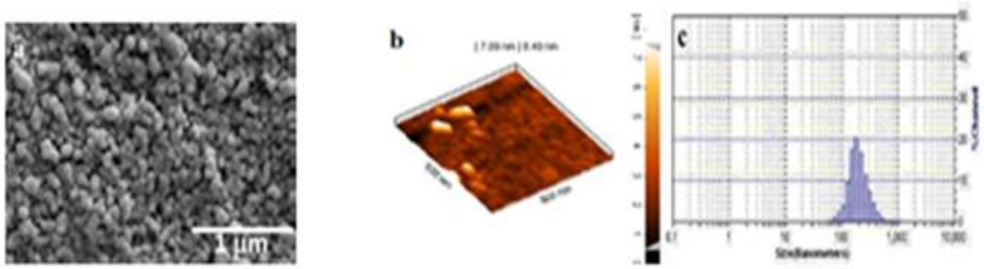
[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.7.2]

صفحه) و در cm^{-1} ۱۶۳۲ (ارتعاشات خارج از صفحه) نشان دهنده تشکیل CuO از پیش ماده است. باند جذبی ضعیف در cm^{-1} ۲۳۰۰ به علت ارتعاشات CO_2 اتمسفری است. این داده‌ها در توافق با مقادیر گزارش شده است (Phiwdang *et al.*, 2013).



شکل ۲: FTIR نانوذرات اکسید مس

شکل و اندازه CuO با SEM (میکروسکوپ الکترونی روبشی) در شکل ۳a و نیز میکروسکوپ نیرویی اتمی (AFM) در شکل ۳b مشخص است. این تصاویر نشان می دهند که نانوذرات CuO شکل کروی دارند و اندازه ذرات nm ۴۰۰-۱۰۰ می‌باشد. اندازه کریستالی متوسط نانوذرات CuO با تکنیک DLS (شکل ۳c) بررسی شده است.



شکل ۳: a) SEM، b) FEM و c) DLS نانوذرات اکسید مس سنتزشده

میانگین غلظت مس در بافت های عضله و هپاتوپانکراس میگوی وانامی در جدول ۱ مشخص شد. نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک طرفه و تست تکمیلی توکی در بافت عضله نشان داد که، بین گروه های تیمار با گروه شاهد اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P<0.05$). اما در سه گروه تیمار از نظر غلظت مس در بافت عضله اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید ($P>0.05$).

جدول ۱: میانگین غلظت مس در بافت های عضله و هپاتوپانکراس میگوی وانامی میلی گرم بر کیلوگرم (وزن خشک)

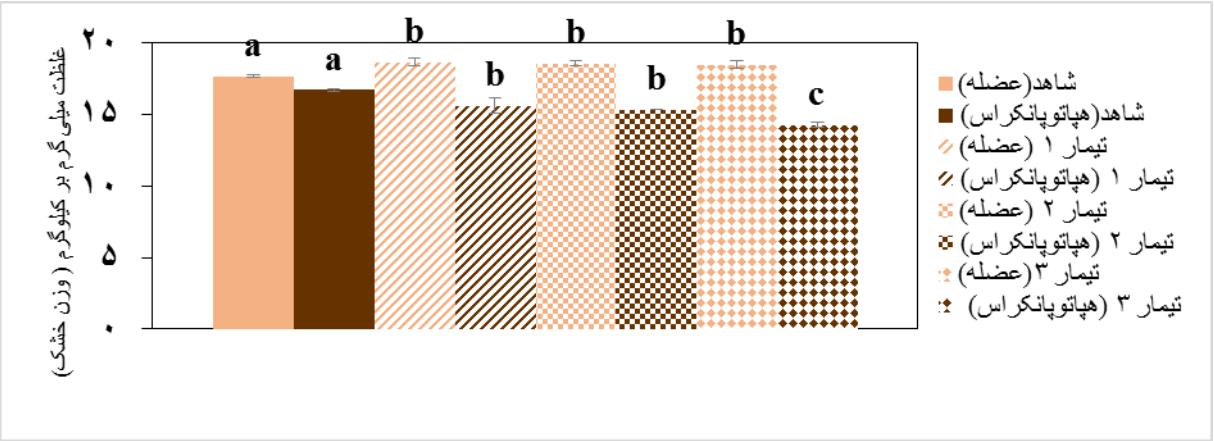
بافت	عضله	هپاتوپانکراس
شاهد	a ۱۷/۶۶۶±۰/۰۹	a ۱۶/۷۱۱±۰/۰۷
غلظت ۰/۲۵	b ۱۸/۶۷۶±۰/۳۱	b ۱۵/۶۲۴±۰/۵۳
غلظت ۰/۵	b ۱۸/۵۸۵±۰/۱۶	b ۱۵/۳۵۱±۰/۰۱
غلظت ۱	b ۱۸/۴۸۴±۰/۲۵	c ۱۴/۲۵±۰/۱۸

