

بررسی سمیت اکولوژیکی نانوذرات سیلیکا بر دافنی مگنا

طاهره پوردلجو (MSc)^۱ - دکتر فاطمه شریعتی (PhD)^۱ - دکتر لیلا اوشک‌سرایی (PhD)^۱ - دکتر زهره رمضان‌پور (PhD)^۲

* نویسنده مسئول: گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، ایران

پست الکترونیکی: shariat_20@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۹۲/۰۷/۰۸ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۲۱

چکیده

مقدمه: نانوذرات دی‌اکسید سیلیس، امروزه در صنایع مختلف از جمله صنایع سرامیک‌سازی، شیشه‌سازی، فولاد، سنگ گچ و همچنین در رنگ‌دانه‌ها و کاتالیزورها، محصولات آرایشی، داروها، ترکیبات مغناطیسی، عایق‌های حرارتی و عایق‌های الکتریکی و لعاب زدن کاربرد دارد. این ذرات کوچک و پرکاربرد نیز در صورت عدم کنترل پس از ورود به فاضلاب‌ها و سپس اکوسیستم‌های آبی، ممکن است به یک ماده سمی برای موجودات زنده این اکوسیستم‌ها تبدیل شوند.

هدف: تعیین سمیت این ذرات بر دافنی مگنا (*Daphnia magna*) که زئوپلانکتون سخت پوست آب شیرین است و بعد از فیتوپلانکتون‌ها در مبدأ زنجیره غذایی اکوسیستم‌های آبی قرار دارد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه تجربی = آزمایشگاهی، نانوذرات اکسید سیلیس با غلظت‌های ۰/۵، ۱/۶، ۵، ۱۵/۸، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر آماده شد و برای هر غلظت، سه تکرار در نظر گرفته و تأثیر این نانوذرات در هر ۲۴ ساعت نسبت به شاهد بررسی و ثبت شد. دوره آزمایش ۹۶ ساعته بود و با استفاده از روش OECD سمیت حاد نانوذرات سیلیکا بر دافنی بررسی شد. سمیت این نانوذرات بر روی دافنی توسط تحلیل آماری Probit محاسبه گردید.

نتایج: LC50 ۹۶h این نانوذره برای دافنی مگنا ۱/۷۳ میلی‌گرم بر لیتر به دست آمد. هم‌چنین NOEC (غلظت بدون اثرات سوء) و LOEC (کمترین غلظت اثرگذار) نیز محاسبه شد که برابر با ۰/۱۷۳ میلی‌گرم بر لیتر است.

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه نشان داد نانو ذرات سیلیکا در غلظت‌های کم نیز اثرات سمی خود را برای دافنی مگنا ظاهر می‌نماید.

کلیدواژه‌ها: دی‌اکسید سیلیکون/ زئوپلانکتون/ سمیت

مجله دانشگاه علوم پزشکی گیلان، دوره بیست و دوم، ویژه‌نامه بهداشت محیط، صفحات: ۱۷-۱۱

مقدمه

دافنی مگنا، به عنوان یک منبع غذایی با ارزش برای ماهیان به ویژه کپور، به طور وسیعی ثابت شده و از دافنی ماگنا، به عنوان موجود آزمایشگاهی استاندارد در تعیین سمیت انواع آلاینده‌ها از جمله مواد شیمیایی مختلف استفاده گردیده است. نتایج حاصل از تحقیقات انجام شده بر روی انواع موجودات آزمایشگاهی نشان می‌دهد که دافنی ماگنا در مقایسه با برخی موجودات، دارای حساسیت زیاد نسبت به مواد آلاینده است (۴). هم‌چنین ثابت شده‌است که دافنی مگنا را می‌توان جهت کنترل پساب‌های خروجی صنعتی استفاده کرد. سمیت نانوذرات دی‌اکسید سیلیس به‌طور محدودی بررسی شده که شامل موارد زیر است:

