magiran.com

بررسی اثر فلزات سنگین روی و مس بر رشد و بقاء *Artemia franciscana* و *Artemia urmiana*

پریسا نجات خواه معنوی[۱]*؛ حسین نگارستان[۲] و نازلی اکبری حامد[۳]

P_Nejadtkhah@yahoo.com

۱ و۳- دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، دربند

۲- موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران صندوق پستی: ۶۱۱۶-۱۴۱۵۵

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۸۶

چکیده

در این تحقیق اثر فلزات سنگین مس و روی بر رشد و طول عمر *Artemia urmiana* و *Artemia franciscana* مورد مطالعه قرار گرفت. در مدت انجام تحقیق، هر دو گونه آرتمیا در معرض روی با غلظت‌های ۲۳، ۶۸ و ۱۱۴ میلی‌گرم در لیتر و مس با غلظت‌های ۱۳، ۲۵ و ۳۸ میلی‌گرم در لیتر قرار داده شدند و تیمار شاهد بدون هیچ فلزی، برای مقایسه در نظر گرفته شد. نتایج این مطالعه نشان داد که طول عمر هر دو گونه آرتمیا در معرض مس و روی کاهش معنی‌داری نسبت به گروه شاهد داشته است. همچنین روی و مس دارای اثر سمی بر *A. urmiana* و *A. franciscana* می‌باشند. هرچند که هر دو گونهٔ آرتمیا مقاومت بالایی در مقابل این دو فلز داشتند، اما *A. urmiana* دارای مقاومت بیشتری بوده و روی تاثیر سمیت کمتری نسبت به مس بر این دو گونه آرتمیا از خود نشان داد. در شرایطی با آلودگی به این دو فلز سنگین طول عمر این دو گونه کوتاه می‌گردد و افزایش رشد و سرعت رشد، اقدامی است که جانور برای تخم‌ریزی زودتر قبل از اینکه وجود فلز باعث مرگ آن شود، انجام می‌دهد.

لغات کلیدی: فلزات سنگین، مس، روی، *Artemia urmiana* ، *Artemia franciscana*

مقدمه

A. urmiana تنها جانوری است که قادر به تحمل شرایط سخت دریاچه ارومیه و زندگی در آن می‌باشد (حافظیه، ۱۳۸۲). مطالعه اثر آلودگی‌ها بر روی این گونه بسیار اهمیت دارد چرا که می‌توان با استفاده از اطلاعات کسب شده آن را در برابر خطرات زیست‌محیطی حفاظت نمود. علاوه بر آن از آرتمیا بعنوان شاخص زیستی در برخی از آلودگی‌ها استفاده می‌گردد (Petrucci *et al.*, 1995).

آرتمیا دارای خصوصیات متعددی است که آن را برای مطالعات رشد و تکامل، شیمی حیاتی، سم‌شناسی و تکثیر و پرورش مناسب می‌نماید. سیست‌های غیرفعال این جانور در مقادیر بالا قابل خریداری بوده و در آزمایشگاه به آسانی مورد

* نویسندهٔ مسئول

magiran.com

استفاده قرار می‌گیرند. مراحل تکامل جنینی و ناپلیوسی در این جانور بوضوح قابل تشخیص است، بنابراین هر گونه اختلال در تکامل جانور را براحتی می‌توان مورد بررسی قرار داد (Sarabia *et al.*, 1997). با این وجود یکی از مشکلات استفاده از آرتمیا برای مطالعات آلودگی، مقاومت بسیار زیاد این گونه در برابر آلودگی‌ها می‌باشد (Hadjispyrou *et al.*, 2000). فلزات سنگین روی و مس از عناصر ضروری بدن موجودات زنده از جمله سخت‌پوستان می‌باشند، با این وجود در غلظت‌های بالا اثر سمیت و کشندگی داشته و می‌توانند در بدن موجودات تجمع یابند (Santos *et al.*, 1999).

Sarabia و همکاران (۱۹۹۷) اثر آلودگی غلظت‌های کم جیوه را بر روی رشد، بقا و تخمه‌گشایی آرتمیای بکرزا *A. parthenogenetica* مورد مطالعه قرار دادند. این محققان با مطالعه غلظت‌های ۵، ۲۵، ۵۰، ۲۵۰ و ۵۰۰ نانومول فلز جیوه بیان کردند که با افزایش این فلز، رشد آرتمیا افزایش و طول عمر آن کاهش می‌یابد. Fichet و همکاران در سال (a ۱۹۹۸) اثر سمیت وانادیوم را بر روی لارو برخی بی‌مهرگان آبزی از جمله *A. salina* بررسی نموده و نشان دادند که در غلظت‌های مورد بررسی رشد آرتمیا تحت تاثیر وانادیوم قرار نمی گیرند.

Fichet و همکاران در سال (۱۹۹۸b) در پژوهش دیگری اثرات سمی روی، مس، کادمیوم و سرب موجود در رسوبات بنادر را بر روی ناپلیوس *A. salina* مطالعه نمودند. این محققان روشن نمودند که رشد *A. salina* در معرض این فلزات کاهش می‌یابد. در سال ۲۰۰۱ اثر آلودگی آرسنیک بر روی رشد *A. franciscana* توسط Brix و همکاران مورد مطالعه قرار گرفت و مشخص گردید که رشد نسل دوم این گونه و نیز طول عمر آرتمیا در برابر آرسنیک کاهش می‌یابد.

