بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد پنجم، شماره اول، بهار ۱۳۹۵
http://japu.gau.ac.ir

تعیین سمیت کشنده نانوذرات نقره روی دافنی ماگنای بالغ، *Daphnia magna*

*مریم اعتمادزاده[۱]، رسول قربانی[۲]، سید علی‌اکبر هدایتی[۳]، محمد هرسیج[۴] و حدیثه کشیری[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد بوم‌شناسی آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران،
[۲]دانشیار گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران، [۳]استادیار گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران، [۴]استادیار گروه شیلات، دانشگاه گنبد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۰۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۳۰

چکیده

استفاده از نانو ذرات نقره (با اندازه کمتر از ۱۰۰ نانومتر) به‌ویژه در حوزه سلامتی به‌صورت گسترده‌ای توسعه یافته است. دافنی ماگنا (*Daphnia magna*) به‌دلیل سادگی تکثیر و حساسیت بالا به تغییرات محیطی دارای کاربرد گسترده‌ای در مطالعات مربوط به آلودگی بو سازگان آبی می‌باشد. هدف از این پژوهش، تعیین سمیت کشندگی (LC_{50} 96h) نانو ذرات نقره بر دافنی ماگنا بالغ بود. نمونه‌های دافنی‌ماگنا از استخرهای پرورش ماهی در گنبد تهیه و در آزمایشگاه در شرایط کنترل‌شده (دمای ۱±۲۰ درجه سانتی‌گراد و ۸:۱۶ ساعت روشنایی/ تاریکی اکسیژن محلول معادل ۸/۸۰ میلی‌گرم در لیتر، پی‌اچ معادل ۸، سختی کل معادل ۲۹۳ میلی‌گرم در لیتر، شوری معادل ۱/۸۶ قسمت در هزار) قرار گرفت. سپس از یک دافنی به‌منظور خالص‌سازی، ۳ نسل متوالی تهیه شد، تست سمیت حاد (LC50) در ٤ غلظت مختلف (۰/۲۵، ۰/۵، ۱ و ۲ قسمت در میلیون) به‌همراه شاهد در ۳ تکرار انجام گردید و نتایج مرگ و میر در طی زمان‌های ۲٤، ٤۸، ۷۲ و ۹٦ ساعت اندازه‌گیری گردید. در این پژوهش میزان $48hLC_{50}$ نانو ذرات نقره بر دافنی ماگنا ۰/٤۱٦ قسمت در میلیون به‌دست آمد. به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که نانو ذرات نقره سمیت بالایی برای دافنی ماگنا داشته و این سمیت با افزایش غلظت و همچنین با افزایش مدت مجاورت افزایش معنی‌داری نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: نانو سم‌شناسی، دافنی ماگنا، سمیت کشندگی

*مسئول مکاتبه: ma.etemadzadeh@yahoo.com

مقدمه

فلزات سنگین یکی از آلوده‌کننده‌های محیط‌های آبی هستند که به‌دلیل سمیت و تجمع در بافت‌های بدن آبزیان مشکلات اساسی ایجاد می‌کنند (کارانو و همکاران، ۲۰۰۲). آلودگی فلزات سنگین ممکن است اثرات مخربی بر روی تعادل بوم‌شناختی و تنوع زیستی بوسازگان آبی داشته باشد (وینودهینی و نارایانان، ۲۰۰۸). میزان نقره به‌عنوان یکی از فلزات سنگین، در پوسته زمین در حدود ۰/۱ گرم در هر تن می‌باشد (تربالی و همکاران، ۲۰۱۲). در ایران مسئله آلودگی زیست‌محیطی به نانو ذرات که به‌تازگی وارد چرخه فرایندی صنایع کشور گردیده، از اهمیت چشم‌گیری برخوردار است چراکه در صورت توجه به‌این مسئله و اقدامات صحیح در زمینه مدیریت این ترکیبات جدید، می‌توان از آلودگی‌های به‌وجود آمده جلوگیری به‌عمل آورد. با استفاده از فناوری نانو، فلز نقره را به ذراتی کمتر از ۱۰۰ نانومتر تبدیل می‌کنند که به آن نانو ذرات نقره می‌گویند (اسچمید و ردیکر، ۲۰۰۸). نانوذرات نقره عمدتاً، به‌دلیل خواص فیزیکی و شیمیایی ویژه‌ای که از خود نشان می‌دهند امروزه در صنایع مختلف کاربرد فراوان دارند (گنگ و همکاران، ۲۰۰۷). از میان مواد نانوی گوناگون، نانو ذرات دی‌اکسید تیتانیوم (TiO_2) و نانو ذرات نقره به‌طور گسترده‌ای مورداستفاده قرار می‌گیرند (بلایس و گاگنی، ۲۰۰۸). با این وجود، ممکن است این مواد طی مراحل ساخت و کاربرد وارد بوسازگان آبی شده و برای حیات آبزیان خطر آفرین شوند. شدت این خطرات به عوامل متعددی از جمله اندازه، نوع نانوذره، بار و گونه‌های آبزی که در مقابله با آن‌ها قرار می‌گیرند بستگی دارد. در برخی از گونه‌ها بعضی برخی از اندام‌ها بیشتر از سایرین تحت تأثیر قرار می‌گیرند. در این میان، ورود نانو ذرات به زنجیره غذایی نیز یک موضوع بسیار جدی می‌باشد. به‌هر حال تعیین میزان آسیب‌رسانی نانو ذرات مختلف بر حیات آبزیان نیازمند مطالعات زیادی می‌باشد (سلیمانی و همکاران، ۲۰۱۶).

