مستخرج از پایان نامه

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و سوم، شماره پنج، مردادماه ۱۴۰۰(۸۰-۷۱)

بررسی محدوده کشندگی نانو ذرات نقره بر ماهی قرمز (*Carassius auratus gibelio*)

محمد فروهر واجارگاه[1*]
mohammad.forouhar@yahoo.com
محمدرضا ایمانپور[2]
علی شعبانی[3]
سید علی اکبر هدایتی[4]

تاریخ دریافت: ۹۵/۴/۹ **تاریخ پذیرش: ۹۵/۶/۱۷**

چکیده

زمینه و هدف: با توجه به گسترش روزافزون استفاده از نانو مواد به خصوص نانو نقره که به دلیل خاصیت آنتی باکتریال در صنایع مختلف استفاده می‌شود و گریزناپذیر بودن ورود آن به آب‌های جاری، در این تحقیق به تعیین پاسخ‌های کشندگی نانو نقره بر روی ماهی قرمز پرداختیم.

روش بررسی: برای تعیین سمیت نانو نقره از روش استاندارد O.E.C.D راهنمای شماره ۲۰۳ استفاده شد. ثبت تلفات به صورت روزانه طی مدت ۹۶ ساعت انجام شده و بعد از ثبت تلفات، اقدام به تعیین سمیت کشنده در ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت با استفاده از نرم افزار پروبیت گردید. در نهایت میزان حداکثر غلظت مجاز و درجه سمیت مشخص شد.

یافته ها: در طی مدت زمان ۲۴ تا ۹۶ ساعت با افزایش غلظت نانو نقره، مرگ و میر نسبی ماهی ها افزایش پیدا کرد. میزان مرگ و میر در غلظت های ۰، ۰/۰۱ ، ۰/۱ ، ۰/۵ ، ۱ ، ۲/۵ و ۵ میلی گرم بر لیتر پس از ۲۴ ساعت به ترتیب: ۰، ۰،۰،۰ ، ۴، ۱۱ و ۲۱ و میزان مرگ و میر در غلظت های ۰، ۰/۰۱ ، ۰/۱ ، ۰/۵ ، ۱ ، ۲/۵ و ۵ میلی گرم بر لیتر پس از ۹۶ ساعت به ترتیب: ۰، ۰،۰،۰ ، ۱۰، ۲۱، ۲۱ و ۲۱ به دست آمد. بر اساس این نتایج میزان غلظت کشنده (LC_{50}) نانو نقره بر ماهی قرمز در طی زمان۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت به ترتیب ۲/۳۱ و ۱/۴۸ و ۰/۹۹۵ و ۰/۵۳ میلی گرم بر لیتر حاصل شد.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان. ایران. *(مسوول مکاتبات)
۲- استاد گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان. ایران.
۳- دانشیار گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان. ایران.
۴- دانشیار گروه تولید و بهره برداری آبزیان ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان. ایران.

بحث و نتیجه گیری: به طور کلی نتایج نشان می‌دهد سمیت نانو نقره در دوران انگشت قدی بسیار بالاست و نباید با گسترش روز افزون این ماده، از اثرات سو آن نیز چشم پوشی کرد. هم‌چنین لازم است تا هنگام ارزیابی اثرات سمی نانو نقره، نتایج آن با نتایج یون نقره مقایسه شود.

واژه های کلیدی: آبزی، نانو سم شناسی، فلزات سنگین، نقره.

J. Env. Sci. Tech., Vol 23, No. 5, August, 2021

Study on lethal Effects on Silver Nano Particles of Goldfish (*Carassius Auratus Gibelio*)

Mohammad Forouhar Vajargah[1]
mohammad.forouhar@yahoo.com
Mohammad Reza Imanpoor[2]
Ali Shabani[3]
Aliakbar Hedayati[4]

Admission Date: September 7, 2016 Date Received: June 29, 2016

Abstract

Background and Objective: Due to the increasing use of nano-materials, especially nano silver because of the anti-bacterial inevitable is used in various industries, it will entry into the ecosystems, so in this study, the toxic response of nano silver on goldfish was studied.