مطالعات سم‌شناسی بر روی آرتمیا در ایران دارای سوابق اندکی است و اطلاعات کمی در این زمینه وجود دارد. هدف از انجام این تحقیق تعیین اثر فلزهای مس و روی بعنوان عناصر ضروری در مقادیر آسیب‌رسان و کشنده، در مراحل مختلف رشد و طول عمر آرتمیا بوده است. همچنین در تحقیق حاضر اثر دو فلز بر دو گونه *A. urmiana* و *A. franciscana* با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفته است.

مواد و روش کار

این پژوهش در سال ۱۳۸۳ و در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی دانشکده علوم و فنون دریایی واحد تهران شمال و واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی انجام شده است.

برای ساخت انکورباتورهای مناسب با حجم یک لیتر، از ظروف پلاستیکی استوانه‌ای مخروطی استفاده گردید (اکبری حامد، ۱۳۸۳). دمای آب در طول آزمایش بین ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتیگراد بود. برای ایجاد شوری مناسب جهت تخمه‌گشایی سیست‌ها، از ترکیب سه ماده شیمیایی NaCl، MgSO4 و $NaHCO_3$ استفاده گردید (یوسفی سیاهکرودی، ۱۳۷۲؛ Fichet *et al.*, 1998b).

در آزمایش‌های اندازه‌گیری رشد ۰/۵ گرم سیست در ۰/۵ لیتر محلول تخمه‌گشایی در هر انکوباتور قرار داده شد و برای تعیین اثر هر فلز بر روی هر گونه، تعداد ۱۲ عدد انکوباتور مورد استفاده قرار گرفت (۴ تیمار با ۳ تکرار). هوادهی بطور مداوم و از کف صورت گرفت تا علاوه بر تامین اکسیژن لازم سیست‌ها بر روی هم انباشته نشوند.

برای تامین نور مناسب در طول آزمایش از دو عدد لامپ فلوئورسنت در فاصله ۲۰ سانتیمتری انکوباتورها استفاده گردید، تا شدت نور در حدود ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ لوکس تامین گردد. pH اپیتمم (۸/۵-۸) نیز بوسیله بی‌کربنات سدیم موجود در نمک تخمه‌گشایی تامین گردید (Fichet *et al.*, 1998b).

برای انجام مراحل بعدی آزمایش ابتدا لازم بود پوسته‌ها و سیست‌های تفریخ نشده را جدا کرده و ناپلیوس‌ها را به محیط جدید منتقل نمود. برای این منظور با قطع هوادهی پس از چند دقیقه پوسته‌های خالی که سبک‌تر بودند در سطح آب شناور شدند. به منظور تسریع این عمل از خاصیت نورگرایی ناپلیوس آرتمیا استفاده گردید (Martinez *et al.*, 1998).

در بررسی‌های دراز مدت مانند اندازه‌گیری رشد و طول عمر، لازم است ناپلیوس‌ها در محیطی مناسب تا پایان عمر پرورش داده شوند. در این پژوهش، آرتمیا در شرایط *in vitro* و در شوری ۳۵ ppt پرورش داده شد، درجه حرارت در طول پرورش ۱۹ تا ۲۵ درجه سانتیگراد حفظ گردید (Hadijspyrou *et al.*, 2000).

برای حفظ و تنظیم pH مناسب (۸/۳-۷/۸) در طول دوره پرورش از بی‌کربنات سدیم بمیزان ۰/۵ گرم در لیتر استفاده گردید. همچنین در تمام طول آزمایش، هوادهی مداوم و تامین نور مناسب دقیقاً مانند شرایط تخمه‌گشایی صورت پذیرفت. برای حفظ کیفیت آب در طول رشد آرتمیا، هر ۴ روز یکبار

magiran.com

تعویض کامل آب صورت گرفت تا مواد زائد خارج گردند (Sarabia *et al.*, 1997).

برای تامین غذای مورد نیاز آرتمیا، در طول زندگی از جلبک سبز کلرلا استفاده شد که نمونه خالص آن از ناحیه سرتل بوشهر تهیه شده بود. پرورش این جلبک در آب دریا و محیط کشت F2-Gillard صورت پذیرفت. همچنین در طول آزمایش از مخمر هیدرولیز، آرد سبوس برنج و مولتی ویتامین بعنوان مکمل غذایی استفاده گردید (رادگودرزی، ۱۳۷۷).

برای هر فلز ۳ تیمار از غلظت‌های مختلف فلز مورد آزمایش و یک تیمار شاهد انتخاب شد و هر تیمار دارای ۳ تکرار بود. برای هر تکرار ۰/۵ گرم سیست از گونه مورد آزمایش تخمه‌گشایی شده به محلول پرورش منتقل شد. محلول پرورش حاوی غلظت مورد نظر فلز و محلول پرورش شاهد که فاقد فلز بود، برای نگه‌داری نمونه‌ها تا پایان عمر استفاده گردید (Sarabia *et al.*, 1997; Hadjispyrou *et al.*, 2000).

برای اندازه‌گیری رشد از هر تکرار ۳ نمونه در روزهای اول، پنجم، یازدهم و هفدهم برداشت شده و پس از ثابت کردن با محلول لوگل، طول هر نمونه با استفاده از فتومیکروسکوپ Hund مدل H-500 با کمک میکرومتر چشمی محاسبه گردید.