در بین زی‌شناوران جانوری، کشت دافنی‌ها به‌خصوص دافنی ماگنا به‌عنوان یک شاخص حساس در مقابله با مواد سمی، در آزمایشگاه ساده می‌باشد. در حقیقت، حساس‌ترین بی‌مهره آبزی در مقابل سموم است می‌باشد، به همین دلیل به‌طور گسترده‌ای در مطالعات بوم سم‌شناسی به‌کار می‌رود (فلاحی و همکاران، ۱۹۹۸). امروزه بوم سم‌شناسی در بوم‌سازگان آبی شیوه‌ای جدید و کارا، جهت سنجش اثرات آلاینده‌ها بر روی موجودات غیرهدف می‌باشد و در این زمینه، تغییر در کار اندام، عادات و رفتار موجودات آبزی از قبیل تنفس، تغذیه و شنا کردن می‌تواند جزء عکس‌العمل‌های اولیه یک موجود، در مقابل فشارهای محیطی ناشی از مواد سمی باشد که می‌تواند سایر مشاهدات از قبیل: کاهش نرخ بقا،

کاهش رشد و زادوولد و غیره را تفسیر نماید (بایر و همکاران، ۲۰۰۹). بررسی حاضر به معرفی گونه دافنی ماگنا به‌عنوان یک جاذب زیستی آلاینده‌های نو ظهور پرداخته است که می‌تواند در خروجی فاضلاب‌های صنعتی مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی و خالص‌سازی گونه: دافنی‌های موردنیاز برای انجام این آزمایش، از استخرهای پرورش ماهی در شهرستان گنبد تهیه شدند. آنگاه از یک دافنی، ۳ نسل متوالی در سالن شهید ناصر فضلی بر آبادی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان تهیه شد تا همگی دارای یک مولد و به‌صورت خالص باشند قابل‌ذکر است که در تمام مراحل آزمایش از دافنی‌های با اندازه مشابه استفاده شد. محیط کشت موردنیاز برای پرورش دافنی‌ها از ۵ گرم کود خشک، ۲۵ گرم خاک و یک لیتر آب مقطر تهیه شد. بعد از چند روز مواد مغذی لازم به‌دست آمد و محیط کشت فیلتر و شیرابه آن جهت تکثیر دافنی مورد استفاده قرار گرفت. برای تکثیر دافنی‌ها از ظرف شیشه‌ای دهان‌گشاد به حجم ۵ لیتر که حاوی ۳ لیتر محیط کشت بود، استفاده شد. هوادهی با استفاده از پمپ هوای آکواریومی انجام گرفت. برای تغذیه دافنی‌ها یک روز بعد از کشت اولیه، یک میلی‌گرم مخمر خشک به آب هر بطری هر یک روز در میان اضافه گردید (عسکری و همکاران، ۲۰۰٤).

