تأثیر نانوسیلور بر بیولوژی رشد و تکثیر جلبک سبز آبی (*Anabaena flos-aquae*)

مویوند، گ. و فلاحی، م.، ۱۳۸۹. تأثیر نانوسیلور بر بیولوژی رشد و تکثیر جلبک سبزآبی (*Anabaena flos-aquae*). مجله بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال دوم، شماره هشتم، زمستان ۱۳۸۹، صفحات

گلناز مویوند[*۱]
مریم فلاحی[۲]

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانش آموخته کارشناسی ارشد بیولوژی دریا، تهران، ایران
۲. پژوهشکده آبزی پروری آب های داخلی بندر انزلی، بندر انزلی، ایران

* **مسئول مکاتبات**
Golnaz.mouivand@yahoo.com

تاریخ دریافت:
تاریخ پذیرش:

چکیده

در این تحقیق تأثیر غلظت های مختلف نانوسیلور بر میزان رشد و تکثیر جلبک سبزآبی آنابنا (*Anabaena flos-aquae*) به مدت ۳ ماه در سال ۱۳۸۹ در پژوهشکده آبزی پروری آب های داخلی بندر انزلی به صورت آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش با ۶ تیمار و ۱ شاهد در ۳ تکرار (مجموعاً ۲۱ تیمار) با استفاده از استوک خالص جلبک سبزآبی و محیط کشت زایندر منفی، با غلظت های مختلفی از نانوسیلور در شرایط آزمایشگاهی (درجه حرارت ۲۵–۲۳ درجه سانتی گراد و شدت نور۳۵۰±۳۵۰۰ لوکس) به مدت ۹۶ ساعت انجام پذیرفت. پس از مدت مذکور، بوسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (طیف سنج) میزان جذب نوری نمونه ها در طول موج ۷۵۰ نانومتر خوانده شد. علاوه بر آن در مراحل شروع و پایان آزمایش شمارش جلبک های مورد آزمایش با استفاده از لام توما صورت گرفت. سپس برای اندازه گیری میزان کلروفیل a در نمونه ها، هر ۳ تکرار با همدیگر مخلوط، حجم مشخصی از آن توسط دستگاه پمپ خلاء (میلی پور) فیلتر و میزان کلروفیل a در نمونه ها بر حسب میکروگرم در لیتر قرائت گردید. نتایج نشان داد که غلظت مؤثر نانوسیلور در محدوده ۰/۰۰۵ تا ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر در جلبک سبزآبی بوده و حداکثر رشد این جلبک ها در غلظت ۰/۰۰۵ میلی گرم در لیتر از نانوسیلور بدست آمد. طبق بررسی های انجام شده رشد و تکثیر جلبک آنابنا در غلظت هایی از نانوسیلورکه به بیشترین مقدار خود رسیده بود، دارای رشد منفی بود.

واژگان کلیدی: کلروفیل، نانوسیلور، جلبک سبزآبی، *Anabaena flos-aquae*

مقدمه

با پیشرفت فناوری نانو و استفاده از نانوسیلور به دلیل خواص ضد باکتری، ضد ویروس و ضد قارچی در صنایع مختلف از جمله کشاورزی، شیلات، غشای فیلتراسیون پساب های بیمارستانی و کاربرد آنها در علوم مختلف از جمله پزشکی، ورود مستقیم یا غیر مستقیم این ماده از طریق پساب های صنایع مختلف به اکوسیستم های آبی، ضرورت بررسی تأثیر آن بر سطح اول زنجیره غذایی (فیتوپلانکتون) بسیار حائز اهمیت می باشد (Navarro *et al.*, 2008).

نانوسیلور شامل یون های نقره بوده که به صورت کلوئیدی در محلولی به حالت سوسپانسیون قرار گرفته و دارای اندازه ۱۰۰–۱۰ نانومتر می باشند که در مقایسه با محلول های دیگر پایداری بیشتری دارند. این یون ها بر حسب اندازه کمی که دارند، قادرند سطح تماس بیشتری را فضای بیرون داشته باشند و در نتیجه تأثیر بیشتری را بر محیط بگذارند (Navarro *et al.*, 2008).

درعلوم شیلاتی می توان از نانوسیلور برای ضدعفونی کردن وان های فایبر گلاس پرورشی، آکواریوم ها و حوضچه ها استفاده نمود، اما تا کنون مطالعات جامعی در خصوص تأثیر نانوسیلور بر جمعیت فیتوپلانکتون ها پس از ضد عفونی کردن استخرها و حوضچه ها صورت نگرفته و با توجه به این که یکی از مشکلات اکوسیستم های آبی، شکوفایی جلبک های سبز آبی می باشد، این تحقیق می تواند تأثیر گذار بودن و یا عدم تاثیر نانوسیلور در کنترل جلبک سبزآبی آنابنا را نشان دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