غلظت‌های استفاده شده از فلز روی براساس میلی‌گرم در لیتر برای دو گونه آرتمیا عبارت بود از: ۱۱۴-۶۸-۲۳-(شاهد).

غلظت‌های استفاده شده از فلز مس براساس میلی‌گرم در لیتر برای دو گونه آرتمیا عبارت بود از: ۳۸-۲۵-۱۳-(شاهد).

لازم به ذکر است که غلظت فلزها براساس نتایج حاصل از آزمایش‌های اندازه‌گیری LC_{50} در ۲۴ ساعت که در ابتدا انجام گرفته بود، انتخاب گردیدند (اکبری حامد، ۱۳۸۳).

اندازه‌گیری طول عمر در حقیقت ادامه تیمارهای رشد تا پایان عمر بود. آخرین روزی که در آن برای هر تکرار کلیه نمونه‌ها از بین رفتند بعنوان طول عمر محسوب شد (Sarabia *et al.*, 1997).

نتایج حاصل از هر آزمایش توسط برنامه SPSS با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) تحلیل شد و از LSD نیز بعنوان Post Hoc برای تجزیه و تحلیل نتیجه آنالیز واریانس در مقایسه میزان رشد تیمارها با گروه شاهد و نیز مقایسه طول عمر در تیمارها و تیمار شاهد استفاده گردید. نمودارها با استفاده از برنامه Excel ترسیم و تنظیم شدند.

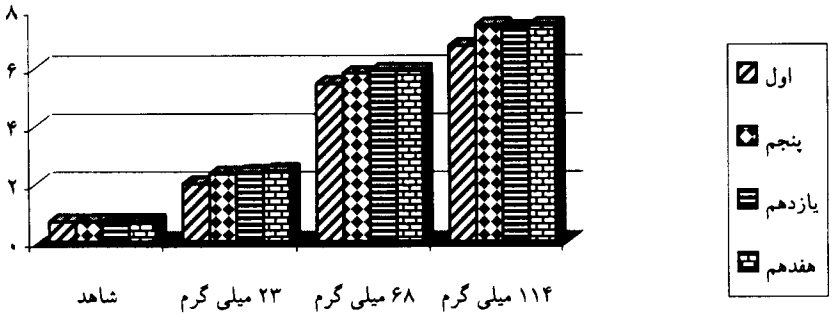
نتایج

در این بررسی طول آرتمیا برحسب میلی‌متر بعنوان شاخص رشد در نظر گرفته شد. در هر گونه میزان رشد در تیمارهای مختلف فلزات افزایش مشخصی را نسبت به تیمار شاهد نشان داد، اما در بین تیمارهای مختلف حاوی فلزات تفاوت بین میزان رشد معنی‌دار نبود.

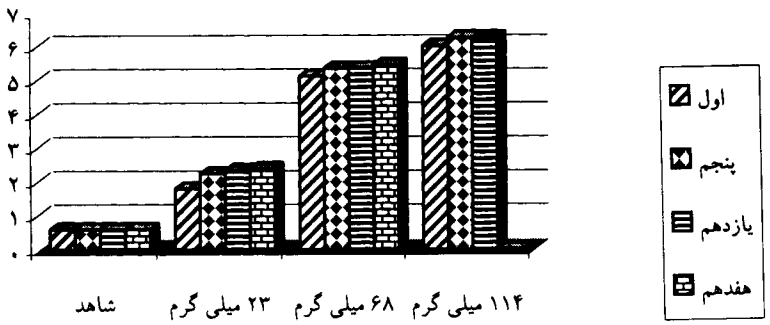
در مجاورت فلز روی طول نمونه‌های تیمار شاهد *A. urmiana* در روزهای اول، پنجم، یازدهم و هفدهم بترتیب برابر با ۰/۷۳، ۲/۰۷، ۵/۵۱ و ۶/۷۵ میلی‌متر بود، این مقادیر در غلظت ۲۳ میلی‌گرم در لیتر روی بترتیب به ۰/۷۲، ۲/۴۳، ۵/۸۱ و ۷/۳۵ میلی‌متر افزایش یافتند. در غلظت ۶۸ میلی‌گرم در لیتر این مقادیر بترتیب برابر با ۰/۷۲، ۲/۴۹، ۵/۸۷ و ۷/۲۹ میلی‌متر و در ۱۱۴ میلی‌گرم در لیتر بترتیب برابر با ۰/۷۰، ۲/۵۶، ۵/۸۴ و ۷/۳۷ میلی‌متر بود. نتیجهٔ آزمون LSD نشان داد که بین تیمار شاهد و سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار وجود داشت ($P< 0.05$)، اما بین تیمارهای ۲۳، ۶۸ و ۱۱۴ میلی‌گرم در لیتر فلز روی تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. همچنین بین اندازهٔ اولیه ناپلیوس‌ها (روز اول) تفاوت معنی‌داری به دست نیامد (نمودار ۱).