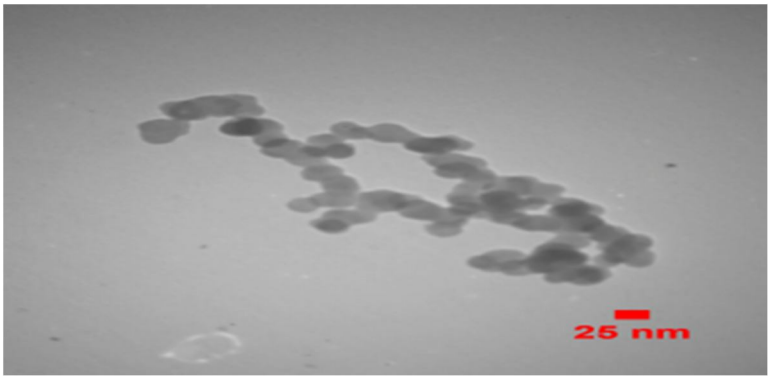
تست سمیت: نانو ذرات نقره استفاده شده در این تحقیق با قطر ۲۰ نانومتر و چگالی واقعی ۱۰/۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب از شرکت پیشگامان نانو مواد ایرانیان، واردکننده نانو ذرات آمریکا تهیه گردید. این ماده کاملاً محلول در آب بوده و ماده حامل نانو ذرات نقره در این محصول آب مقطر می‌باشد. غلظت نانوذرات نقره ٤۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. زمان انجام آزمایش غلظت کشندگی، ۹٦ ساعت برای بالغین دافنی ماگنا بود و میزان مرگ‌ومیر برای بالغین در زمان‌های ۲٤، ٤۸، ۷۲، و ۹٦ ساعت محاسبه شد. تعداد مرگ‌ومیر از زمان القای آلاینده تا ساعت ۲٤، مرگ‌ومیر روز اول محسوب شد. هم‌چنین تعداد مرگ‌ومیر از زمان القای آلاینده تا ٤۸ ساعت، مرگ‌ومیر روز دوم، تعداد مرگ‌ومیر از زمان القای آلاینده تا ۷۲ ساعت، مرگ‌ومیر روز سوم و تعداد مرگ‌ومیر از زمان القای آلاینده تا ۹٦ ساعت، مرگ‌ومیر روز چهارم در نظر گرفته شد (دی جیلیو و هینتون، ۲۰۰۸). که آزمایش انجام شده برمبنای زمان‌های بالا صورت گرفت. از آن‌جایی که غلظت آلاینده‌ها در حد قسمت در میلیون بود ابتدا محلول استوک یا ذخیره تهیه شد. برای این کار از یکصد سی‌سی آب مقطر و یک سی‌سی نانو ذرات نقره استفاده شد.

جهت انجام آزمایش سمیت، برای نانونقره ٤۰۰۰ قسمت در میلیون غلظت‌های ۱، ۲، ۰/۵، ۰/۲۵ تهیه شد و هر آزمایش و هر تیمار با ۳ تکرار بود و در هر تیمار ۱۵ دافنی قرار داده شدید طول دوره ۹٦ ساعته در غلظت ۰/۲۵ قسمت در میلیون به‌طور متوسط ۱۰ نوزاد تولیدمثل شد. در طول مدت آزمایش سمیت حاد، غذادهی قطع شد. جهت انجام تست سمیت تا حد امکان شرایط آزمایشگاهی ثابت نگه‌داشته می‌شود تا تأثیر این عوامل به حداقل برسد. و یک شاهد برای کل آزمایش در غلظت‌های مختلف در نظر گرفته شد، سپس نتایج شمارش تعداد دافنی‌های مرده در هر ظرف به‌ترتیب بعد از ۱۲، ٤۸، ۷۲ و ۹٦ ساعت ثبت شد. عوامل فیزیکو شیمیایی آب نیز طی انجام مراحل اصلی آزمایش شامل دما: ۱±۲۰ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول: ۰/۰۵±۸/۸۰ میلی‌گرم در لیتر، pH: ۰/۲۱±۸ سختی کل: ۲/۳۵±۲۹۳ میلی‌گرم در لیتر و شوری: ۱/۸٦ قسمت در هزار بود. کلیه مراحل آزمایش در ۱٦ ساعت روشنایی و به دنبال آن ۸ ساعت تاریکی انجام گردید. و برای جلوگیری از اسیدی شدن آب به‌صورت یک روز در تخلیه گردید. سمیت حاد، سمیت حادیک مفهوم آماری است که بیانگر غلظتی از آلاینده است که موجب مرگ‌ومیر ۵۰ درصد از جمعیت یک‌گونه می‌گردد. بررسی مسمومیت غلظت کشنده یک نوع ماده سمی که ۵۰ درصد مرگ در یک جامعه جانوری را موجب می‌گردد، اندازه میانه این توزیع را رقم ۵۰ درصد غلظت کشنده تشکیل می‌دهد و اصطلاحاً به LC50[1] نمایش داده می‌شود. مقدار LC50 از آزمایش روی نمونه‌ای از جامعه جانوری به‌دست می‌آید و مقداری است که به‌طور متوسط ۵۰ درصد از نمونه‌های تحت آزمایش را می‌کشد و ۵۰ درصد زنده می‌مانند. برای محاسبه غلظت کشنده ۵۰ درصد در دوره زمانی ۹٦ ساعته و تعیین حدود اطمینان ۹۵ درصدی، از نرم‌افزار پروبیت در نرم‌افزار SPSS16 استفاده گردید.