در سال ۲۰۰۹ تست سمیت اکولوژیکی نانوذره دی‌اکسیدسیلیس بر روی جلبک سبز *Pseudokirchneriella subcapitata* بررسی شد (۵) و در سال ۲۰۰۸ سمیت

اکوسیستم، به‌طور گسترده‌ای در معرض نانوذرات ذرات دی‌اکسید سیلیس است که ممکن است از صنایع مختلف مانند: سرامیک‌سازی، شیشه‌سازی، فولاد، سنگ گچ و هم‌چنین از طریق رنگ‌دانه‌ها و کاتالیزورها، لوازم آرایش، کرم‌های مرطوب‌کننده، پلیمرهای کامپوزیتی و ... به طور مستقیم یا غیرمستقیم از طریق فاضلاب‌ها یا از طریق دور ریختن مواد در حین تولید، به محیط زیست وارد شوند (۱). این نانوذرات ممکن است در طول استفاده به صورت غیرعمدی رها و پخش گردند و پس از ورود به اکوسیستم‌های آبی، جانوران آبی را تحت تأثیر قرار دهد. اگر میزان استفاده از مواد نانویی افزایش پیدا کند، به موازات آن، غلظت ذرات نانویی در آب‌های زیرزمینی و هم‌چنین در خاک افزایش یافته که در نهایت می‌تواند منجر به آلودگی و خطراتی در محیط زیست گردد (۲ و ۳). اهمیت سخت‌پوستان از جمله

۱. گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، ایران

۲. موسسه تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، رشت، ایران ۱۱

روش و شرایط آزمایش: در این آزمایش، بر طبق اصول Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD)، از نوزاد تازه از تخم بیرون آمده‌هایی با عمر کمتر از ۲۴ ساعت استفاده شد (۱۰). به منظور کشت نوزادان ۲۴ ساعته برای انجام این آزمایش، دافنی‌های ماده که حاوی تخم بودند، جداسازی شدند. در این دوره، دافنی‌های ماده با مخمر و جلبک سندسموس تغذیه شدند. پس از لقاح تخم‌ها، از نوزادان زیر ۲۴ ساعت در آزمایش سمیت استفاده گردید. در طول دوره آزمایش pH= ۷ تا ۸ و دما در محدوده $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ کنترل شد و کلیه شرایط دیگر نیز مطابق با اصول OECD رعایت شد.

دامنه‌یابی غلظت‌های آزمایشی و مواجهه دافنی‌ها با این غلظت‌ها: بر اساس نتایج تحقیقاتی که سمیت نانوذرات سیلیکا را بر موجودات زنده دیگر نشان می‌داد، هم‌چنین مقایسه این نتایج با سمیت نانوذرات دیگر بر موجودات مشابه و نیز پس از انجام آزمایشات دامنه‌یابی، تیمارهای غلظتی به طریق لگاریتمی محاسبه گردید. تحقیق روی ۶ گروه تجربی و ۱ گروه شاهد مجموعاً ۷ گروه و روی ۲۱ نمونه (۳ تکرار در هر غلظت) صورت گرفت و در آن غلظت‌های ۰/۵، ۱/۶، ۵، ۱۵/۸، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر از نانوذرات دی‌اکسید سیلیس به مدت ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت با دافنی‌های تازه متولد شده (۱۰ عدد نوزاد دافنی زیر ۲۴ ساعت در هر بشر تیمار و شاهد) مجاورت داده شد و هر ۲۴ ساعت در هر غلظت و ۳ تکرار مربوط به آن، به دقت، تعداد دافنی‌ها شمارش و مرگ‌ومیر حاصل از نانو ذرات برای بررسی سمیت حاد ثبت و بررسی شد و در کل، زمان آزمایش اکسیژن‌دهی ملایم در هر بشر صورت گرفت و تیمارها و شاهد‌ها غذادهی نشدند.