طول نمونه‌های شاهد *A. franciscana* در مجاورت فلز روی در روزهای اول، پنجم، یازدهم و هفدهم بترتیب برابر با ۰/۶۰، ۱/۷۸، ۵/۰۹ و ۶/۰۴ میلی‌متر بود و این مقادیر در روزهای مشابه در غلظت ۲۳ میلی‌گرم در لیتر روی بترتیب ۰/۵۹، ۲/۱۷، ۵/۳۶ و ۶/۲۹ میلی‌متر افزایش یافت و در نهایت میانگین طول این گونه در روزهای مشابه در غلظت ۶۸ میلی‌گرم در لیتر بترتیب ۰/۶۰، ۲/۳۶، ۵/۴۰ و ۶/۳۱ و در ۱۱۴ میلی‌گرم در لیتر بترتیب ۰/۵۹، ۲/۳۹ و ۵/۵۳ میلی‌متر بدست آمد که در غلظت اخیر هیچ نمونه‌ای به روز ۱۷ زندگی خود نرسید. نتایج نشان داد که بین تیمار شاهد و سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار وجود داشت ($P<0.05$) ولی بین غلظت‌های مختلف فلز تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید ($P>0.05$). تفاوت بین اندازه اولیه ناپلیوس‌ها (روز اول) در بین تیمارهای مختلف معنی‌دار نبود ($P>0.05$) (نمودار ۲).

magiran.com



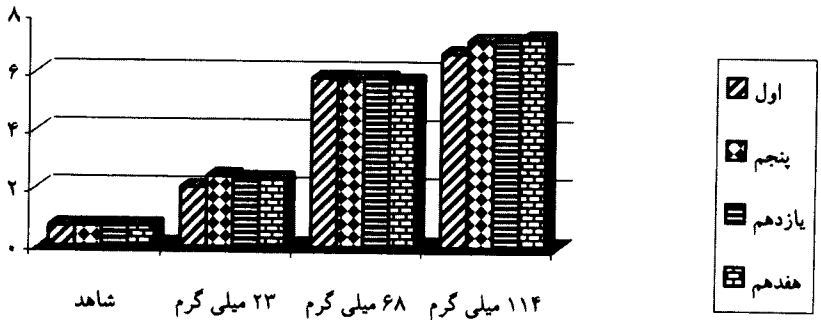
نمودار ۱: میزان رشد *A. urmiana* در غلظت‌های مختلف فلز روی در روزهای اول، پنجم، یازدهم وهفدهم



نمودار ۲: میزان رشد *A. franciscana* در غلظتهای مختلف فلز روی در روزهای اول، پنجم، یازدهم وهفدهم

در آزمایش اندازه‌گیری رشد *A. urmiana* در برابر فلز مس میانگین طول نمونه‌ها در روزهای اول، پنجم، یازدهم و هفدهم در تیمار شاهد بترتیب برابر با ۰/۷۱، ۲/۰۲، ۵/۸۴ و ۶/۶۵ میلی‌متر بود، این مقادیر در غلظت ۱۳ میلی‌گرم در لیتر مس بترتیب به ۰/۷۰، ۲/۴۳، ۵/۸۳ و ۷/۱۵ میلی‌متر افزایش یافت. در غلظت ۲۵ میلی‌گرم در لیتر این مقادیر بترتیب برابر با ۰/۷۲، ۲/۴۰، ۵/۸۲ و ۷/۱۴ میلی‌متر و در ۳۸ میلی‌گرم در لیتر، بترتیب برابر با ۰/۷۰، ۲/۳۸، ۵/۷۹ و ۷/۲۰ میلی‌متر بود. در اینجا نیز بین تیمار شاهد و سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار مشاهده شد ($P<0.05$)، اما بین تیمارهای مختلف حاوی فلز تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. همچنین اندازه آرتمیاها در روز اول آزمون با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (نمودار ۳).

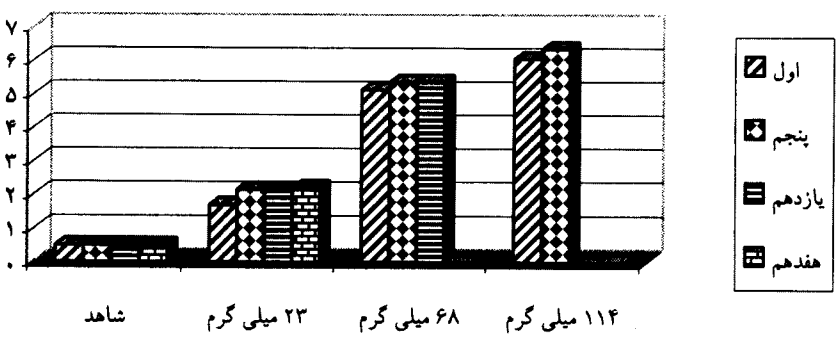
magiran.com



نمودار ۳ : میزان رشد *A. urmiana* در غلظت‌های مختلف فلز مس در روزهای اول، پنجم، یازدهم وهفدهم

در آزمایش اندازه‌گیری رشد *A. franciscana* در برابر فلز مس میانگین طول نمونه‌ها در روزهای اول، پنجم، یازدهم و هفدهم بترتیب برابر با ۰/۶۰، ۱/۸۲، ۵/۱۳ و ۶/۰۵ میلی‌متر بود. این مقادیر در غلظت ۱۳ میلی‌گرم در لیتر مس بترتیب به ۰/۵۸، ۲/۱۶، ۵/۳۶ و ۶/۳۰ میلی‌متر افزایش یافت. در غلظت ۲۵ میلی‌گرم در لیتر این مقادیر بترتیب برابر با ۰/۵۸، ۲/۱۸ و ۵/۳۷ میلی‌متر بود و هیچ نمونه‌ای به روز ۱۷ عمر خود نرسید. این مقادیر در غلظت ۳۸ میلی‌گرم در لیتر مس بترتیب برابر با ۰/۶۰ و ۲/۲۲ میلی‌متر بود که در اینجا هیچ نمونه‌ای به روز یازدهم زندگی خود نرسید. در این آزمایش‌ها نیز تفاوت بین تیمار شاهد و سایر تیمارها معنی‌دار بود، ولی بین تیمارهای مختلف فلز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در این مرحله اندازه نمونه‌ها در روز اول با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($P>0/05$)(نمودار ۴).

