مقاله پژوهشی
(Original paper)

بررسی قابلیت تجمع زیستی نانو ذرات نقره در خرچنگ دراز آب شیرین (*Astacus leptodactylus*)

سید علی جوهری[۱]، برهان منصوری[۲]، لیلا دکانی[۳]، صبا اصغری[۳]

۱ -استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

ایمیل: a.johari@uok.ac.ir

۲ -کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران.

۳ -دانشجوی کارشناسی ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: افزایش استفاده از نانو ذرات نقره در آینده موجب سرازیر شدن این ماده به محیط‌زیست خواهد شد و می‌تواند مشکلات بهداشتی و محیط زیستی برای انسان و دیگر موجودات به همراه داشته باشد. در این راستا استفاده از اندیکاتورهای زیستی به‌منظور پایش و کنترل محیط‌زیست ضروری به نظر می‌رسد. ازاین‌رو هدف این پژوهش، بررسی قابلیت میزان تجمع زیستی نانو ذرات نقره در بافت‌های آبشش، روده و هپاتوپانکراس خرچنگ دراز آب شیرین، به‌عنوان یک‌گونه اندیکاتور محیطی، در شرایط آزمایشگاهی می‌باشد.

روش بررسی: در این مطالعه از ۱۵ عدد خرچنگ دراز آب شیرین نر بالغ *Astacus leptodactylus* صیدشده از رودخانه ارس استفاده گردید. خرچنگ‌ها به مدت ۶ روز در معرض غلظت‌های ۰، ۰/۱، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم در لیتر نانو ذرات نقره کلوئیدی قرار گرفتند. سپس میزان تجمع فلز نقره در بافت‌های روده، آبشش و هپاتوپانکراس با استفاده از دستگاه جذب اتمی موردسنجش قرار گرفت. برای مقایسه میزان تجمع نانو ذرات نقره در بافت‌ها از آزمون واریانس یک‌طرفه استفاده گردید.

یافته‌ها: بنا بر یافته‌های این مطالعه بالاترین میزان تجمع نقره در بافت آبشش صورت گرفت. همچنین میزان تجمع در دو بافت هپاتوپانکراس و روده وابسته به غلظت نانو ذرات نقره در آب بود، به‌طوری‌که در غلظت‌های پایین میزان تجمع در بافت روده بیشتر از هپاتوپانکراس بوده و در مقابل در غلظت‌های بالا میزان تجمع در هپاتوپانکراس بیشتر بوده است.

نتیجه‌گیری: در این مطالعه، میزان تجمع زیستی نقره به فاکتورهای بافت و غلظت نانو ذرات نقره در آب وابسته بود. همچنین با توجه به تجمع بالای نقره در بافت آبشش خرچنگ دراز آب شیرین نسبت به بافت‌های دیگر، این اندام می‌تواند به‌عنوان بافت هدف مناسب معرفی گردد. مطالعات بیشتر به‌منظور به دست آوردن اطلاعات جامع‌تر در مورد سازوکار اثرگذاری و تجمع نانو ذرات نقره در بافت‌های مختلف این جانور آبزی ضروری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: نانو ذرات نقره، سم‌شناسی زیستی، تجمع زیستی، خرچنگ دراز آب شیرین

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-21]