نتایج

نانو نقره استفاده‌شده در این تحقیق با قطر ۲۰ نانومتر بود. این ماده کاملاً محلول در آب بوده و ماده حامل نانوذرات نقره در این محصول، آب مقطر می‌باشد (شکل ۱).

1- Lethal Concentration



شکل ۱- ذرات نانونقره مورد استفاده در این پژوهش.

تعداد مرگ و میر نسبی دافنی‌ها در غلظت‌های مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده‌اند.

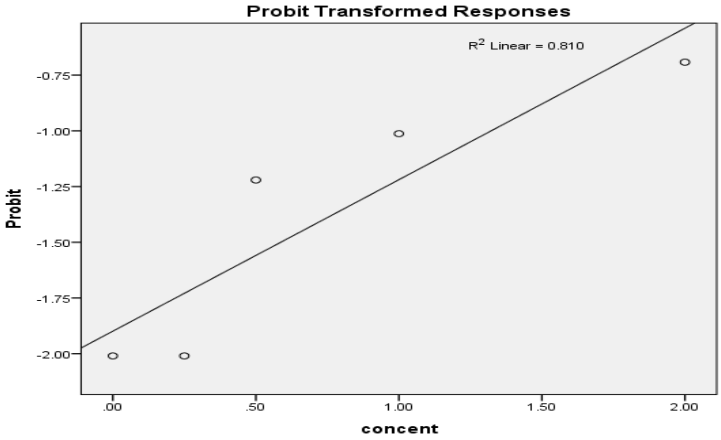
جدول ۱- تعداد مرگ‌ومیر نسبی بالغین دافنی ماگنا *Daphnia magna* در تست تعیین سمیت کشندگی نانو ذرات نقره (تعداد کل =٤٥).

غلظت نانو ذرات نقره (قسمت در میلیون)	٢٤ ساعت	٤٨ ساعت	٧٢ ساعت	٩٦ ساعت
شاهد	١	٧	٢٩	٤٣
٠/٢٥	١	١٤	٣٩	٤٥
٠/٥	٥	٣٣	–	–
١	٧	٣٩	–	–
٢	١١	٤٥	–	–

مطابق با جدول زیر، در تیمار شاهد تلفات موردی مشاهده شد. میزان مرگ‌ومیر در غلظت‌های ٠/٢٥، ٠/٥، ٠، ١ و ٢ قسمت در میلیون پس از ٢٤ ساعت به‌ترتیب ١، ١، ٥، ٧، ١١ به‌دست آمد. بر اساس این نتایج، غلظت کشنده ٢٤ ساعته (LC50 24h) با حدود اطمینان ٩٥ درصد ٣/٠٤ قسمت در میلیون (حدپایینی برابر با ٢/٢٨٢ و حد بالایی برابر با ٥/٣٧١ است). (جدول ٢).

جدول ۲- غلظت کشنده (LC_{10-95}) نانو ذرات نقره با حدود اطمینان ۹۵ درصد در طی زمان ٢٤ ساعت برای بالغین دافنی ماگنا.