در این آزمایش‌ها روزی که در آن کلیه نمونه‌ها از بین رفتند و هیچ نمونه‌ای زنده نماند، بعنوان طول عمر آنها در نظر گرفته شد (Brix *et al.*, 2001). بطور کلی طول عمر هر دو گونه در معرض غلظت‌های مختلف هر یک از فلزات نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت و تفاوت تیمار شاهد با سایر تیمارها در کل آزمایش‌ها معنی‌دار بود ($P< 0.05$).

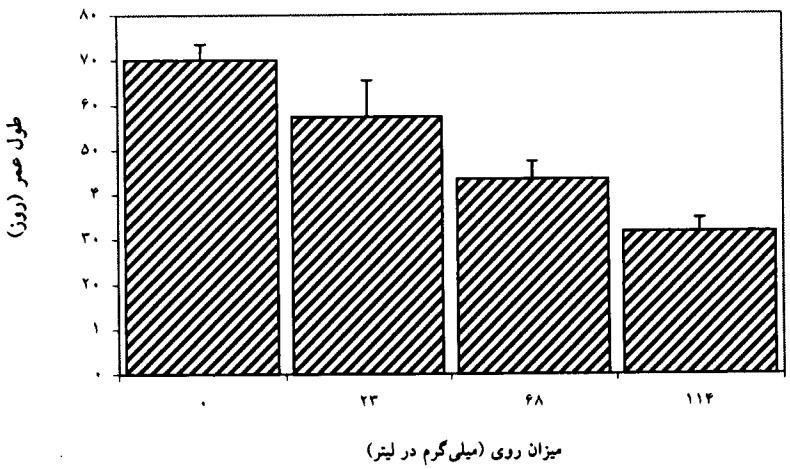


نمودار ۴: میزان رشد *A. franciscana* در غلظت‌های مختلف فلز مس در روزهای اول، پنجم، یازدهم وهفدهم

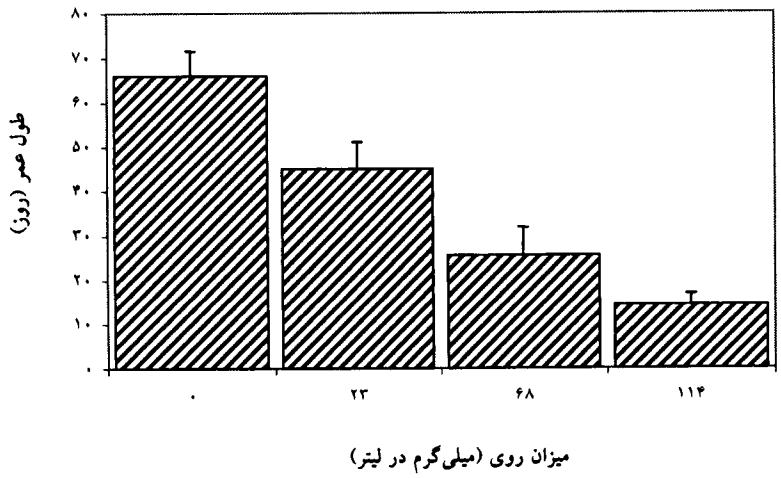
magiran.com

میانگین طول عمر *A. urmiana* در برابر غلظت‌های ۰، ۲۳، ۶۸ و ۱۱۴ میلی‌گرم در لیتر روی بترتیب برابر با ۷۰/۰۰، ۵۷/۳۳، ۴۳/۳۳ و ۳۱/۶۶ روز بود (نمودار ۵) همین مقادیر برای *A. franciscana* در غلظت‌های مشابه روی بترتیب برابر با ۶۶/۰۰، ۴۵/۰۰، ۲۵/۶۶ و ۱۴/۳۳ روز بدست آمد (نمودار ۶).

در غلظت‌های ۰، ۱۳، ۲۵ و ۳۸ میلی‌گرم در لیتر فلز مس میانگین طول عمر *A. urmiana* بترتیب برابر با ۷۱/۶۶، ۵۰/۶۶، ۳۲/۶۶ و ۲۰/۰۰ روز بود (نمودار ۷). همین مقادیر برای *A. franciscana* بترتیب برابر با ۶۶/۳۳، ۲۸/۳۳، ۱۴/۳۳ و ۸/۶۶ روز بدست آمد (نمودار ۸).