Material and Methodology: To determine the toxicity of nano-silver, O.E.C.D standard method number 203 was used. Mortality recorded was daily basis over a period of 96 hours and after records, to determine the lethal toxicity in the 24, 48, 72 and 96 hours, probit software was used. Finally, the maximum allowable concentration and degree of toxicity was found.

Findings: During the period of 24 to 96 hours with increasing concentrations of nano silver, mortality of fish was increased. The mortality rate at concentrations of 0, 0.01, 0.1, 0.5, 1, 2.5 and 5 mg after 24 hours were 0,0,0,0, 4, 11 and 21 respectively, in concentrations of 0, 0.01, 0.1, 0.5, 1, 2.5 and 5 mg after 96 hours, mortality rates were 0,0,0, 10, 21, 21 and 21, respectively. Based on these results, the lethal concentration (LC_{50}) of nano silver on goldfish in time 24, 48, 72 and 96 hours were obtained 2.31 and 1.48 and 0.995 and 0.53 ppm respectively.

Discussion and Conclusion: In general, the results show that the toxicity of silver nano is very high during the finger period and its side effects should not be ignored with the increasing spread of this substance. It is also necessary to compare the results with silver ions when evaluating the toxic effects of nano-silver.

Key word: Aquatic, Nano-Toxicology, Heavy Metals, Silver.

1- Postgraduate of Aquaculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran. *(Corresponding Author)*
2- Full Professor, Department of Aquaculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.
3- Associate Professor, Department of Aquaculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.
4- Associate Professor, Department of Aquatics Production and Exploitation, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.

مقدمه

ورود مواد آلاینده‌ی ناشی از فعالیت‌های مختلف صنعتی، بهداشتی و غیره به اکوسیستم‌های آبی، می‌تواند ضمن بر هم زدن تعادل موجود در اکوسیستم، آن را با خطر نابودی مواجه سازد. لذا شناخت اثرات متقابل عوامل استرس‌زا و اثرات سوء آن‌ها بر روی جوامع زیستی، متخصصان امر را در تعیین استانداردهای محدود کننده و اثرات فلزات و سایر آلاینده‌ها بر مکانیسم‌های بیولوژیکی و فیزیولوژیکی موجودات و در نهایت حفاظت از محیط‌زیست یاری می‌کند. این آلاینده‌ها در نهایت می‌توانند وارد زنجیره غذایی و بدن انسان شده و آسیب‌های ایمنی زیادی را در پی داشته باشند (۱).

سمیت یک ماده، به قابلیت ذاتی یک ماده در ایجاد صدمه به موجود زنده اطلاق می‌شود. میزان نقره در پوسته زمین در حدود ۰/۱ گرم در هر تن می‌باشد (۲). در میان آلاینده های فلزی، یون نقره بسیار سمی است و بالاترین درجه سمیت را در رده بندی مواد سمی به خود اختصاص داده است. سمی بودن آن برای طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها و هم‌چنین سمیت کم آن برای انسان منجر به توسعه تعداد زیادی از محصولات بر پایه نقره شده است(۳).

در سال‌های اخیر نانو تکنولوژی تبدیل به یکی از مهم‌ترین و مهیج‌ترین حوزه‌های رو به پیشرفت در فیزیک، شیمی، علوم مهندسی و زیست‌شناسی شده است (۴). نانوکلمه ای یونانی است که برای تعیین یک میلیاردم یا $۱۰^{-۹}$ یک کمیت استفاده می‌شود (۵). ماده اصلاح شده در مقیاس نانو، خصوصیات جدید و مفیدی را دارا است که قبلاً در آن مشاهده نمی‌شد. این خواص جدید مربوط به نسبت سطح به حجم بالای آن‌هاست. اما گفتنی است که باتوجه به نوظهور بودن فناوری نانو هنوز از خطرات احتمالی این ذرات برای محیط زیست، ارزیابی دقیقی صورت نگرفته است. نانوذرات به طور طبیعی از ابتدا در کره زمین وجود داشته اند و موجودات زنده در طی تکامل، با نانوذرات طبیعی سازگار شده اند.با این حال، از آن جا که نانوذرات مصنوعی تولید بشر هستند و در فرآیند تکامل وجود نداشته اند، در حال حاضر، نگرانی زیادی پیرامون آلودگی موجودات زنده با آن ها وجود دارد. با توجه به این‌که نگرانی فزاینده ایمنی نانوذرات و مساله سمیت آن‌ها وجود دارد، در کنار تمامی مزایای خاص حاصل از نانوذرات، به خطرسازبودن آن‌ها برای موجودات زنده هم باید توجه داشت و نباید با مشاهده برخی دستاوردهای فناوری نانو از مضرات احتمالی آن چشم پوشی کرد (۶).