LC	غلظت کشنده	حدود اطمینان ۹۵ درصد	
		حد پایین	حد بالا
LC_{10}	۰/۸۲٦	۰/۲۵۵	۱/۲۳٦
LC_{20}	۱/۵۸۹	۱/۱۸٦	۲/٤۲۰
LC_{30}	۲/۱۳۹	۱/٦۳۳	۳/٤۹۸
LC_{40}	۲/٦۱۰	۱/۹۷۵	٤/٤۵۹
LC_{50}	۳/۰٤۹	۲/۲۸۲	۵/۳۷۱
LC_{60}	۳/٤۸۸	۲/۵۸۲	٦/۲۸۹
LC_{70}	۳/۹۵۹	۲/۸۹۹	۷/۲۷٦
LC_{80}	٤/۵۰۹	۳/۲٦۷	۸/٤۳۳
LC_{90}	۵/۲۷۲	۳/۷۷٤	۱۰/۰٤۱
LC_{95}	۵/۹۰۲	٤/۱٤۱	۱۱/۳۷۱



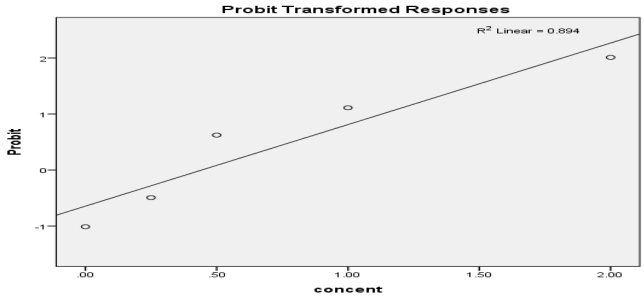
شکل ۱- غلظت کشنده (LC10-95) نانو نقره با حدود اطمینان ۹۵ درصد در طی زمان ٢٤ ساعت برای بالغین دافنی.

پس از گذشت ٤٨ ساعت در تیمار شاهد تلفات ناچیزی مشاهده شد میزان مرگ‌ومیر در غلظت‌های ۰/۲۵، ۰/۵، ۱ و ۲ قسمت در میلیون پس از ٤٨ ساعت به‌ترتیب ١٤، ۳۳، ۳۹، ٤۵ به‌دست

آمد. بر این اساس میزان غلظت کشنده ٤٨ ساعته (LC50 48h) نانو ذرات نقره با حدود اطمینان ٩٥ درصد ٠/٤١٦ قسمت در میلیون به‌دست آمد (جدول ٣).

جدول ٣- غلظت کشنده (LC_{10-95}) نانو ذرات نقره با حدود اطمینان ٩٥ درصد در طی زمان ٤٨ ساعت برای بالغین دافنی ماگنا.

LC	غلظت کشنده	حدود اطمینان ٩٥ درصد	
		حد پایین	حد بالا
LC_{10}	–	–	–
LC_{20}	–	–	–
LC_{30}	٠/١٢٨	–	–
LC_{40}	٠/٢٧٧	–	–
LC_{50}	٠/٤١٦	–	–
LC_{60}	٠/٥٥٥	–	–
LC_{70}	٠/٧٠٤	–	–
LC_{80}	٠/٨٧٨	–	–
LC_{90}	١/١٢٠	–	–
LC_{95}	١/٣١٩	–	–



شکل ٢- غلظت کشنده (LC10-95) نانو نقره با حدود اطمینان ٩٥ درصد در طی زمان ٤٨ ساعت برای بالغین دافنی ماگنا.

بحث

شرایط زیست‌محیطی در تعیین سمیت نانو ذرات مهندسی‌شده مهم می‌باشد (سلیمانی و همکاران، ٢٠١٦). اولین مرحله برای تعیین اثرات آلاینده‌ها آزمون سمیت حاد است که می‌تواند با استفاده از