مقادیری که در هر ستون با حروف متفاوت نشان داده شده اند دارای اختلاف آماری معنی‌دار ($P<0.05$) هستند (انحراف معیار± میانگین).

همچنین نتایج نشان داد که بین هر سه گروه تیمار در بافت هپاتوپانکراس با گروه شاهد اختلاف معنی دار

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.7.2]

وجود دارد ($P<0.05$) و همچنین بین تیمار ۱ با تیمار ۳ و تیمار ۲ با تیمار ۳ از نظر غلظت مس اختلاف معنی دار وجود دارد ($P<0.05$). نتایج در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴: نمودار مقایسه ای غلظت مس در دو بافت عضله و هپاتوپانکراس میگوی وانامی (شاهد، تیمار۱ (غلظت ۰/۲۵)، تیمار ۲ (غلظت۰/۵) و تیمار ۳ (غلظت ۱)) حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار است ($P<0.05$).

نتایج حاصل از آنالیز واریانس دو طرفه، اثر هم زمان تیمار و بافت را بر روی میزان غلظت مس مورد بررسی قرار داد و مشخص گردید که اثر هم زمان تیمار و بافت باعث تفاوت معنی دار در غلظت مس در بافت ها و تیمارهای مختلف خواهد شد ($P<0.05$).

بحث

مس یک ترکیب ضروری برای سخت پوستان است. هموسیانین یک پروتئین بزرگ حاوی مس است که در نقل و انتقال اکسیژن در همولنف سخت پوستان ایفای نقش می نماید. اما زمانیکه این عنصر از حد فراتر رود باعث بروز مسمومیت در میگوها می شود (Abad-Rosales *et al.*, 2010).

نتایج به دست آمده نشان داد که میانگین غلظت مس در دو بافت مورد مطالعه در میگو با یکدیگر متفاوت است. غلظت فلز مس در بافت عضله بیشتر از غلظت این فلز در بافت هپاتوپانکراس بود. هپاتوپانکراس به صورت یک اندام توبولار متشکل از چندین لوله به هم چسبیده می باشد.در بافت پوششی توبول ها چندین نوع سلول دیده می شود که یکی از آن‌ها سلول‌های جذبی-ترشحی است که انجام عمل سم زدایی با نگهداری فلزات سنگین را به عهده دارد. همچنین از وظایف مهم این ارگان سنتز و ترشح آنزیم-هایی است که در صورت ورود هر ذره غیرطبیعی، این آنزیم‌ها واکنش نشان داده و ترشح می شوند در نتیجه باعث کاهش غلظت ماده وارده به درون بدن می‌گردند (Sreeram and Menon, 2005). این موضوع می‌تواند غلظت کمتر مس در بافت هپاتوپانکراس را نسبت به عضله توجیه کند. این یافته با پژوهش عبداله پور و همکاران در سال (۲۰۱۵) که میزان تجمع چند فلز از جمله مس را بر روی بافت هپاتوپانکراس میگوی *Metapenaeus affinis* مورد بررسی قرار دادند، مطابقت داشت و میزان این فلز در بافت مذکور کمتر از سایر عناصر بود. به طور کلی تفاوت غلظت فلزات سنگین در بافت‌های گوناگون آبزیان می تواند ناشی از تفاوت نیازهای اکولوژیک و فعالیت‌های متابولیک در

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.7.2]

آبزیان باشد (Mendez *et al*., 1997).