با استفاده از فناوری نانو، فلز نقره به ذراتی کم تر از ۱۰۰ نانو متر تبدیل می‌شود که به آن نانو نقره می‌گویند. نانوذرات نقره عمدتاً، به‌دلیل خواص فیزیکی و شیمیایی ویژه‌ای که از خود نشان می‌دهند در مصارف الکترونیکی، نوری، دارویی و بهداشتی و کاتالیتیکی کاربرد فراوان دارند. اثر ضد باکتریایی نانو نقره به اثبات رسیده و امروزه در صنایع مختلف کاربرد فراون دارد(۷). در واقع نانوذرات نقره برای عوامل بیماری‌زا یک سم تلقی می‌شود و برای بدن انسان، غذاها و بافت‌ها بی‌ضرر است(۸). گرایش به استفاده از این مواد در سال‌های اخیر گسترش یافته و کاربرد این مواد در زمینه‌های مختلف در حال گسترش است (۹).

ماهی قرمز(*Carassius auratus gibelio*) از خانواده کپور ماهیان می‌باشد و از لحاظ شرایط زیستی و تغذیه‌ای شبیه کپور معمولی است. این ماهی در ایران در حوضه‌های دریای خزر، دریاچه ارومیه و هامون در سیستان و رودخانه کارون پراکنش یافته است. انتشار این ماهی توسط انسان صورت گرفته است و به این علت این ماهی در رودخانه‌های اروپا هم دیده می‌شود. ماهی قرمز جهت تزیین پارک‌های ملی و آکواریوم‌ها بسیار مناسب است و از این نظر مورد توجه می‌باشد. این گونه جهت مطالعات تولیدمثلی، آندوکرینولوژی، سلولی، ایمنی شناسی، سم شناسی و مولکولی بسیار مناسب می‌باشد، زیرا از اندازه مناسبی جهت تحقیقات آزمایش گاهی برخوردار است و هم چنین در محیط‌های آزمایش گاهی به راحتی قادر به بلوغ و تولیدمثل می‌باشد. در واقع از این گونه به عنوان مدل جهت بررسی کپورماهیان استفاده می‌شود (۱۰). با توجه به گسترش روزافزون استفاده از نانو مواد به خصوص نانو نقره که به دلیل خاصیت آنتی باکتریال در صنایع مختلف استفاده می-شود و گریزناپذیر بودن ورود آن به آب‌های جاری، در این

تحقیق به تعیین پاسخ‌های کشندگی نانو نقره بر روی ماهی قرمز پرداختیم.

روش بررسی

در این تحقیق ۱۰۵ قطعه ماهی قرمز در آبان ماه ۱۳۹۴ به مدت دو هفته جهت سازگاری با شرایط محیطی آکواریوم، نگه داری شدند. ۱۲ عدد تانک فایبرگلاس ۱۰۰ لیتری در سالن آب زی پروری دانش گاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان برای انجام طرح در نظر گرفته شد. بعد از ضدعفونی و آماده‌سازی تانک‌های فایبرگلاس، آب گیری آن‌ها صورت گرفت. در طول دوره‌ی آزمایش، فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب اندازه‌گیری شد که شامل دمای آب ۱±۲۱ درجه سانتی‌گراد، ۷/۹ – ۶/۷، غلظت اکسیژن محلول ۹-۷ میلی گرم در لیتر pH و سختی آب ۲۱۰ میلی گرم کربنات کلسیم در لیتر بود.