مقدمه

در دهه‌ی اخیر با افزایش رشد جمعیت بشری، افزایش استفاده از نانو مواد در بخش‌های مختلف روند رو به رشد داشته است و در این میان نانو ذرات نقره یکی از پرمصرف‌ترین این نانو مواد بوده است. به‌طوری‌که در سال ۲۰۱۱ برآورد شده است که از ۱۳۱۷ محصول تولیدی از نانو مواد، ۳۱۱ محصول دربردارنده نانو ذرات نقره بوده است و در سال ۲۰۱۳ این مقدار به ۳۸۳ محصول رسیده است (۱،۲). نانو ذرات نقره به دلیل داشتن خواص ضد میکروبی در بخش‌های مختلفی از صنایع همچون در بخش پزشکی در پانسمان، دستگاه‌های پیشگیری از بارداری، ابزارهای جراحی و در پروتز استخوان به کار می‌رود (۳-۶). همچنین در زندگی روزمره از نانو ذرات نقره به‌عنوان ماده‌ی ضدعفونی‌کننده در لباس‌شویی‌ها، تصفیه‌کننده آب و رنگ دیوار استفاده می‌شود (۳،۵). بر اساس گزارش مولر و نواک در سال ۲۰۰۸، سالانه ۵۰۰ تن از نانو ذرات نقره تولید می‌گردد و هرسال نیز بر این میزان افزوده می‌گردد، ازاین‌رو خطر بالای ناشی از آلودگی‌های زیست‌محیطی به‌وسیله آبشویی این نانو مواد و ورود آن از فاضلاب صنایع به محیط‌زیست در کمین می‌باشد (۷). بر اساس طبقه‌بندی‌های صورت گرفته در بعضی از مطالعات در مورد سمیت نانو ذرات نقره بر موجودات آبزی، این نانو مواد را در طبقه‌بندی مواد "سمی" تا "خیلی سمی" قرار داده‌اند که می‌تواند آسیب‌های جدی برای موجودات به همراه داشته باشد (۸). در این راستا، بررسی و مطالعه اثرات احتمالی بر بافت‌های موجودات زنده در محیط‌های آبی، به‌عنوان مهم‌ترین منبع پذیرنده نانو مواد، می‌تواند به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مسائل پیش روی استفاده از این نانو مواد در آینده مطرح باشد.

برای کنترل کیفیت منابع آبی و بوم‌سازگان‌های آبی، آزمون‌های ساده سمیت و سنسورهای خاص مواد شیمیایی نمی‌توانند اطلاعات جامع و کافی در مورد اثرات واقعی آلاینده را ارائه دهند، ازاین‌رو از موجودات آبزی به‌عنوان اندیکاتورهای زیستی جهت کنترل و پایش محیط‌های آبی از میزان آلودگی محیط و همچنین شاخصی برای سالم بودن خود موجود زنده استفاده می‌گردد (۹). خرچنگ دراز آب شیرین (شاه‌میگوی آب شیرین) به دلیل ویژگی‌هایی همچون داشتن زندگی انفرادی، داشتن تماس مداوم با بستر محیط آبی، رژیم غذایی همه‌چیزخواری، باروری بالا، طول عمر نسبتا طولانی، محدوده قلمرویی کم و داشتن اندازه مناسب جهت نمونه‌گیری بافتی، به‌عنوان یکی از گونه‌های شاخص در محیط‌های آبی معرفی و مورداستفاده قرارگرفته است (۱۰، ۱۱). همچنین خرچنگ دراز آب شیرین در میان سخت‌پوستان دارای اهمیت تغذیه‌ای و اقتصادی و تجارتی بالایی می‌باشد (۱۲). در این راستا، مطالعاتی در اسپانیا (۱۳)، ترکیه (۱۴)، آمریکا (۱۵) و ایران (۱۶) در رابطه با تجمع فلزات سنگین در بافت‌های مختلف خرچنگ دراز آب شیرین به‌عنوان شاخص زیستی در محیط‌های آبی انجام شده است؛ اما اطلاعات جامعی از میزان اثرات سمیت و تجمع نانو مواد بر بافت‌های مختلف این نوع آبزی در دسترس نمی‌باشد. ازاین‌رو هدف این مطالعه بررسی مقدماتی قابلیت تجمع زیستی نانو ذرات نقره در بافت‌های آبشش، روده و هپاتوپانکراس خرچنگ دراز آب شیرین در شرایط آزمایشگاهی می‌باشد.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-21]

روش بررسی

در این پژوهش از کلوئید نانو ذرات نقره ساخت شرکت نانونصب‌پارس با نام تجاری نانوسید L2000 استفاده گردید. مشخصات این کلوئید در مطالعات Asghari و همکاران (۱۷) و Johari و همکاران (۱۸) به‌طور کامل موردسنجش قرارگرفته و گزارش شده است. بر اساس نتایج مطالعات مذکور، به‌طور خلاصه کلوئید مورداستفاده حاوی نانو ذرات نقره با غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، میانگین (±SD)پتانسیل زتای ۵۳/۳۳±۷/۸۶ میلی ولت و pH ۲/۴۰، بوده و میانگین قطر نانو ذرات نقره در کلوئید مذکور ۱۶/۶ نانومتر می‌باشد.