نتایج

داده‌های مربوط به مرگ‌ومیر دافنی‌ها، نسبت به بقای شاهد‌ها مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از درصد تلفات نسبت به شاهد و عدد پروبیت مربوط به آن از جدول Probit value، منحنی رگرسیون در هر ۲۴ ساعت رسم گردید و با استفاده از معادله‌ی خط، مقادیر دوزهای کشنده (LC_{10} ، LC_{50} ، LC_{90}) در هر ۲۴ ساعت محاسبه شد. حداکثر غلظت مجاز (MAC)

وابسته به سایز نانوذرات سیلیکا بر روی جلبک *Chlorella kessleri* مورد مطالعه قرار گرفت (۶). بررسی‌ها روی موش خانگی، حاکی از این بود که نانوذرات سیلیکا در اندازه کوچکتر، سمیت بیشتری از ذرات بزرگتر دارد (۷). در سال ۲۰۱۰ اثر اندازه نانوذرات سیلیکا بر روی ماهی *Zebra fish* بررسی گردید که بر اساس نتایج، ذرات کوچکتر سمیت بیشتری داشتند (۸).

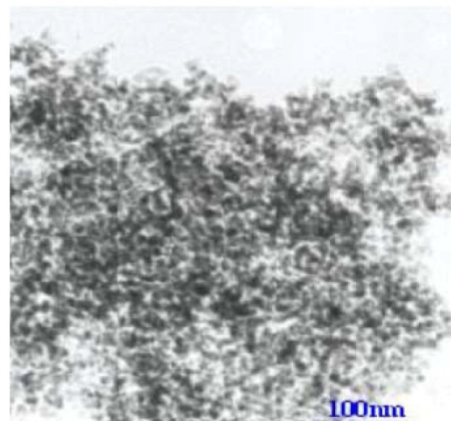
بررسی‌های درون سلولی (In vitro) نیز در ارتباط با سمیت این نانوذرات برای انسان صورت گرفته که بیان‌گر آسیب به ریه، پوست و تغییر در استرس‌های اکسیداسیون با توجه به غلظت‌های مختلف است (۹).

بر اساس مطالعات صورت گرفته در خصوص سمیت نانوذرات سیلیکا بر موجودات زنده و اهمیت ژئوپلانکتون‌ها در زنجیره غذایی یک اکوسیستم آبی، لزوم بررسی سمیت این نانوذره بر دافنی مگنا (ژئوپلانکتون سخت پوست آب شیرین) بر حسب دوز کشنده و بی‌خطر این نانوذره، امری آشکار و ضروری است. به همین دلیل، در این تحقیق دافنی ماگنا در معرض غلظت‌های مختلف از این نانوذره قرار گرفت.

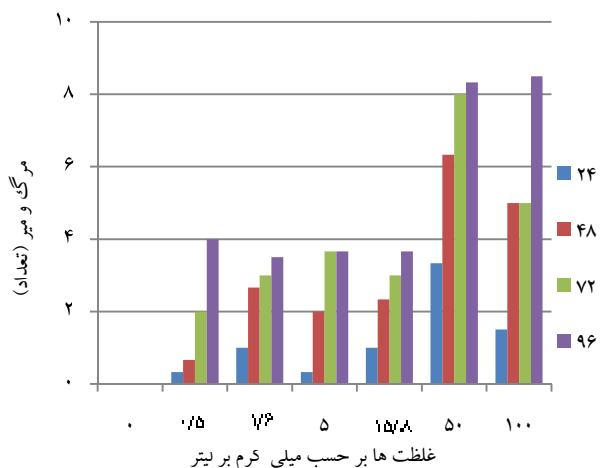
مواد و روش‌ها

مطالعه به صورت تجربی انجام شد و مراحل انجام تحقیق به شرح زیر بود:

تهیه نانو ذرات دی‌اکسید سیلیس: نانو پودر سیلیکا (SiO_2) با قطر ۲۰-۳۰ نانومتر، خلوص ۹۹٪ و چگالی واقعی ۲/۴ g/cm^3 از شرکت پیشگامان نانو مواد ایران، واردکننده نانوذرات آمریکا تهیه شد.