برای تعیین سمیت نانو نقره از روش استاندارد O.E.C.D راهنمای شماره ۲۰۳ (Static-constant test condition) استفاده شد (۱۱). از آن جا که اطلاعاتی در مورد بررسی سمیت نانو نقره در این گونه موجود نبود، ابتدا اقدام به انجام آزمایش‌های مقدماتی در سطح کوچک جهت به دست آوردن حدود غلظت کشنده این ماده در ماهی قرمز گردید و سپس بر اساس این اطلاعات غلظت های متوالی از نانو نقره برای ماهی قرمز در نظر گرفته شد، به طوری که غلظت ایجاد کننده ۱۰۰٪ تلفات و غلظت غیر کشنده در بین این غلظت‌ها قرار گیرد. هر یک از غلظت‌های نانو نقره در سه تکرار ایجاد شد. هر آکواریوم مجهز به سیستم هوادهی بوده و شرایط فیزیکوشیمیایی آب در تمام آکواریوم‌ها مشابه بود. با توجه به روش مورد استفاده (Static-renewal test condition) برای جلوگیری از اثر متابولیت‌ها و مواد آلی دفعی ماهی و نیز نگه داری غلظت نانو نقره در حد غلظت اولیه، آب تمام مخازن روزانه با آب حاوی همان غلظت نانو نقره تعویض گردید. ماهی‌های بی‌حرکت و فاقد حرکت سرپوش آبششی، مرده محسوب شده و از آب خارج شدند. ثبت تلفات به صورت روزانه طی مدت ۹۶ ساعت انجام شد و بعد از ثبت تلفات، اقدام به تعیین LC_{10}, LC_{20}, LC_{30}, LC_{40}, LC_{50}, LC_{60}, LC_{70}, LC_{80}, LC_{90}, LC_{95} در ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت با استفاده از نرم افزار پروبیت گردید. در نهایت میزان حداکثر غلظت مجاز و درجه سمیت مشخص شد. مقادیر LC_{50} مطابق دستورالعمل Finney با روش Probit analysis و به کمک نرم افزار Spss محاسبه شد. در روش پروبیت لگاریتم غلظت های نانو نقره در محور X و مقادیر پروبیت درصد مرگ و میر در محور Y قرار گرفت. محدوده اطمینان ۹۵٪ با فرمول Mohapatra and (1995) Rengarajan, محاسبه شد. LC value and standard error SE of LC با روش Probit procedure محاسبه گردید. LC10,30,50,70,90 با استفاده از پروبیت ۱۰، ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ با استفاده از جدول مرگ و میر پروبیت و رگرسیون آن محاسبه شد. مقادیر confidence limits ۹۵٪ با فرمول LC50 (95% CL) = LC50 ± 1.96 [SE (LC50)] برآورد گردید. مقادیر SE با فرمول $SE(LC_{50}) = \frac{1}{b\sqrt{pnw}}$ محاسبه شد، در حالی که b شیب خط رگرسیون نانو نقره/پروبیت، p تعداد نانونقره استفاده شده، n تعداد ماهیان مورد استفاده در هر گروه، w میانگین وزن ماهیان مورد استفاده (Hotos and Vlahos, 1998). تست 96h-LC50 بر اساس روش Boudou و Ribeyre (۱۹۹۷) محاسبه شد.

یافته ها

در طی آزمایش تعیین محدوده کشندگی نانو نقره بر روی ماهی قرمز در غلظت های صفر، ۰/۰۱و ۰/۱ میلی گرم بر لیتر، مرگ و میری مشاهده نشد، ولی در غلظت های بیش تر از ۱ میلی گرم بر لیتر، میزان تلفات ۱۰۰ درصد بود (جدول ۱). در طی مدت زمان ۲۴ تا ۹۶ ساعت با افزایش غلظت نانو نقره مرگ و میر نسبی ماهی قرمزها افزایش پیدا کرد. مرگ و میر نسبی ماهی قرمزها در غلظت های مورد مطالعه در جدول (۱) نشان داده شده اند.

جدول۱- میزان مرگ و میر در تست سمیت حاد (LC_{50} 96h) (تعداد در هر تیمار=۲۱ عدد) ماهی قرمز در مواجهه با غلظت-های نانو نقره (mg/L).