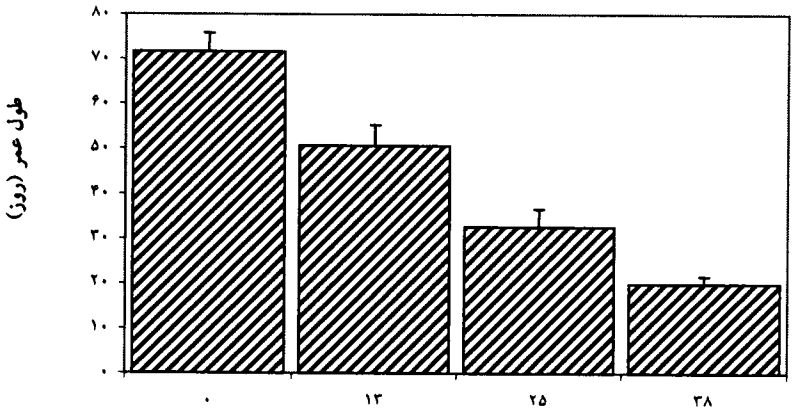


نمودار ۵: نمودار تغییرات طول عمر *A. urmiana* در غلظت‌های مختلف فلز روی (آنتنک‌ها نشاندهندهٔ انحراف معیار هستند).

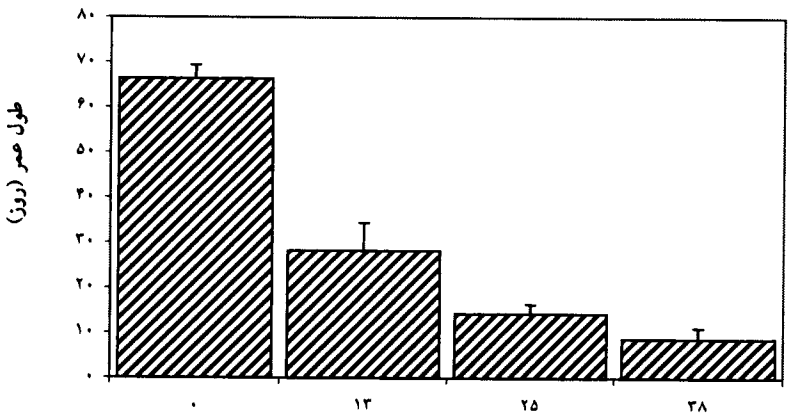


نمودار ۶: نمودار تغییرات طول عمر *A. franciscana* در غلظت‌های مختلف فلز روی (آنتنک‌ها نشاندهندهٔ انحراف معیار هستند)

magiran.com



نمودار ۷: نمودار تغییرات طول عمر *A. urmiana* در غلظت‌های مختلف فلز مس (آنتنک‌ها نشاندهندهٔ انحراف معیار هستند).



نمودار ۸: نمودار تغییرات طول عمر *A. franciscana* در غلظت‌های مختلف فلز مس (آنتنک‌ها نشاندهندهٔ انحراف معیار هستند).

بحث

نتایج بررسی رشد هر دو گونه *A. urmiana* و *A. franciscana* در برابر فلز روی نشان داد که رشد این گونه در تیمارهای حاوی فلز روی نسبت به تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری داشته و بیانگر افزایش رشد *A. urmiana* در برابر فلز روی بوده است، ولی رشد آن در غلظتهای مختلف، تفاوت معنی‌داری نداشت. بنابراین رشد این گونه در معرض فلز روی افزایش یافته، ولی این افزایش رشد وابسته به میزان روی در محدوده این تحقیق نبود (نمودار ۱).

نمونه‌های *A. franciscana* در بالاترین غلظت روی استفاده شده، به بلوغ نرسیدند. این نتایج نیز نشاندهندهٔ افزایش رشد این گونه در برابر فلز روی می‌باشد و به نظر می‌رسد تراکم روی بر رشد این گونه تا حدودی موثر است (نمودار ۲).

magiran.com

مطالعات بر روی رشد *A. urmiana* و *A. franciscana* در برابر فلز مس نشان داد که رشد در تمام تیمارهای حاوی فلز نسبت به تیمار شاهد افزایش یافته و اختلاف بین تیمار شاهد و سایر تیمارها معنی‌دار بوده است. در این آزمایش در تمام روزهای اندازه‌گیری طول، بین تیمارهای حاوی غلظت‌های مختلف مس، تفاوت معنی‌دار نبوده است. این نتایج نیز بیان کننده افزایش رشد آرتمیای دریاچه ارومیه در برابر فلز مس بوده و میزان غلظت مس در رشد در محدود این تحقیق موثر نبوده است.

نتایج بررسی Sarabia و همکاران در سال ۱۹۹۷ با نتایج حاصل از مطالعه حاضر مبنی بر افزایش رشد آرتمیا در برابر فلزات سنگین مطابقت دارد. این محققان نشان دادند که طول بدن *A. parthenogenetica* در تیمارهای حاوی فلزات سنگین بیش از همان مقادیر در تیمار شاهد بوده است و بیان کردند که این پدیده می‌تواند بدلیل پدیده hormesis (اثر تحریکی هر ماده سمی بر هر عضو هنگامیکه غلظت آن کمتر از میزان بازدارنده باشد) رخ دهد (Sarabia *et al.*, 1997).

در مطالعه اثر Cu، Zn، Cd و Pb بر روی ناپلیوس *A. salina* که توسط Fichet و همکاران (۱۹۹۸b) انجام گرفت مشخص شد که این فلزات باعث کاهش رشد در این گونه می‌گردند.

تفاوت در تاثیر فلزات سنگین بر روی رشد گونه‌های مختلف آرتمیا می‌تواند بدلیل وجود تفاوتهایی در ساختمان سیست، متابولیسم و فیزیولوژی این گونه‌ها باشد (Sarabia *et al.*, 1997). این تفاوتها در پاسخ به فلزات سنگین در مراحل مختلف پژوهش حاضر نیز تا حدودی میان *A. urmiana* و *A. franciscana* مشاهده گردید.