شکل ۱. TEM ذرات نانو سیلیکا در مقیاس ۱۰۰ نانومتر



نمودار ۱. مرگومیر دافنی مگنا در غلظت‌های مختلف نانو اکسید سیلیس

سیلیکا در زمان و غلظت‌های مختلف برای دافنی مگنا مشخص شده است. بر اساس نتایج این جدول، LC_{50} نانوذرات سیلیکا برای دافنی در ۹۶ ساعت برابر $۱/۷۳$ میلی‌گرم بر لیتر است.

در این تحقیق علاوه بر LC (Lethal concentration) $NOEC$ (غلظت بدون اثرات سوء) و MAC (حداکثر غلظت مجاز) نیز محاسبه گردید که به ترتیب برابر با $۰/۱۷۳$ و $۰/۱۷۳$ میلی‌گرم بر لیتر بود.

نیز از روی اعداد محاسبه شده به دست آمد. محاسبات، بر اساس معنی‌داری در حد ۹۵ درصد انجام شد ($p=۰/۰۵$) و نمودارهای مربوط در محیط اکسل رسم گردید.

در نمودار ۱، میانگین مرگومیر دافنی‌ها در زمان‌ها و غلظت‌های مختلف نانو اکسید سیلیس مشخص شده است که بر اساس این نمودار پس از ۲۴ ساعت اول روند مرگومیر چندان وابسته به غلظت نانوذره نبود. اما با افزایش زمان در معرض قرارگیری دافنی‌ها با نانوذرات سیلیکا، مرگومیر در بین دافنی‌ها افزایش یافت. هم‌چنین با افزایش غلظت‌های آزمایشی، مرگومیر بیشتری مشاهده گردید. در کل، در غلظت‌های ۱۰۰ و ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر، نانوذرات سیلیکا تاثیرگذاری بیشتری نسبت به بقیه غلظت‌ها برای دافنی داشتند.

پس از تجزیه و تحلیل داده‌ها، نتایج با استفاده از جدول $probit$ به صورت معادلات خط و R^2 محاسبه گردید که در جدول ۱ ارائه شده‌اند. بر اساس این جدول شیب منحنی (ضریب X) با افزایش زمان در معرض قرارگیری نانو ذرات سیلیکا، روندی افزایشی داشته است. بر اساس این معادلات، می‌توان فهمید که شیب منحنی با افزایش غلظت نیز افزایش یافته است. در جدول ۲ دوزهای کشنده نانوذرات

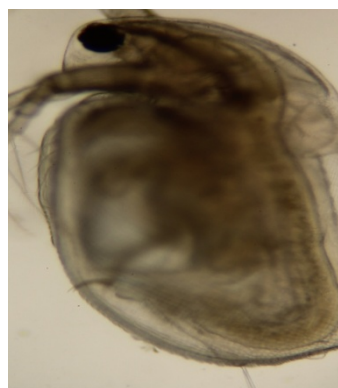
جدول ۱. منحنی رگرسیون سمیت نانوذرات سیلیکا بر حسب غلظت

زمان (ساعت)	۲۴	۴۸	۷۲	۹۶
معادله خط	$y = ۰/۳۶۴ X + ۳$	$y = ۰/۵۰۸ X + ۴/۱$	$y = ۰/۶۵۴ X + ۴/۵$	$y = ۰/۹۴۳ X + ۴/۷$
R^2	۰/۹۳	۰/۸۹	۰/۹۹	۰/۹۷

جدول ۲. میزان دوز کشنده نانوذرات سیلیکا برای دافنی مگنا

زمان (ساعت)	۲۴	۴۸	۷۲	۹۶	LC (mg/l)
	۰/۸۹	۰/۱۴	۰/۰۵	۰/۰۷	LC_{10}
	۳۷۰۴	۴۸/۸۶	۴/۶۷	۱/۷۳	LC_{50}
	۱۲۲۹۰/۲۴۲	۱۶۲۸۵/۸	۴۲۵/۹	۳۹/۵۰	LC_{90}

آسیب احتمالی بر لوله گوارش این زئوپلانکتون آب شیرین است.