در مطالعه ای که در منطقه شمال غرب مکزیک انجام شد، غلظت شش فلز نیکل، کادمیوم، آهن، روی، منگنز و مس بر روی هپاتوپانکراس میگوی کالیفرنیا اندازه گیری شد. مشخص شد که بیشترین غلظت مربوط به کادمیوم، آهن و روی بود که در هپاتوپانکراس جذب شده بودند. بنابراین هر اندامی گیرنده یک فلز خاص می باشد و بر اساس آن می‌تواند یک غلظت خاص از آن فلز را در خود داشته و ذخیره کند (Mendez *et al*., 1997). این نتیجه با نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر که نشان داد غلظت مس در هپاتوپانکراس کمتر است مطابقت داشت (Paez-Osuna and Tron-Mayen, 1996).

در مطالعه پورنگ و همکاران که بر روی بافت عضله‌ی میگوی ببری سبز و پاسفید انجام شد، مقدار فلز مس در بافت عضله‌ی نمونه‌های تحت بررسی به ترتیب ۱۷/۹ و ۱۷/۴ppm وزن خشک اندازه‌گیری شد. محدوده‌ی غلظت فلز مس در میگوهای خلیج فارس ۲۰/۳ -۲/۴ ppm وزن خشک است. باتوجه به این نکته مشخص شد که نتایج پژوهش حاضر دور از انتظار نیست و در محدوده‌ی تعیین شده قرار دارد.

مطالعات Silva و همکارانش در سال (۲۰۱۶) نشان داد که میزان غلظت فلز مس در عضله میگوی وانامی بیشتر از دو بافت دیگر (اسکلت خارجی و اندام احشایی) می باشد و نتایج این بررسی نیز موید این مطلب می‌باشد. تفاوت در میزان غلظت فلزات می‌تواند مربوط به اندام، گونه و محل نمونه برداری نیز باشد. همچنین تفاوت در عادات غذایی آبزیان می‌تواند منجر به سطوح مختلف فلزات سنگین در بافت های آنها شود (Abdolahpur Monikh *et al*., 2015).

در مجموع میزان غلظت فلز مس در بافت عضله این نوع میگو از میزان استانداردهای جهانی پایین‌تر بود و مصرف آن خطری برای انسان ندارد. این نتیجه با نتایج Turkman در سال (۲۰۱۲) و Olgunoglu در سال (۲۰۱۴) که میزان غلظت این فلز را در عضله انواع میگو بر اساس استانداردهای جهانی مقایسه کردند، مطابقت داشت. طبق آن بررسی میزان غلظت فلز مس از استانداردهای WHO و FDA کمتر و استفاده از آن‌ها خطری برای سلامتی انسان ندارد. در نهایت با توجه به مجموع نتایج به‌دست آمده از این تحقیق و بر اساس جدول ۲ استفاده از نانوذره مس در محل زیست میگوها نمی‌تواند خطرات زیادی را برای انسان به همراه داشته باشد، اما مناسب است تحقیقات جامع‌تری درباره سایر نانوذرات نیز انجام شود.

جدول۲: میزان فلز مس در سخت پوستان در مقایسه با استانداردهای جهانی

استانداردهای جهانی	مس	منابع
وزارت کشاورزی، جنگلداری و ماهیگیری	۲۰	MAFF(۱۹۹۵)
سازمان بهداشت جهانی	۱۰	WHO (۲۰۰۰)
سازمان غذا و کشاورزی	۲۰-۳۰	FAO (۱۹۹۲)
سازمان غذا و دارو	۳۰	FDA (۲۰۰۹)
تحقیق حاضر	۱۸/۵۸۱	مطالعه حاضر (عضله)

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.7.2]

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می‌دانیم که از زحمات تمام کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند سپاسگزاری نماییم.

منابع

۱. احمدی، ح.، نعیمی، ا.، نظر حقیقی، ف.،غفوری، ح.، ۱۳۹۵. اثرات نیمه مزمن نانوذره‌ی اکسید مس بر برخی پارامترهای خونی و بافت آبشش بچه-ماهی کپور معمولی(*Cyprinus carpio*). نشریه توسعه آبزی‌پروری، ۱۰(۴)، ۱۴-۱.