بطور کلی سخت‌پوستان برای بی‌اثر کردن سمیت فلزات سنگین در بدن دارای دو استراتژی می‌باشند، برخی از این جانوران فلزات را تا آستانه‌ای مشخص، به همان میزان جذب، از بدن دفع می‌کنند و گروهی دیگر فلزات را تا غلظت مشخصی، توسط پروتئین‌های خاصی به نام متالوتیونین‌ها در بدن خود غیرسمی می‌نمایند (Rainbow & White, 1987).

انتقال کلسیم توسط پروتئین متالوتیونین (MT) موجود در دیواره سلولی انجام می‌شود. فلزاتی که دارای وزن مولکولی مشابه کلسیم باشند، می‌توانند جایگزین کلسیم شوند. این مسئله در انتقال فلزات سنگین به سطوح بالاتر زنجیره غذایی موثر می باشد (Martinez *et al.*, 1998).

همچنانکه اثرات گوناگون فلزات سنگین بر روی گونه‌های مختلف آرتمیا را می‌توان بدلیل مکانیسم‌های مختلف سمیت فلزات مختلف در بدن جانداران و یا اختلافات فیزیولوژیک و متابولیک در بین گونه‌های مورد مطالعه دانست؛ تفاوت بین غلظت‌های بکار رفته در مطالعات نیز می‌تواند سبب اختلاف بین نتایج گردد (Rainbow & White, 1987).

نتایج حاصل از آزمایش طول عمر نشان داد که *A. franciscana* درغلظت‌های ۲۵ و ۳۸ میلی‌گرم در لیتر مس و ۱۱۴ میلی‌گرم در لیتر روی قبل از رسیدن به بلوغ از بین رفته ولی *A. urmiana* در تمام تیمارهای حاوی فلزات سنگین به بلوغ رسید. این نتایج نشان می‌دهد که طول عمر گونه *A. franciscana* در معرض روی و مس، کاهش بیشتری نسبت به *A. urmiana* یافته است، پس می‌توان گفت *A. urmiana* در برابر Zn و Cu بسیار مقاوم تر از *A. franciscana* می‌باشد.

همچنین در هر دو گونه آرتمیا، فلز مس طول عمر را بیش از فلز روی تحت تاثیر قرار داده است. بعبارت دیگر فلز مس برای دو گونه مورد مطالعه سمی‌تر از فلز روی بوده است. این اختلاف سمیت بین دو فلز در سایر گونه‌های جانوری نیز صادق است (Fichet *et al.*, 1998a,b) البته گاهی در مطالعات سم شناسی بر روی گونه‌های مختلف آرتمیا اتفاق می‌افتد که ماده‌ای سمی‌تر، برای یک جانور از سمیت کمتری برخوردار باشد. بعنوان مثال Hadjispyrou و همکاران در سال ۲۰۰۰ بیان کردند که با وجود اینکه کادمیوم در سایر موجودات مانند *Daphnia magna* و *Chlorella ellipsoidea* بسیار سمی‌تر از کروم می‌باشد، در *A. franciscana* کروم بسیار سمی‌تر عمل می‌کند. یعنی در حالی که LC_{50} در ۲۴ ساعت این گونه در برابر Cd ۱۵۵/۵ میلی‌گرم در لیتر بوده، همین مقدار در برابر کروم برابر با ۴/۷۷ میلی‌گرم در لیتر بدست آمده است.

در مطالعه اثر جیوه بر *A. parthenogenetica* توسط Sarabia و همکاران (۱۹۹۷) مشخص شد که فلز جیوه نیز در این گونه سبب کاهش طول عمر گردیده و چرخه زندگی آرتمیا به حدود ۲۰ روز می‌رسد. در این رابطه، هیچ مطالعه‌ای توسط سایر محققان مشاهده نگردید که بیانگر تاثیر مثبت فلزات سنگین بر روی طول عمر آرتمیا باشد.

مقایسه طول عمر گونه‌ها در برابر دو فلز نشان می‌دهد که در غلظت‌های بسیار پایین‌تر مس نسبت به روی، طول عمر هر دو گونه را بسیار بیشتر کاهش داده است. بعنوان مثال طول عمر *A. urmiana* که در تیمار شاهد حداکثر ۷۱/۵ روز بوده، در غلظت ۱۱۴ میلی‌گرم در لیتر روی که حداکثر غلظت مورد آزمایش برای طول عمر بوده به ۳۱/۵ روز رسیده است؛ در حالیکه در غلظت ۳۸ میلی‌گرم در لیتر مس (حداکثر غلظت مس در آزمایشهای طول عمر) طول عمر به ۲۰ روز کاهش یافته است. در *A. franciscana* نیز حداکثر طول عمر در تیمار شاهد ۶۶/۵

magiran.com

روز بوده که در غلظت ۱۱۴ میلی‌گرم در لیتر روی به ۱۴/۵ روز و در غلظت ۳۸ میلی‌گرم در لیتر مس به ۸/۵ روز کاهش یافته است. بنابراین فلز مس سمیت بیشتری داشته و سبب کاهش بیشتر طول عمر شده است. این نتایج با مطالعات انجام شده بر روی مقایسه سمیت روی و مس در سخت‌پوستان مطابقت دارد (Rainbow & White, 1987 ;Fichet *et al.*, 1998b; Santos *et al.*, 1999).