باکتری‌ها، بی‌مهرگان و ماهی‌ها در راستای نشان دادن پتانسیل خطر این مواد شیمیایی انجام شود (یلماز و همکاران، ۲۰۰٤). این آزمون شواهد مستقیمی برای پاسخ‌های زیستی آبزیان به آلاینده‌ها ارایه می‌دهند. گونه‌های مختلف موجودات حساسیت متفاوتی به مواد آلاینده دارند. به همین علت تهیه یک استاندارد مناسب برای حفاظت از گونه‌ها با توجه به آلاینده‌های محیطی مشکل است. آزمون سمیت حاد ۹٦ ساعته برای سنجش قابلیت مستعد بودن و پتانسیل بقا جانوران در برابر مواد سمی از جمله فلزات سنگین انجام می‌شود (دی جیلیو و هینتون، ۲۰۰۸). غلظت ۵ میکروگرم در لیتر نانو ذرات نقره نیز می‌تواند منجر به کاهش رشد و باروری دافنی گردد (ژائو ووانگ، ۲۰۱۱). فرناندزآلبا و همکاران (۲۰۰۲) تحقیقی در رابطه با سنجش سمیت با دافنی ماگنا، ویبریوفیشری و ریز جلبک‌ها انجام دادند. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که از بین این موجودات، دافنی ماگنا و پس‌ازآن ویبریوفیشری، حساسیت بیشتری به آلاینده‌های محیطی دارند. ویلیگاسناواراو همکاران (۱۹۹۹) در پژوهشی از دافنی ماگنا به‌عنوان شاخص سمیت و بازده تصفیه فاضلاب‌های صنایع نساجی استفاده کردند و در یافتند از دافنی ماگنا می‌توان در کاهش بار آلی صنایع نساجی استفاده کرد. ژو و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی سمیت و تجمع زیستی نانو ذرات دی اکسید تیتانیم در دافنی ماگنا دریافتند که دافنی ماگنا مقادیری از دی اکسید تیتانیم را از طریق جذب از محیط آبی در خود انباشته می‌کنند در بررسی صورت گرفته توسط مؤمنی‌ها و همکاران (۲۰۱۲) در خصوص ارزیابی اثرات سمی نانو ذرات اکسید روی (ZnO) تماس یافته با رنگ آبی ۲۹ با استفاده از دافنی ماگنا مشخص شد که با افزایش زمان تماس، مقدار $LC50$ کاهش یافته و سمیت نانو ذرات اکسید روی بر روی دافنی‌ها افزایش می‌یابد (آدام و همکاران، ۲۰۱٤). در طی تحقیقی نشان دادند نانوذرات ZnO و نمک $ZnCl_2$ اثرات سمی مزمن مشابهی بر رشد، باروری و تجمع‌پذیری در دافنی ماگنا دارد.

نانو نقره، یکی از پرکاربردترین نانو ذرات در حوزه نانو پس از نانولوله‌های کربن است، که هر روز بر کاربرد آن در دنیای نانو افزوده می‌شود؛ یکی از دلایل کاربرد گسترده این ذرات، به‌دلیل خاصیت آنتی باکتریال این ذرات است (بلایس و گاگنی، ۲۰۰۸).

نتیجه‌گیری

در طی آزمون تعیین سمیت کشندگی نانو ذرات نقره بر روی دافنی ماگنا در غلظت‌های صفر و ۰/۲۵ قسمت در میلیون، مرگ و میراندکی مشاهده شد ولی در غلظت ۲ قسمت در میلیون، میزان

تلفات ۱۰۰ درصد بود در این پژوهش میزان $48hLC_{50}$ نانو ذرات نقره بر دافنی ماگنا ۰/٤۱٦ قسمت در میلیون به‌دست آمد. در طی مدت زمان ۲٤ الی ۹٦ ساعت با افزایش غلظت نانو ذرات نقره مرگ و میر نسبی دافنی‌ها افزایش پیدا کرد. دامنه تحمل دافنی‌ها در برابر نانو ذرات نقره تا ٤۸ ساعت می‌باشد و بعد از آن در سمیت زمانی ۷۲ و ۹٦ ساعت تمامی دافنی‌ها از بین رفتند.

به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که نانو ذرات نقره سمیت بالایی برای دافنی ماگنا داشته و این سمیت با افزایش غلظت و همچنین با افزایش مدت مجاورت افزایش معنی‌داری نشان داد. پیشنهاد می‌گردد به‌دلیل نوظهور بودن نانو ذرات و بروز اثرات احتمالی آن‌ها بر بوم‌سازگان آبی، طیف وسیعی از این مواد بر آبزیان شاخص و نمونه موردبررسی قرار گیرند تا بتوان ارزیابی جامعی از کاربرد نانو ذرات در فعالیت‌های انسانی و تعیین مقادیر استاندارد مربوطه نمود.