شکل ۲. دافنی مگنا در معرض ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر نانو سیلیکا پس از ۷۲

ساعت

شکل ۲ تصویر دافنی مگنا را پس از ۳ روز در معرض قراردادی با نانوذرات سیلیس نشان می‌دهد. در این تصویر، تجمع نانوذرات سیلیکا در لوله گوارش دافنی مشاهده می‌گردد که نشان‌دهنده جذب سریع این ماده توسط دافنی و

(concentration) این نانوذرات روی جلبک ۵۵ میلی‌گرم بر لیتر محاسبه گردید(۵).

در این تحقیق نیز سمیت نانوسیلیکا بر دافنی که زئوپلانکتون آب شیرین است، محاسبه شد که LC_{50} در ۹۶ ساعت برابر با $1/173 \text{ mg/l}$ و غلظت بدون اثرات سوء برای دافنی $0/173$ میلی‌گرم بر لیتر محاسبه شد. Nelson و همکاران در سال ۲۰۱۰ اثر اندازه نانوذرات سیلیکا را بر روی ماهی *Zebra fish* بررسی کردند و نتیجه گرفتند که ذرات کوچکتر سمیت بیشتری داشتند(۸).

در سال ۲۰۰۶ سمیت نانوذرات سیلیکا را بر سلول‌های بدخیم سرطانی نایژه انسان بررسی کردند و نتیجه بر این بود که با افزایش دوز و زمان در معرض قراردادی نانوسیلیکا بر این سلول‌ها، سمیت نیز افزایش می‌یابد (۹) و Nishimori و همکاران در سال ۲۰۰۹ نیز سمیت مزمن نانوسیلیکا را بر طحال و کبد بررسی کردند(۷).

با توجه به محدودیت منابع آبی در کشور ما و نیز وجود بیشتر صنایع مربوط به نفت و گاز و پتروشیمی در حواشی منابع آبی (رودخانه‌ها و دریاها)، آلودگی‌ها به ویژه آلودگی‌های شیمیایی، می‌توانند اکوسیستم‌های آبی را که علاوه بر تامین آب شرب، بهداشتی و صنعتی، منبع اصلی تامین بخش عمده‌ای از پروتئین مصرفی کشور نیز هستند، به مخاطره اندازند. بنابراین، لزوم کنترل ورود نانوذرات به محیط زیست، امری واضح و غیرقابل انکار است. با توجه به نقش مهم زئوپلانکتون‌ها به خصوص دافنی‌مگنا در زنجیره غذایی اکوسیستم‌های آبی و افزایش روند استفاده از نانوذرات در صنایع مختلف و همچنین اثبات سمیت نانوذرات بر موجودات زنده، امکان انتقال این آسیب و سمیت به سطوح دیگر زنجیره غذایی حتی انسان وجود دارد(۱۱).

بر اساس نتایج به دست آمده در این تحقیق و مقایسه با آزمایشات سمیت نانوذرات دیگر بر دافنی مگنا، می‌توان گفت نانوذرة نقره بیشترین سمیت را برای دافنی دارد(۱۲)؛ بعد از نقره، اکسید روی که تقریباً سمیتی برابر با کربن ۶۰ داشت (۱۳)، پس از آن نانوذرات سیلیکا، دی اکسید تیتانیوم (۱۴) و نانوذرات دی اکسید سرب به ترتیب، کمترین سمیت را روی دافنی مگنا دارند(۱۵ و ۱۶).