برای انجام این مطالعه خرچنگ‌های بالغ گونه‌ی *Astacus leptodactylus* از رودخانه ارس تهیه شدند و برای سازگاری با شرایط محیط آزمایشگاه به مدت ۶ ماه نگهداری گردیدند و در این مدت با غذای کنسانتره ماهی قزل‌آلا تغذیه می‌گردیدند. به‌منظور پیشگیری از تأثیر جنسیت بر نتایج آزمایش، در این پژوهش فقط از خرچنگ‌های جنس نر استفاده شد. خرچنگ‌ها به مدت ۱۴۴ ساعت (۶ روز) در معرض غلظت‌های ۰، ۰/۱، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم در لیتر نانو ذرات نقره کلوئیدی قرار گرفتند (برای هر غلظت از ۳ خرچنگ استفاده شد). در پایان روز ششم پس از بی‌هوش کردن خرچنگ‌ها توسط یخ، بافت‌های آبشش، روده و هپاتوپانکراس آن‌ها نمونه‌برداری شد. بافت‌های مذکور پس از شستشوی ملایم با آب مقطر، ابتدا در دستگاه آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس توزین گردیدند. به‌منظور سنجش میزان تجمع نقره در بافت‌های نمونه‌برداری شده، ابتدا به روش هضم اسیدی، نقره تجمع یافته در بافت‌ها به‌صورت محلول درآورده شد (۱۹). بدین منظور ابتدا ۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ بر روی ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه خشک‌شده در ظروف فالکون ریخته شد؛ سپس به‌منظور تکمیل عمل هضم، نمونه‌ها به مدت ۳ ساعت در حمام بن ماری در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از خنک شدن نمونه‌های هضم شده، حجم تمام نمونه‌ها توسط آب مقطر به ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. درنهایت میزان نقره در هر نمونه به‌وسیله دستگاه جذب اتمی مجهز به کوره گرافیتی (مدل فونیکس ۹۶۱، ساخت شرکت Biotech) و در طول‌موج ۳۲۸/۱ نانومتر (دارای ۵ مرحله دمایی ۱۹۰۰، ۱۸۰۰، ۶۰۰، ۱۲۰، ۹۰ درجه سانتی‌گراد) خوانده شد. در این مطالعه مقدار نقره تجمع یافته، بر اساس وزن خشک هر بافت گزارش گردیده است.

آنالیزهای آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۰) صورت پذیرفت. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف – سیمیرنوف مورد ارزیابی قرار گرفت. داده‌ها توزیع نرمال داشتند. برای بررسی اختلاف میزان تجمع نانو ذرات نقره در بین بافت‌های روده، آبشش و هپاتوپانکراس از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) استفاده شد.

یافته‌ها

غلظت نانو ذرات نقره در آب و میانگین میزان تجمع یافته در بافت‌های مختلف خرچنگ دراز آب شیرین در جدول ۱ ارائه‌شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، بالاترین میزان غلظت نانو ذرات نقره در بافت آبشش تجمع یافته است. همچنین نتایج نشان داد که در بافت‌های آبشش و هپاتوپانکراس با افزایش میزان غلظت نانو ذرات نقره در آب، میزان تجمع نانو ذرات نقره نیز روند افزایشی داشته است. همچنین در غلظت‌های پایین، میزان تجمع در بافت روده بیشتر از هپاتوپانکراس بوده و در مقابل در غلظت‌های بالا میزان

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-21]

تجمع نانو ذرات نقره در هپاتوپانکراس بیشتر بوده است.

نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد که اختلاف معنی‌داری در میزان تجمع نانو ذرات نقره در بافت‌های مختلف خرچنگ دراز آب شیرین وجود دارد ($p<۰/۰۵$).

جدول ۱: میانگین غلظت تجمع یافته نقره در بافت‌های مختلف خرچنگ دراز آب شیرین متعاقب قرارگیری در معرض غلظت‌های مختلف نانو ذرات نقره.