Table 1.Mortality in acute toxicity test (LC_{50} 96h) (Number in each treatment = 21) of Seven Gold fish exposed to Nano Silver concentrations (mg / L)

غلظت	تعداد ماهی	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت	۹۶ ساعت
۰	۲۱	۰	۰	۰	۰
۰/۰۱	۲۱	۰	۰	۰	۰
۰/۱	۲۱	۰	۰	۰	۰
۰/۵	۲۱	۰	۰	۱۰	۱۰
۱	۲۱	۴	۱۳	۱۹	۲۱
۲/۵	۲۱	۱۱	۱۷	۱۸	۲۱
۵	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱

بر اساس این نتایج میزان غلظت کشنده (LC_{50}) نـانو نقـره بـر ماهی قرمز در طی زمان ۲۴ ساعت ۲/۳۱ میلـی گـرم بـر لیتـر حاصل شد.

جدول۲-غلظت کشنده (LC_{10-95}) نانو نقره (mg/L) با حدود اطمینان ۹۵ ٪ در طی زمان ۲۴ ساعت

Table 2. Lethal concentration (LC_{10-95}) of Nano Silver (mg/L) by 95% confidence limit within 24 hours exposure

LC	غلظت کشنده	حدود اطمینان ۹۵٪	
		حد پایین	حد بالا
LC10	۱/۰۹۵	۰/۶۰۵	۱/۴۵۳
LC20	۱/۵۱۳	۱/۱۲۳	۱/۸۷۹
LC30	۱/۸۱۵	۱/۴۵۸	۲/۲۲۵
LC40	۲/۰۷۳	۱/۷۱۷	۲/۵۴۸
LC50	**۲/۳۱۴**	۱/۹۴۳	۲/۸۶۶
LC60	۲/۵۵۵	۲/۱۵۶	۳/۱۹۷
LC70	۲/۸۱۳	۲/۳۷۵	۳/۵۶۰
LC80	۳/۱۱۵	۲/۶۲۳	۳/۹۹۳
LC90	۳/۵۳۳	۲/۹۵۷	۴/۶۰۳
LC95	۳/۸۷۹	۳/۲۲۸	۵/۱۱۳

بر اساس این نتایج میزان غلظت کشنده (LC_{50}) نـانو نقـره بـر ماهی قرمز در طی زمان ۴۸ ساعت ۱/۴۸ میلـی گـرم بـر لیتـر حاصل شد.

جدول۳-غلظت کشنده (LC_{10-95}) نانو نقره (mg/L) با حدود اطمینان ۹۵ ٪ در طی زمان ۴۸ ساعت

Table 3. Lethal concentration (LC_{10-95}) of Nano Silver (mg/L) by 95% confidence limit within 48 hours exposure

LC	غلظت کشنده	حدود اطمینان ۹۵٪	
		حد پایین	حد بالا
LC10	۰/۵۰۳	-	۱/۱۷۲
LC20	۰/۸۳۹	-	۱/۶۵۳
LC30	۱/۰۸۱	۰/۱۴۵	۲/۱۷۵
LC40	۱/۲۸۸	۰/۵۳۱	۲/۷۶۰
LC50	**۱/۴۸۲**	۰/۸۰۲	۳/۳۹۸
LC60	۱/۶۷۵	۱/۰۱۶	۴/۰۹۲
LC70	۱/۸۸۲	۱/۲۰۸	۴/۸۷۲
LC80	۲/۱۲۴	۱/۴۰۵	۵/۸۱۳
LC90	۲/۴۶۰	۱/۶۴۸	۷/۱۴۶
LC95	۲/۷۳۷	۱/۸۳۶	۸/۲۶۱

بر اساس این نتایج میزان غلظت کشنده (LC_{50}) نـانو نقـره بـر ماهی قرمز در طی زمان ۷۲ ساعت ۰/۹۹۵ میلی گـرم بـر لیتـر حاصل شد.