سپاسگزاری

از مسئولین دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1. Adam, N., Schmitt, C., and Galceran, J. 2014. The chronic toxicity of ZnO nanoparticles and ZnCl2 to Daphnia magna and the use ofdifferent methods toassess nanoparticl aggregation and dissolution. Nanotoxicology. 8: 709-170.
2. Asgari, G.H., Movahedian, H., and Bina, B. 2004. Toxicity index of swage in in wastewater treatment plant of south of Isfahan by Daphnia magna. Journal of Lorestan University of Medical Sciences. 19(5): 57-62
3. Baer, K., McCoole, M.D., and Overturf, M.D. 2009. Modulation of sex ration in Daphnia magnafollowing multigenerational exposure to sewage treatment plant effluents. Ecotoxicol Environ Saf. 72: 1545-1550
4. Blaise, C., and Gagne, F. 2008. Ecotoxicity of selected nano-materials to aquatic organisms. Environ Toxicol. 23(5): 591-598.
5. DiGiulio, R.T.and Hinton,D.E.2008. The Toxicology of Fishes. Engl Acad Rev. 319-884
6. Fernandez-Alba, A.R., Hernando, D., Aguera, A., Caceres, J., and Malato, S. 2002. Toxicity assays: a way for evaluating AOPs efficiency. Water Res. 36: 4255-62.
7. Fallahi, M., Piri, M., Khodaparast, H., Salavatian, S., Saberi, H., and Abedini, AS. 1998. In Vitro Evaluation of washing (linear alkyl benzene sulfonate), on plankton wetland. Guilan Fisheries Research Center. 82p. (In Persian)

8. Gong, P., Li, H., He, X., Wang, K., Hu, J., Tan, W., and Yang, X. 2007. Preparation and antibacterial activity of Fe3O4@ Ag nanoparticles. Nanotechnology. 18(28): 285604.
9. Karan, V., Victoric, S., Tutundic, V., and Poleksic, V. 2002. Functional Enzymes Activity and Histology of Carp after Copper Sulfate Exposure and Recovery. Ecotoxicol Environ Saf. 40: 49-55.
10. Momeniha, F., Naddafi, K., Hasanvand, M.S., Banizadeh, R., and Heidari, M. 2012. Determine the toxicity of zinc oxide nanoparticles exposed to blue color 29 using D. magna. J. Health Sys. 8(2): 267-74.
11. Schmid, K., and Riediker, M. 2008. Use of nanoparticles in Swiss industry a targeted survey. Environ Sci Tech. 42: 2253-2256.
12. Soleimani, F., Nabipour, A., Faraji Ghasemi, F., and Dobaradaran, S. 2016. Effects of nanoparticles on human and environment: a review on toxicity, explosion, the ways of risk control and future perspective. University of Medical Sciences and Health Services. 3(18): 630-63.
13. Tarbali, N., Bahavar, M., Einollahi, N., and Nabatchian, F. 2012. Effect of silver nitrate on Ksydaz Pera horseradish peroxidase activity. Kashan University of Medical Sciences Journal of grace. 16(7): 713-714.
14. Villegas-Navarro, A., Gonzalez, M.C.R., Lopez, E.R., Aguilar, R.D., and Marcal, W.S. 1999. Evaluation of Daphnia magna as anindicator of toxicity and treatment efficacy of textile wastewaters. Environ Int. 25(5): 619-24.
15. Vinodhini, R., and Narayanan, M. 2008. Bioaccumulation of heavy metals in organs of fresh water fish Cyprinus carpio. Int J Environ Sci Tech. 5: 179-182.
16. Yilmaz, M., Gul, A., and Karakose, E. 2004. Investigation of acute toxicity and the effect of Cadmium Chloride (CdCl2.H2o) metal salt on behavior of guppy (*Paecilia reticulata*). Chemospher. 56: 375-380
17. Zhao, C-M., and Wang, W-X. 2011. Comparison of acute and chronic toxicity of silver nanoparticles and silver nitrate to Daphnia magna. Environ Toxicol Chem. 30(4): 885-92.
18. Zhu, X., Chang, Y., and Chen, Y. 2010. Toxicity and bioaccumulation of TiO2 Nanoparticle aggregates in Daphnia magna. Chemosphere. 78: 209–215