اندام	غلظت نانوذره در آب (mg/l)	غلظت نقره در بافت (ppb)
روده	۱	۴۵۳
	۰/۵	۱۳۰۷
	۰/۲۵	۱۴۷۳
	۰/۱	۳۸۰۸
	۰	۷۷
آبشش	۱	۱۵۳۹۵
	۰/۵	۱۲۸۶۴
	۰/۲۵	۱۲۶۵۲
	۰/۱	۵۸۴۴
	۰	۱۱۶
هپاتوپانکراس	۱	۱۲۷۳۸
	۰/۵	۷۱۷۳
	۰/۲۵	۱۰۰۱
	۰/۱	۸۴۷
	۰	۱۸۷
سطح معنی‌داری		*۰/۰۵

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این مطالعه نشان داد که بافت آبشش نسبت به روده و هپاتوپانکراس دارای بالاترین میزان تجمع نانو ذرات نقره بوده است. به نظر می‌رسد میزان بالاتر تجمع نقره در بافت آبشش نسبت به دیگر بافت‌های مطالعه شده، به دلیل تماس مستقیم بافت آبشش با محیط آبی و همچنین عملکرد فیزیولوژیک ویژه این بافت در تنفس و تعادل اسمزی می‌باشد (۲۰). نتایج این مطالعه همسو با یافته‌های Tunka و همکاران بوده که نشان دادند میزان تجمع فلزات در بافت آبشش خرچنگ دراز آب شیرین بیشتر از بافت هپاتوپانکراس بوده است (۱۰). در مقابل یافته‌های Guner نشان داد که میزان تجمع کادمیوم در دوره‌های ۷، ۱۴ و ۲۱ روزه مواجهه خرچنگ دراز آب شیرین با کادمیوم، در بافت هپاتوپانکراس بیشتر از بافت آبشش بوده است (۲۱) و یافته‌های Kuklina و همکاران نیز نشان داد که میزان تجمع فلزات در هپاتوپانکراس این‌گونه بیشتر از بافت آبشش بوده است و نتایج مطالعه اخیر نشان داد که بافت هپاتوپانکراس می‌تواند به‌عنوان بافت هدف در سنجش آلاینده‌های فلزی در این‌گونه به کار رود (۲۲). در مطالعه‌ای دیگر Farlow میزان تجمع زیستی نانو ذرات نقره و یون نقره را در گونه‌ای از خرچنگ‌های آب

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-21]

شیرین در لویزانای آمریکا موردبررسی قرارداد و بیان داشت که میزان تجمع یون نقره بیشتر از نانو ذرات نقره بوده است و میزان تجمع نسبت به گروه کنترل اختلاف معنی‌داری داشت (۲۳). با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر و سایر مطالعات انجام‌شده در مورد تجمع مواد با پایه فلزی در گونه‌های خرچنگ دراز آب شیرین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که میزان تجمع آلاینده‌ها بسته به نوع گونه، بافت و نوع آلاینده می‌تواند متغیر باشد.

از ویژگی‌های مهم در بحث‌های سم‌شناسی محیطی، قابلیت انتقال آلاینده‌ها در اکوسیستم‌های آبی، از محیطی آبی به بافت موجود زنده می‌باشد. در طی این فرآیند مقداری از آلاینده از محیط توسط بافت آبزی جذب و در بدن توزیع می‌گردد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در تمامی غلظت‌ها (به‌استثناء غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر در بافت روده) قابلیت تجمع زیستی نانو ذرات نقره از محیط آبی به بدن خرچنگ روند رو به افزایش داشته است، به‌طوری‌که این افزایش انتقال زیستی در بافت آبشش به ۵۸ برابر بیشتر از غلظت نانو ذرات نقره در آب هم رسیده است. در این راستا، Jang و همکاران در طی مطالعه‌ای میزان تجمع زیستی نانو ذرات نقره از محیط آکواریوم به بافت‌های روده و آبشش کپور معمولی را به ترتیب ۴/۸ تا ۵/۵ برابر نسبت به محیط آکواریوم ارائه کردند (۲۴). همچنین در مطالعه‌ای دیگر Ates و همکاران، میزان انتقال زیستی نانو ذرات دی‌اکسید تیتانیوم را در بافت‌های آبشش و روده بررسی کردند و مشاهده کردند که در غلظت‌های ۱۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر این ماده در محیطی آبی، قابلیت تجمع نانو ذرات دی‌اکسید تیتانیوم در بافت روده بیشتر از بافت آبشش می‌باشد، بااین‌وجود مقدار تجمع مشاهده‌شده در آن مطالعه، کمتر از غلظت نانو ذرات دی‌اکسید تیتانیوم موجود در آکواریوم گزارش شد (۲۵). در پایان می‌توان نتیجه گرفت که قابلیت انتقال آلاینده‌ها از محیط آبی به بافت موجودات زنده به پارامترهای مختلفی ازجمله نوع آلاینده، شرایط محیط آبی، گونه موردمطالعه و نوع بافت می‌تواند متغیر باشد.