جدول۴- غلظت کشنده (LC_{10-95}) نانو نقره (mg/L) با حدود اطمینان ۹۵ ٪ در طی زمان ۷۲ ساعت

Table 4. Lethal concentration (LC_{10-95}) of Nano Silver (mg/L) by 95% confidence limit within 72 hours exposure

LC	غلظت کشنده	حدود اطمینان ۹۵٪	
		حد پایین	حد بالا
LC10	-	-	-
LC20	۰/۳۱۸	-	-
LC30	۰/۵۵۸	-	-
LC40	۰/۷۶۴	-	-
LC50	**۰/۹۹۵**	-	-
LC60	۱/۱۴۷	-	-
LC70	۱/۳۵۲	-	-
LC80	۱/۵۹۲	-	-
LC90	۱/۹۲۵	-	-
LC95	۲/۲۰۰	-	-

بر اساس این نتایج میزان غلظت کشنده (LC_{50}) نانو نقره بر ماهی قرمز در طی زمان ۹۶ ساعت ۰/۵۳ میلی گرم بر لیتر حاصل شد.

جدول۵-غلظت کشنده (LC_{10-95}) نانو نقره (mg/L) با حدود اطمینان ۹۵ ٪ در طی زمان ۹۶ ساعت

Table 5.Lethal concentration (LC_{10-95}) of Nano Silver (mg/L) by 95% confidence limit within 96 hours exposure

LC	غلظت کشنده	حدود اطمینان ۹۵٪	
		حد پایین	حد بالا
LC10	۰/۲۶۰	۰/۰۹۶	۰/۳۶۱
LC20	۰/۳۵۳	۰/۲۲۷	۰/۴۴۸
LC30	۰/۴۲۱	۰/۳۱۳	۰/۵۱۹
LC40	۰/۴۷۸	۰/۳۸۰	۰/۵۸۷
LC50	**۰/۵۳۲**	۰/۴۳۷	۰/۶۵۶
LC60	۰/۵۸۵	۰/۴۸۹	۰/۷۲۹
LC70	۰/۶۴۳	۰/۵۴۱	۰/۸۱۱
LC80	۰/۷۱۰	۰/۵۹۹	۰/۹۱۱
LC90	۰/۸۰۳	۰/۶۷۵	۱/۰۵۳
LC95	۰/۸۸۰	۰/۷۳۵	۱/۱۷۲

بحث و نتیجه گیری

در دهه‌های اخیر، نانوتکنولوژی به عنوان یک فناوری کاربردی مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین آلودگی با نانو ذرات به عنوان مساله‌ای جدید و خطرناک مطرح شده است. فناوری نانو در معنای ساده استفاده از مواد و ساختارها در مقیاس نانو (حداقل در یک بعد ۱۰۰-۱ نانومتر) است. نانو مواد عمدتاً نسبت به مواد با ترکیبات مشابه، تفاوت معنی‌داری درخصوصیات منحصر به فرد فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی نشان می‌دهند (۱۲).

نانو مواد تولید شده از مسیرهای مختلف وارد اکوسیستم آب، خاک و هوا می‌شوند و نهایتاً موجودات زنده، به دلیل تعامل با این اکوسیستم‌ها در معرض نانو مواد قرار می‌گیرند (۱۳). نانو نقره، یکی از پرکاربردترین نانوذرات در حوزه نانو پس از نانو لوله‌های کربن است که هرروزه بر کاربرد آن در دنیای نانو افزوده می شود. یکی از دلایل کاربرد گسترده این ذرات، به دلیل خاصیت آنتی باکتریال این ذرات است (۸) ولی با این حال نباید از اثر سمیت این مواد نیز چشم‌پوشی کرد.

مطالعات کمی پاسخ کشندگی ماهیان را در برابر نانو ذرات نقره بررسی کرده است و بیش تر مطالعات هماتولوژی و هیستولوژی در مورد این سم صورت گرفته است که این پارامترها به نحو گویاتری حساسیت آب زیان را به حضور سم نشان می دهد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مقدار LC_{50-96h} نانو نقره برای ماهی قرمز۰/۵۳۲ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد که با افزایش زمان مجاورت و افزایش مقدار ، سمیت نانو نقره افزایش می یابد.