۲. افشارنسب، م.، فرامرزی، م.، جوادزاده، ن.، پذیر، خ.، ۱۳۹۳. بررسی ماکروبنتوزها و شاخص های فیزیکی و شیمیایی آب استخرهای پرورش میگوی پا سفید غربی(*Litopenaeus vannamei*) در سایت پرورش میگوی شیف- بوشهر. نشریه توسعه آبزی‌پروری، ۸(۱)، ۱۷-۱.

3. Abad-Rosales, S.M., Frias-Espericueta, M.G., Inzunza-Rojas, A., Osuna-Lopez, A., Paez-Osuna, F., Lozano-Olvera, R. and Voltolina, D., 2010. Histological effects of Cu^{2+} to white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Crustacea: Decapoda) juveniles at low salinities. Revista de Biologia Marina y Oceanografia, 45(1), 99-105.
4. Abdolahpur Monikh, F., Maryamabadi, A., Savari, A. and Ghanemi, K., 2015. Heavy metals concentration in sediment, shrimp and fish species from northwest Persian Gulf. Journal of toxicology and industrial health, 31(6), 554-565.
5. Chen, Q.L., Lou, Z., Pan, Y.X., Zheng, J.L., Zhu, Q.L., Sun, L.D., Zhou, M.Q. and Hu, W., 2013. Diffrentional induction of enzymes and genes involved in lipid metabolism in liver and visceral adipose tissue of juvenile yellow catfish Pelteobagrus fulvidraco exposed to copper. AquaticToxicology, 136-137, 72-78.
6. Ebrahimnia-Bajestan, E., Niazmand, H., Duangthongsuk, W. and Wangwises, S., 2011. Numerical investigation of effective parameters in convection heat transfer of nanofluids flowing under a laminar flow regim. International Journal of Heat and Mass Transfer, 54(19-20), 4376-4388.
7. Grigore, M.E., Biscu, E.R., Holban, A.M., Gestal, M.C. and Grumezescu, A.M., 2016. Methods of Synthesis, Properties and Biomedical Applications of CuO Nanoparticles. Pharmaceuticals (Basel), 9(4), 75-85.
8. Guo, k., Pan, Q., Wang, L. and Fang, S., 2002. Nano-scle copper-coated graphite as anode material for lithium-ion batteries. Journal of Applied Electrochemistry, 32(6), 679-685.
9. Huang, S., Wang, L., Liu, L., Hou, Y. and Li, L., 2015. Nanotechnology in agriculture, Livestok and aquaculture in China. Journal Agronomy for Sustainable Development, 35(2), 369-400.
10. Isani, G., Letiza Falcioni, M., Barucca, G., Sekar, D., Andreani, G. and Carpene, E., 2013. Comparative toxicity of CuO nanoparticles and $CuSo_4$ in rainbow trout. Ecotoxicology and Environmental Safety, 97, 40-46.
11. Kahru, A., Charles Dubourguier, H., Blinova, I., Ivask, A. and Kasemets, K., 2008. Biotests and biosensors for ecotoxicology of metal oxide nanoparticles: A minireview. Sensors, 5153-5170.
12. Magdassi, Sh., Grouchko, M. and Kamyshny, A., 2010. Copper Nanoparticles for Printed Electronics: Routes Towards. Journal Materials, 3(9), 4626-4638.
13. Mendez, L., Acosta, B., Palacois, E. and Magallon, F., 1997. Effect of stocking densities on trace metal concentration in three tissues of brown shrimp *Penaeus californiensis*. Aquaculture, 156, 21-34.
14. MOOPAM (Manual of Oceanographic Observation and Pollution Analysis), 1999. Regional organization for the protection of marine environmental (ROPME, Kuwait), 220p.
15. Olgunoglu, M.P., Olgunoglu, I.A. and Bayhan, Y.K., 2014. Heavy Metal

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.7.2]