می‌توان بر اساس مرگ‌ومیر دافنی مگنا در زمان‌های مختلف نتیجه گرفت که با افزایش زمان، دافنی مگنا در غلظت‌های پایین‌تر، حساسیت بیشتری نسبت به نانو ذرات سیلیکا دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

همان‌طور که در این آزمایش مشاهده شد و با توجه به جداول و نمودارهای مربوط به سمیت نانوذرات سیلیکا بر دافنی مگنا، می‌توان بین سمیت نانو سیلیکا برای دافنی در زمان‌های مختلف مقایسه‌ای داشت و بر اساس مرگ‌ومیر دافنی مگنا در زمان‌های مختلف نتیجه گرفت که با افزایش زمان، دافنی مگنا در غلظت‌های پایین‌تر، حساسیت بیشتری نسبت به نانو ذرات سیلیکا دارد.

در بین غلظت‌های مورد آزمایش برای دافنی، غلظت‌های $1/6$ و 50 میلی‌گرم بر لیتر برای دافنی‌ها تأثیرپذیری بیشتری داشت. به عبارت دیگر، در غلظت‌های میانی حد پایین و حد بالا، حساسیت دافنی نسبت به نانوذرات سیلیکا بیشتر است. در آزمایش سمیت حاد نانو ذرات سیلیکا بر دافنی مگنا LC_{50} در ۹۶ ساعت، $1/173$ میلی‌گرم بر لیتر به دست آمد. بر طبق آزمایشات صورت گرفته می‌توان دریافت که نانوذرات سیلیکا با یک روند کاملاً مشخص می‌تواند زنجیره غذایی یک اکوسیستم آبی را مسموم و پس از ورود به بدن انسان، سلول‌های بدن انسان را نیز دچار آسیب نماید. علاوه بر سمیت نانوذرات سیلیکا بر گونه‌های مختلف، سمیت نانوذرات مختلف بر دافنی مگنا نیز بررسی گردید که در جدول ۴ گنجانده شده‌است.

همان‌طور که Fujiwara و همکاران در سال ۲۰۰۸ سمیت وابسته به سایز نانوذرات سیلیکا را بر روی جلبک *Chlorella kessleri* بررسی کردند و دریافتند که LC_{90} نانوذرات در اندازه ۵ نانومتر برای این جلبک $6/0 \pm 0/8\%$ و در اندازه‌ی ۲۶ نانومتر، $8/2 \pm 1/7\%$ و در ۷۸ نانومتر، $7/4 \pm 1/9\%$ به دست آمد که گویای سمیت بیشتر نانوذرات سیلیس در سایزهای کوچکتر است(۶).

هم‌چنین در سال ۲۰۰۹ Hoecke و همکاران سمیت نانوذرات سیلیس را بر جلبک سبز *Pseudokirchneriella subcapitata* بررسی کردند که بر طبق آن EC_{10} (effective

جدول ۳. مقادیر سمیت حاد نانوذرات مختلف بر دافنی مگنا

منابع	زمان	LC (mg/l)	نانوذرات
Hyuch Bang et al ۲۰۱۱	۹۶ ساعت	LC ₅₀ ۳/۴۷ mM در ۲۵۰ نانومتر و ۱/۹۸ mM در ۵۰۰ نانومتر	دی اکسید تیتانیم ۲۵۰ و ۵۰۰ نانومتر
Rosenkranz ۲۰۱۰	۴۸ ساعت	LC ₁₀ : ۱۰۰	دی اکسید تیتانیم
Zhu et al., ۲۰۱۰	۲۱ روز	LC ₅₀ : ۶/۲ EC ₅₀ : ۰/۴۶	دی اکسید تیتانیم
Sun-young Park ۲۰۱۰	۱۳ ساعت	LC ₅₀ : ۱۰۰	نقره
Zhu et al., ۲۰۰۹	۴۸ ساعت	LC ₅₀ : ۱۴۳	تیتانیم دی اکسید ۲۰ تا ۳۰ نانومتر
Zhu et al., ۲۰۰۹	۲۴ ساعت	LC ₅₀ : ۱/۵	اکسید روی ۲۰ نانومتر
Heinlaan et al., ۲۰۰۸	۴۸ ساعت	LC ₅₀ : ۳/۲	اکسید روی ۷۰-۵۵ نانومتر
Griffitt et al., ۲۰۰۸	۴۸ ساعت	LC ₅₀ > ۱۰	اکسید کربال ۲۰-۱۰ نانومتر
Zhu et al ۲۰۰۶.	۴۸ ساعت	LC ₅₀ : ۰/۸	کربن ۶۰
مطالعه حاضر	۹۶ ساعت	LC ₅₀ : ۱/۷۳	دی اکسید سیلیس ۳۰-۲۰ نانومتر