در مطالعه ای که توسط علیشاهی و مصباح بر روی ۴ گونه ماهی انجام گرفت (۱۴) مشخص گردید که حساسیت ماهی های مختلف نسبت به نانو ذرات نقره نسبتاً زیاد و متفاوت است به طوری که LC_{50} ۹۶ ساعته این ماده بر چهار گونه کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*)، برزم (*Barbus pectoralis*)، افرا (*Herotilapia multispinosa*) و گوپی (*Poecilia reticulate*) به ترتیب برابر ۱/۱۲، ۰/۷۸، ۵/۷،

۷/۳۶ بوده است. و این مقدرا بین دو ماهی زینتی افـرا و گـوپی تفاوت معنی داری نداشت ولی نسبت به دو گروه کپـور و بـرزم معنی دار بود (p<۰/۰۵) ولی سمیت نانو نقره بین دو گروه برزم و کپور معنی دار نبود و بین این گونه‌ها بـرزم، حسـاس‌تـرین و کپور مقاوم ترین بود که این نتایج با نتـایج نویسـندگان همـین مقاله در سال ۹۰ هم خـوانی دارد(۱۵) کـه بیـان مـی‌کننـد در مقایسـه سـمیت نـانو ذرات نقـره در ماهیـان آمـور (*Ctenopharyngodon idella*)، شـیربت (*Barbus grypus*)، سـوروم (*Cichlosoma severums*) و اسـکار (*Astronorus ocellatus*)، ماهی های آکواریومی اسـکار و سوروم در برابر نانو ذرات نقره مقاومت بـیش تـری نسـبت بـه ماهیان پرورشی آمورو ماهیان وحشی شیربت دارند. نتـایج بـالا با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد، زیرا ماهی کاراس طلایـی از ماهیـان زینتـی و خـانواده کپـور ماهیـان اسـت و مقـدار LC_{50}۹۶ ساعته برای این ماهی کوچک ۰/۵۳۲ میلـی گـرم در لیتر بوده است. بارایلان و همکاران، سـمیت نـانو ذرات نقـره و طلا را در جنین ماهی مدل آزمایش گاهی مـاهی زبـرای دانیـو مطالعه و سمیت بالای نانو ذرات نقره را در این مـاهی گـزارش نمودند، در صورتی که نانوذرات طلا فاقد سمیت برای این ماهی بود(۱۶). در هر صورت حتی با پذیرفتن اثرات منفی این ماده بر محیط زیست، این اثرات مطمئناً کم تر از آنتـی بیوتیـک هـا و مواد شیمیایی ضد باکتریایی مرسوم فعلی با اثرات مشابه اسـت (۱۷، ۱۸). به طور کلی نتـایج مطالعـه حاضـر نشـان مـی‌دهـد سمیت نانو نقره در دوران انگشت قدی بسیار بالاست و نباید بـا گسترش روز افزون این ماده، از اثرات سو آن نیز چشـم پوشـی کرد. نتایج آزمایش‌های بالا بیانگر این مطلب است که چـون در تعیین LC_{50} عوامل مختلفی نظیر جنس ، طول، وزن، و عوامـل محیطی تاثیر گذارند، این مقدار هیچ‌گاه مقدار ثابـت و مطلقـی نخواهد بود و اندازه‌گیری آن به تنهایی هیچ گاه نمی‌تواند بـرای ارزیابی سمیت مواد سمی کافی باشـد. بـه همـین دلیـل بـرای دست یابی به اطلاعات بهتر و ارزیابی خطر این نـانو مـواد بایـد تحقیقات بیش تری در حد سلولی و مولکولی صورت گیرد. هم-چنین لازم است تا هنگام ارزیابی اثرات سمی نـانو نقـره، نتـایج آن با نتایج یون نقره مقایسه شود.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت هـای مـادی و معنـوی دانـش گـاه علـوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در قالب پایان نامه کارشناسـی ارشد صورت گرفت. در ایـن میـان از همراهـی و کمـک جنـاب آقای دکتر علی جافر کمال تشکر و قدردانی را داریم.