منابع

1- Massarsky A, Trudeau VL, Moon TW. Predicting the environmental impact of nanosilver. Environ. Toxicol Phar 2014; 38: 861-873

2- Woodrow Wilson Database. at http://www.nanotechproject.org/cpi/about/analysis/. 2013; Accessed May 11, 2015.

3- Cheng D, Yang J, Zhao Y. Antibacterial materials of silver nanoparticles application in medical appliances and appliances for daily use. Chin Med Equip J 2004; 4: 26-32.

4- Chen J, Han CM, Lin XW, Tang ZJ, Su SJ. Effect of silver nanoparticle dressing on second degree burn wound, Zhonghua. Wai. Ke. Za. Zhi 2006; 44(1): 50-52.

5- Muangman P, Chuntrasakul C, Silthram S, Suvanchote S, Benjathanung R, Kittidacha S, Rueksomtawin S. Comparison of efficacy of 1% silver sulfadiazine and Acticoat for treatment of partial-thickness burn wounds. J Med Assoc Thai 2006; 89: 953-958.

6- Cohen MS, Stern JM, Vanni AJ, Kelley RS, Baumgart E, Field D, Libertino JA, Summerhayes IC. In vitro analysis of a nanocrystalline silver-coated surgical mesh. Surg Infect 2007; 8: 397-403.

7- Mueller NC, Nowack B. Exposure modeling of engineered nanoparticles in the environment. Environ Sci Technol 2007; 42: 4447-4453

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-21]