کم)، حدود اعلام شده در نتایج برای این زئوپلانکتون قابل قبول است. بنابراین، لزوم کنترل و مدیریت پسماند حاوی این نانوذرات، امری ضروری و حائز اهمیت است. نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منفی ندارند.

با توجه به توسعه نانو تکنولوژی در کشور و استفاده از نانوذرات سیلیکا در صنایع مختلف و امکان راه‌یابی پساب حاوی ذرات نانو به منابع آبی طبیعی، از یافته‌های این تحقیق می‌توان استفاده کرد. یعنی در صورت آلودگی محیط زیست به نانوذرات سیلیکای مورد استفاده در این تحقیق (دوزهای

منابع

- Clyvedon P. The Royal Society & The Royal Academy of Engineering, Nanoscience and Nanotechnologies, workshop, Science Policy Section 6-9 Carlton House Terrace London SW1Y 5AG July 2004: 5-10
- Napierska D, Thomassen L, Lison D, Martens J, Hoet T. The Nanosilica Hazard: Another Variable Entity. Particle and Fibre Toxicology 2010; 39(7): 2 - 7.
- Oberdorster G. Effects of Ultrafine Particles in the Lung and Potential Relevance to Environmental Particles. In Marijnissen, J.M.C, Gradon, L. (Eds), Aerosol Inhalation. Kluwer Academic 1996:165-173.
- Griffitt RJ, Luo J, Gao J, Bonzongo JC, Barber DS. Effects of Particle Composition and Species on Toxicity of Metallic Nanomaterials in Aquatic Organisms. Environmental Toxicology and Chemistry 2008; 27(9): 1972-1978.
- Van Hoecke k, De Schamphelaere k, Van der Meeren P, Lucus S, Janssen C. Ecotoxicity of Silica Nanoparticles to the Green alga Pseudokirchneriella Subcapitata: Importance of Surface Area. Environmental Toxicology and Chemistry 2009; 27(9): 1948-1957.
- Fujiwara K, Suematsu H, Kiyomiya E, Aoki M, Sato M, Moritoki N. Size-dependent Toxicity of Silica Nano-Particles to Chlorella Kessleri. Journal of Environment Science and Health A 2008; 43 (10): 1167-1173.
- Nishimori H, Kondoh M, Isoda K, Tsunoda S, Tsutsumi Y, Yagi K. Histological Analysis of 70-nm Silica Particles-induced Chronic Toxicity in Mice. European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics 2009; 72: 626-631.
- Nelson SM, Mahmoud T, Beaux M, Shapiro P, McIlroy DN, and Stenkamp DL. Toxic and Teratogenic Silica Nanowires in Developing Vertebrate Embryos. Nanomedicine 2010; 6: 93 10.
- Fen W, Feng G, Minbo L, Huihui Y, Yongping H, Jianwen L. Oxidative Stress Contributes to Silica Nanoparticle-induced Cytotoxicity in Human Embryonic kidney Cells Toxicology in Vitro 2009: 808-815.
- OECD. Daphnia sp., Acute Immobilisation Test and Reproduction Test. OECD GUIDELINE FOR TESTING OF Chemicals (202).1984: 2-3.
- Park S, Choi J. Geno- and Ecotoxicity Evaluation of Silver Nanoparticles in Freshwater Crustacean Daphnia Magna. Environmental Engineering Research 2010: 24-26.
- Villages A, Romero Mc. Evaluation of Daphnia Mgna Indicator of Toxicity and Treatment Efficacy of textile wastewater. Environment International 1999; 25(5): 619-624.
- Rosenkranz PW. The Ecotoxicology of Nanoparticles in Daphnia Magna [dissertation]. Scotland: Edinburgh Napier University; 2010:18-80
- Xianji T, Yiliang H, Zhang B. Effects of stable Aqueous Fullerene Nanocrystal (nC60) on Daphnia Magna Evaluation of hop frequency and Accumulations Under Different Conditions. Journal of Environmental Sciences 2011; 23(2): 322-329.