Reference

1. Hedayati A, Vajargah MF, Yalsuyi AM, Abarghoei S, Hajiahmadyan M. Acute toxicity test of pesticide abamectin on common carp (*Cyprinus carpio*). Journal of Coastal Life Medicine. 2014;2(11):841-4.
2. Tarbali Neda, Bahavar Maedeh, Ainollahi Nahid, Fariba Planters. The effect of silver nitrate on horseradish peroxidase activity. Feyz Scientific-Research Bi-Monthly. 1391; 16 (7): 713-714
3. Boenigk, Jens. 2014. Effects of Silver Nitrate and Silver Nanoparticles on a Planktonic Community: General Trends after Short-Term Exposure. PloS one: 95-340.
4. Vajargah MF, Hedayati A, Yalsuyi AM, Abarghoei S, Gerami MH, Farsani HG. Acute toxicity of Butachlor to Caspian Kutum (*Rutilus frisii Kutum* Kamensky, 1991). Journal of Environmental Treatment Techniques. 2014;2(4):155-7.
5. Farahbakhsh A, Naeimi A, Movahedi A, Ahrar A, Mozaffari M, Sehati N. 2006, Introduction to Nanotechnology, 503 pages.

6. Khayyam Nekouei. M, Biazar A, Jozaei Gh, 2010, Nanotechnology in Agricultural Sciences, 241 pages.
7. Haredasht M, Mirvaghefi AR. AR, 2012, Applications of Nanotechnology in Fisheries, Nanotechnology Monthly, 11 (6): pp. 15-13.
8. Gong, P., Li, H., He, X., Wang, K., Hu, J., Tan, W., & Yang, X. 2007. Preparation and antibacterial activity of Fe_3O_4–Ag nanoparticles. Nanotechnology, 18(28), 285604.
9. Blaise, C., Gagne, F., Ferard, J. F., & Eullaffroy, P. 2008. Ecotoxicity of selected nano-materials to aquatic organisms. Environmental toxicology, 23(5), 591-598.
10. Chen, X., & Schluesener, H. J. 2008. Nanosilver: a nanoproduct in medical application. Toxicology letters, 176(1), 1-12.
11. Vajargah MF, Hedayati A. Acute toxicity of trichlorofon on four viviparous fish: *Poecilia latipinna*, *Poecilia reticulata*, *Gambusia holbrooki* and *Xiphophorus helleri* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). Journal of Coastal Life Medicine. 2014;2(7):511-4.
12. Banaee M., Sureda A., Mirvaghefi AR., Ahmadi K. 2010. Effects of diazinon on biochemical parameters of blood in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Pesticide Biochemistry and physiology.
13. Zhang, X. D., Wu, H. Y., Wu, D., Wang, Y. Y., Chang, J. H., Zhai, Z. B.,. & Fan, F. Y. 2009. Toxicologic effects of gold nanoparticles in vivo by different administration routes. International journal of nanomedicine, 5, 771-781.
14. Alishahi. M and Mesbah. M, 2010, Comparison of Toxicity of Silver Nanoparticles in Ctenopharyngodon idella, Barbus grypus's (*Astronorus ocellatus*) and Cichlosoma severums, Journal of Marine Biology, Islamic Azad University, Ahvaz Branch, Year 2, Number 7 Pp. 45-51.
15. Alishahi, M. And Mesbah, M., Ghorbanpour, M., 2011. Comparison of nano-silver toxicity in four species of fish. Iranian Journal of Veterinary Medicine. Seventh period. No. 1. Page 41_36.
16. Bar-Ilan, O., Albrecht, R. M., Fako, V. E. and Furgeson, D. Y., 2009. Toxicity assessments of multisized gold and silver nanoparticles in zebrafish. Embryos Small, 5, 16,1897-1910.
17. Vajargah MF, Hossaini SA, Niazie EH, Hedayati A, Vesaghi MJ. Acute toxicity of two pesticides Diazinon and Deltamethrin on Tench (*Tinca tinca*) larvae and fingerling. International Journal of Aquatic Biology. 2013 May 29; 1(3):138-42.
18. Forouhar Vajargah M, Mohammadi Yalsuyi A, Hedayati A. Acute toxicity of povidone-iodine (Betadine) in common carp (*Cyprinus carpio* L. 1758). Pollution. 2017 Oct 1; 3(4): 589-93.