8- Bondarenko O, Juganson K, Ivask A, Kasemets K, Mortimer M, Kahru A. Toxicity of Ag, CuO and ZnO nanoparticles to selected environmentally relevant test organisms and mammalian cells in vitro: a critical review. Arch Toxicol 2013; 87: 1181-1200
9- van der Schalie WH, Shedd TR, Knechtges PL, Widder MW. Using higher organisms in biologically early warning systems for real time toxicity detection. Biosens Bioelectron 2001; 16: 457-465.
10- Tunca E, Üçüncü E, Kurtulus B, Ozkanc AD, Atasagun S. Accumulation trends of metals and a metalloid in the freshwater crayfish *Astacus leptodactylus* from Lake Yeniça˘ga (Turkey). Chem Ecol 2013; 29: 754-769.
11- Tunca E, Üçüncü E, Ozkan AD, Ulger ZE, Tekinay T. Tissue distribution and correlation profiles of heavy-metal accumulation in the freshwater Crayfish *Astacus* leptiodactylus. Arch Environ Contam Toxicol 2013; 64: 676-691.
12- Mohammadi Gh. The comparison of meristic characteristics of subspecies *Astacus leptodactylus leptodactylus* in Anzali wetland and Aras dam habitats. Pajouhesh & Sazandegi 2007; 75: 171-180
13- Alcorlo P, Otero M, Crehuet M, Baltanás A, Montes C. The use of the red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*, Girard) as indicator of the bioavailability of heavy metals in environmental monitoring in the River Guadiamar (SW, Spain) Sci Total Environ 2006; 366: 380-390.
14- Tunca E, Üçüncü E, Ozkan AD, Ulger ZE, Tekinay T. Tissue distribution and correlation profiles of heavy-metal accumulation in the freshwater Crayfish *Astacus leptodactylus*. Arch Environ Contam Toxicol 2013; 64: 676-691.
15- Anderson MB, Reddy P, Preslan JE, Fingerman M, Bollinger J, Jolibois L. et al. Metal accumulation in crayfish, *Procambarus clarkii*, exposed to a petroleum-contaminated Bayou in Louisiana. Ecotoxicol Environ Saf 1997; 37: 267-272.
16- Naghshbandi N, Zare S, Heidari R, Razzaghzadeh S. Concentration of heavy metal in different tissues of *Astacus leptodactylus* from Aras Dam of Iran. Pak J Biol Sci 2007; 10: 3956-3959.
17- Asghari S, Johari SA, Lee JH, Kim YS, Jeon YB, Choi HJ, Moon MC, Yu IJ. Toxicity of various silver nanoparticles compared to silver ions in *Daphnia magna*. J Nanobiotechnol 2013; 10: 10-14.
18- Johari SA, Kalbassi MR, Soltani M, Yu IJ. Toxicity comparison of colloidal silver nanoparticles in various life stages of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Iran J Fish Sci 2013; 12(1): 76-95.
19- Salari Joo H, Kalbassi MR, Yu IJ, Lee JH, Johari SA. Bioaccumulation of silver nanoparticles in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Influence of concentration and salinity. Aquat Toxicol 2013; 140 (141): 398-406.
20- Heath AG. Water pollution and fish physiology DRS press. Boston, USA, 245 p. 1987
21- Guner U. Cadmium bioaccumulation and depuration by freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus*. Ekoloji 2010; 19: 23-28
22- Kuklina I, Kouba A, Buli IM, Horká I, Duris Z, Kozák P.Accumulation of heavy metals in crayfish and fish from selected Czech reservoirs. BioMed Res Int 2014; in press
23- Farlow JK. Chronic toxicity of nano metallics on red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) in laboratory and mesocosm studies. MSc Thesis, Louisiana State University. 2014
24- Jang MH, Kim WK, Lee SK, Henry TB, Park JW. Uptake, tissue distribution, and depuration of total silver in common carp (*Cyprinus carpio*) after aqueous exposure to silver nanoparticles. Environ Sci Technol 2014; DOI: 10.1021/es5022813
25- Ates M, Demir V, Adiguzel R, Arslan Z. Bioaccumulation, subacute toxicity, and tissue distribution of engineered titanium dioxide nanoparticles in goldfish (*Carassius auratus*). J Nanomater 2013; 25: 1-6.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-21]

Original paper

Bioconcentration of silver nanoparticles in narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus*)

Seyed Ali Johari[1], Borhan Mansouri[2], Leila Dekani[3], Saba Asghari[3]
1-Assistant Professors, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.
E-mail: a.johari@uok.ac.ir
2- Student Research Committee, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran.
3- MSc. Student of Aquaculture, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

Abstract
Background and Aims: The increasing use of silver nanoparticles (AgNPs) in the future will result in pouring this material into the environment and will cause health and environmental problems to humans and other organisms. In this context, the use of biological indicators is necessary for environmental monitoring and control. The purpose of this study was to evaluate the accumulation capacity of AgNPs in the gills, intestines and hepatopancreas of freshwater crayfish, as an indicator of environment.
Material and Method: In this study, 15 adult male freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus*) were caught from the Aras River (north-west of Iran). Crayfish were exposed to five concentrations of AgNPs colloid (0, 0.1, 0.25, 0.5, and 1 mg/l) for a period of 6 days. The concentration of silver in the intestines, gills and hepatopancreas were measured using Phoenix 986 atomic absorption. The One-Way ANOVA was used to compare the levels of AgNPs in the tissues.
Results: According to the findings of this study the highest accumulation of silver were observed in the gill tissue. Also the accumulation amount in the hepatopancreas and intestinal tissues depends on the concentration of AgNPs in the water, so that at lower concentrations, accumulation in the intestine was higher than the hepatopancreas but in higher concentrations, accumulation in the hepatopancreas was higher than the intestine.
Conclusion: In this study, the silver bioconcentration was dependent on the target tissue and concentration of AgNPs in the water. Also, due to the higher concentration of silver in the gills of freshwater crayfish in comparison with other tissues, this organ can be recommended as a suitable target tissue. More studies are needed to obtain more comprehensive information about the impact mechanism of AgNPs accumulation in different tissues of this aquatic organism.
Keywords: Silver nanoparticles, Aquatic toxicology, Nanotoxicology, Bioconcentration, Crayfish**.**

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-21]