14. Hyuck Bang S, Le TH, Lee SK, Kim P, Kim JS, Min J. Toxicity Assessment of Titanium (IV) Oxide Nanoparticles Using *Daphnia Magna* (Water Flea). *Environmental Health and Toxicology* 2011: 1-5.
15. Xia T, Kovochich M, Liong M, Madler L, Gilbert B, Shi H, Yeh JI, Zink JI, Nel AE. Comparison of the Mechanism of Toxicity of Zinc Oxide and Cerium Oxide Nanoparticles Based on Dissolution and

- Oxidative Stress Properties. *ACS Nano* 2008; 2(10): 2121-34.
16. Harvey N, Forster C, Bourman R. Assessing the Environmental Risks for Australia. School of Anthropology, Geography & Environmental Studies, Australia, Arius Tolstoshev University of Melbourne, Victoria, 3010, Earth Policy Centre. 2002: 44-52

Ecotoxicity of Nano Silica in *Daphnia Magna*

Pourdeljoo T.(MSc)¹- *Shariati F.(PhD)¹- Ooshaksaraee L. (PhD)¹- Ramzanpoor Z.(PhD)²

*Corresponding Address: Department of Environment, Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University,
Lahijan Branch, Lahijan, Iran
Email: shariat_20@yahoo.com

Received: 30 Sep/2013 Accepted : 10 Feb/2014

Abstract

Introduction: Nowadays, Silica nano particles are used in various industries such as ceramics, glass, steel, gypsum and in pigment and catalysts, cosmetics, drugs, magnetic compounds, thermal damper and varnishes. If used in an uncontrolled manner and enter sewage system, these small and useful particles may be changed to one of the toxic substances for living organisms in aquatic ecosystems even zooplanktons that after phytoplanktons are in the second level of food chains and plays an important role.

Objective: This study investigates the toxicity of these particles for *Daphnia magna* that is one of the crustacean zooplankton in fresh water.

Materials and Methods: In this study, the experimental concentrations were 0.5, 1.6, 5.0, 15.8, 50.0 and 100 mg/L with three replicates for each treatment. The effects of these nanoparticles were studied and recorded during each 24 hour interval. The experimental period was 96 hours and OECD method was used for toxicity examination. The toxicity factors were calculated based on probit value.

Results: LC50 of this nanoparticle for *Daphnia magna* was found to be 1.73 mg/L. Also, NOEC and LOEC value was 0.173 mg/l.

Conclusion: Based on the results, silica nanoparticles have toxic effects on daphni at low concentrations.

Conflict of interest: non declared

Key word: Silicon Dioxide/ toxicity/ Zooplankton

_____ Journal of Guilan University of Medical Sciences, Supplement 1, 2014, Pages: 11-17

Please cite this article as: Pourdeljoo T, Shariati F, Ooshaksaraee L, Ramzanpoor Z. Ecotoxicity of Nano Silica in *Daphnia Magna*. J of Guilan University of Med Sci 2014; 22 (Supplement 1):1-10

1. Department of Environment, Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University, Lahijan Branch, Lahijan, Iran

2. International Sturgeons Research Institute, Rasht, Iran