Concentration (Cd, Pb, Cu, Zn, Fe) in Giant Red Shrimp (Aristaeomorpha foliacea Risso 1827) from the Mediterranean Sea. Journal Environmental Studies, 24(2), 631-635.
16. Osredkar, J. and Sustar, N., 2011. Copper and Zinc, Biological Role and Significance of Copper/Zinc Imbalance. Journal Clinical Toxicology, 1-18.
17. Paez-Osuna, F. and Tron-Mayen, L., 1996. Concentration and distribution of heavy metals in tissue of wild and farmed shrimp *Penaeus vannamei* from the northwest coast of Mexico. Environment International, 22(4), 445-450.
18. Phiwdang, K., Suphankij, S., Mekprasar, W. and Pecharapa, W., 2013. Synthesise of CuO Nanoparticles by Precipitation Method Using Different Precursors. Energy Procedia, 34, 740-745.
19. Prousek, J., 2007. Fenton chemistry in biology and medicine. Pure and Applied Chemistry, 79(12), 2325-2338.
20. Rather, M.A., Sharma, R., Aklakur, M., Ahmad, S., Kumar, N., Khan, M. and Ramya, V.L., 2011. Nanotechnology: A Novel Tool for Aquaculture and Fisheries Development A Prospective Mini-Review. Journal Fisheries and Aquaculture, FAJ-16.
21. Saha, A., Saha, D. and C.Ranu, B., 2009. Copper nano-catalyst: sustainable phenylselenylation of aryl iodides and vinyl bromides in water under ligand free conditions. Journal Organic & Biomolecular Chemistry, 7(8), 1652-1657.
22. Sahiti, K., Swetha, M., Prabaharan, M., Moorthi, A., Saranya, N., Ramasamy, K., Srinivasan, N., Partridge, NC. And Selvamurugan, N., 2010. Synthesis and characterization of nanoscalehydroxyapatite-copper for antimicrobial activity bone tissue engineering applications. Journal Biomedical Nanotechnology, 6(4), 333-339.
23. Sekhon, B.S., 2014. Nanotechnology in agri-food production. Journal Nanotechnology, Science and Applications, 7, 31-53.
24. Silva, E., Vina, Z.C., Onfer, C.R.E., Korn, M.G.A. and Santos, V.L.C.S., 2016. Distribution of trace elements in tissues of shrimp species Litopenaeus vannamei (Boon, 1931) from Bahia, Brazil. Brazilian Journal of Biology, 76(1), 194-204.
25. Speisky, H., Gomes, M., Burgos-Bravo, F., Lopez-Alarcon, C., Jullian, C. and Olea-Azar, C., 2009. Generation of superoxide radicals by copper-glutathione complexes: redoxconsequences associated with their interaction with reduced glutathione. Bioorganic and Medicinal Chemistry, 17(5), 1803-1810.
26. Sreeram, M.P. and Menon, N.R., 2005. Histopathological changes in the hepatopancreas of the penaeid shrimp *Metapenaeus dobsoni* exposed to petroleum hydrocarbons. Journal of Marine Biological Association of India, 47(2), 160-168.
27. Turkmen, G., 2012. Seasonal Variation of Heavy Metal in Shrimp *Penaeus kerathurus* (Forskal 1775) from Izmir Bay, Turkey. Journal of Anima and Veterinary Advances, 11(15), 2839-2844.
28. Wu, Y., Wadia, C., Ma, W., Sadtlers, B. and Alivisatos, A.P., 2008. Synthesis and Photovolatic Application of Copper (I) Sulfiede Nanocrystals. Nano Letters, 8(8), 2551-2555.
29. Zhang, L., Gu, F.X., Chan, J.M., Wang, A.Z., Langer, R.S. and Farokhzad, O.C., 2007. Nnoparticles in Medicine: Therapeutic Applications and Developments. Journal Clinical Pharmacology & Therapeutics, 83, 761-769.
30. Zhao, J., Wanga, Z., Liuc, X., Xie, X., Zhang, K. and Xing, B., 2011. Distribution of CuO nanoparticles in juvenile carp *(Cyprinus carpio)* and their potentional toxicity.Journal of Hazardous Materials, 197, 304-310.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.7.2]