در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که فلزات سنگین روی و مس برای دو گونه *A. urmiana* و *A. franciscana* سمی می‌باشند. این اثرات سمی شامل تحریک و افزایش رشد و کاهش طول عمر نمونه‌ها بوده است. همچنین با وجود مقاومت بالای هر دو گونه، *A. urmiana* نسبت به *A. franciscana* گونه مقاومتری بوده است. بدلیل مقاومت بالای هر دو گونه به روی و مس می‌توان اظهار نمود که این دو گونه نمی‌توانند شاخص‌های مناسبی برای ارزیابی آلودگیهای اکوسیستم‌های آبی به این دو فلز باشند.

منابع

اکبری حامد، ن. ، ۱۳۸۳. بررسی اثر آلودگی فلزات سنگین روی و مس بر روی آرتمیا اورمیانا (*Artemia urmiana*). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی.

حافظیه، م. ، ۱۳۸۲. آرتمیا (میگوی آب شور). موسسه تحقیقات شیلات ایران.

رادگودرزی، پ. ، ۱۳۷۷. تغذیه و پرورش آرتمیا با تاکید بر جلبک کلرلا. پایان‌نامه کارشناسی، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی،

یوسفی سیاهکرودی، س. ، ۱۳۷۲. استفاده از آرتمیا به عنوان بیواندیکاتور آلودگی (با تاکید بر آلودگی با خردل). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی،

Brix, K.V. ; Cardwell, R.D. and Adams, W.J. , 2001. Chronic toxicity for arsenic to the Great Salt Lake brine shrimp *Artemia franciscana*, Ecotoxicology and Environmental Safety. Vol. 232, pp.169-175.

Fichet, D. ; Radenac, G. and Miramand, P. , 1998a. Vanadium toxicity to three marine invertebrate larvae: *Crassostrea gigas*, *Paracentrotus lividus*, and *Artemia salina*. Chemosphere. Vol. 37, pp.1363-1368.

Fichet, D. ; Radenac, G. and Miramand, P. , 1998b. Experimental studies of impacts of harbour sediments resumption to marine invertebrates larvae: Bioavailability of Cd, Cu, Pb and Zn and toxicity. Marine Pollution Bulletin. Vol. 36, pp.509-518.

Hadjispyrou, S. ; Kungolos, A. and Anagnostopoulos, A. , 2000. Toxicity, bioaccumulation, and interactive effects of organation, cadmium and cromium on *Artemia franciscana*. Ecotoxicology and Environmental Safety. Vol. 49, pp.179-186.

Martinez, M. ; Del Ramo, S. ; Torreblanca, A. and Diaz Mayans, S. , 1998. Effect of Cadmium exposure on Zinc levels in the brine shrimp *Artemia parthenogenetica*. Aquaculture. Vol. 172, pp.315-325.

Petrucci, F. ; Caimi, S. ; Mura, G. and Caroli, S. , 1995. *Artemia* as a bioindicator of environmental contamination by trace elements. Microchemical Journal. Vol. 51, pp.181-186.

Rainbow, P.S. and White, S.L. , 1987. Comparative strategies of heavy metal accumulation by crustaceans: Zinc, Copper and Cadmium in a decapod, an amphipod and barnacle. Hydrobiologia. Vol. 174, pp.245-262.

Santos, M.H.S. ; Da Chuna, N.T. and Bianchini, A. , 1999. Effects of Copper and Zinc on growth, feeding and oxygen consumption of *Farfantepenaeus paulensis* postlarvae (Decapoda, Penaeidae). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. Vol. 247, pp.233-242.

Sarabia, R. ; Torreblanca, A. ; Del Roma, J.J. and Manayns, J.D. 1997. Effects of low mercury concentration exposure on hatching, growth and survival in the *Artemia* strain La Mata parthenogenetic diploid. Comparative Bioche-mistry, and Physiology. Vol. 120, pp.93-97.

magiran.com

Effects of Zinc and Copper exposure on growth and survival of *Artemia urmiana* and *Artemia franciscana*

Nejatkhah P. [(1)*] ; **Negarestan H.** [(2)] **and Akbary Hamed N.** [(3)]

P_Nejadtkhah@yahoo.com

1,3- Faculty of Marine Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2-Iranian Fisheries Research Organization, P.O.Box: 14155-6116 Tehran, Iran

Received: September 2006 Accepted: September 2007

Keywords: Zinc, Copper, Toxicity, *Artemia urmiana*, *Artemia franciscana*

Abstract

The effects of exposure to Zinc and Copper in developing from nauplius to adult stages in two species, *A. urmiana* and *A. franciscana* were studied. The growth and lifespan of the specimens under treatments also have been investigated.

During the period of the experiments, both species of *Artemia* were exposed by Zinc-treated groups (23, 68, 114 mg/l) and also copper-treated groups (13, 25, 38 mg/l) and compared with control group without any metal treatment. However, in treatments with Zinc and Copper concentrations, lifespan was reduced in comparison with that of the control treatments.

Results showed that Zinc and Copper have toxic effects on *A. urmiana* and *A. franciscana*. Although the resistance of both of them was high, but *A. urmiana* was more endure than *A. franciscana*. It is suggested that the two Artemia species might have adopted a strategy to speed up growth and reproduce before metal pollution can cause death for them. Also, this study indicated that Zinc was less toxic than Copper for the two species investigated.

* **Corresponding author**