در حال حاضر شکوفایی جلبکی (بلوم) بسیاری از جلبک های سبزآبی برای منابع آبی مانند استخرها، دریاچه ها و دریاها خطرناک می باشد که با تولیـد سموم یا کاهش اکسیژن مختلف قادرند باعث تلفات آبزیـان از جمله ماهیان گردند. پس تأثیر نانوسیلـور بر رشد، مرگ یا زوال آنها می تواند رهنمـون جدیـدی جهت کنترلشان باشد، ضمن این که باید بررسی نمود که جلبک های مفید صدمه نبیند (Navarro *et al.*, 2008)

از آن جایی که تا کنون پژوهشی مبنی بر تأثیر این ماده بر گونه های پلانکتونی در داخل و خارج کشور صورت نگرفته است، سبب شده تا لزوم انجام این تحقیق خصوصاً تأثیر این ماده بر جلبک سبزآبی که جزء جلبک های غالب، شاخص و مهم اکوسیستم های آبی می باشد، بیشتر احساس گردد.

هدف از انجام این تحقیق، بررسی تأثیر نانوسیلور بر رشد و تکثیر، میزان کلروفیل a در جلبک سبزآبی آنابنا و تعیین مناسبترین غلظت مورد استفاده از نانوسیلور برای رشد جلبک مورد نظر می باشد تا بتوان کنترل شکوفایی را در حوضچه ها و استخرها انجام داد.

مواد و روش ها

این تحقیق به مدت ۳ ماه در سال ۱۳۸۹ در پژوهشکده آبزی پروری آب های داخلی بندر انزلی انجام گردید. برای خالص سازی جلبک سبزآبی آنابنا، نمونه ای از آب محیط طبیعی تالاب انزلی که از تور ۳۰ میکرون عبور داده شده بود، به اتاق کشت استریل شده توسط اشعه ماوراء بنفش (UV) منتقل و درون دستگاه لامیناراکس (Laminarbox) و زیر میکروسکوپ اینورت (Invert) قرار گرفت. سپس در محیط کشت زایندر (Zinder) (Komarek, 1973; Miller *et al.*, 1978) در دمای ۲۳ ± ۲۵ درجه سانتی گراد با شدت نور ۳۵۰±۳۵۰۰ لوکس و تحت شرایط ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی (Pirri and Ordog, 1997) کشت نیمه انبوه داده شد. جلبک ها پس از رشد و اطمینان از خالص بودن به محیط کشت های بزرگتر منتقل گردید. قابل ذکر است که جهت کشت جلبک های فوق از روش میلر (Miller *et al.*, 1978) که میزان برخی از عناصر آن توسط Ordog در سال ۱۹۸۲ اصلاح گردیده بود، استفاده گردید. جهت انجام آزمایشات تأثیر نانوسیلور بر جلبک های مذکور از روش استاندارد Selenastrum Bottle Test استفاده گردید (Miller *et al.*, 1978; TRC, 1984)

محاسبه تعداد تیمارها به صورت لگاریتمی انجام گرفت (Pirri and Ordog, 1997) که ۶ تیمار (غلظتهای مختلف از نانوسیلور) و ۱ شاهد (بدون نانوسیلور) در ۳ تکرار در نظر گرفته شد. جهت شروع آزمایشات در تیمارها و شاهد محیط کشت زایندر به میزان ۲۵۰ میلی لیتر در ارلن های ۵۰۰ میلی لیتری ریخته و غلظت های مختلف نانوسیلور نیز طبق جدول ۱ برای تیمارها در نظر گرفته شد. قابل ذکر است که این محدوده غلظت پس از آزمایشات اولیه حاصل آمد.

پس از آماده سازی محیط کشت در تیمارها و شاهد، از نمونه خالص جلبک آنابنا به میزان ۱ میلی گرم در لیتر در هر یک قرار داده شد (Pirri and Ordog, 1997) . ۲ سی سی از آب ارلن ها را پس از همگن نمودن جهت شمارش اولیه جلبک برداشت نموده، سپس غلظت های مختلف نانوسیلور به تیمارها اضافه گردید. سپس پیپت های هوا و فیلتر سر ارلن ها را بسته و به میز کشت (با شرایط درجه حرارت ۲۵-۲۳ درجه سانتی گراد و شدت نور۳۵۰±۳۵۰۰ لوکس) به مدت ۹۶ ساعت انتقال داده شد. پس از طی زمان مذکور، مجدداً ۲ سی سی از تیمارها و شاهد برای شمارش ثانویه برداشت گردید. با کاستن شمارش ثانویه از اولیه و ضرب آن در عدد 10^4، درصد افزایش رشد در تیمارها و شاهد محاسبه شد. سپس جذب نوری ۱۰ میلی لیتر از هر تیمار و شاهد توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدلHACH,DR-2000 در طول موج ۷۵۰ نانومتر بر حسب F.t.u (واحد اندازه گیری طول موج در مقیاس ۷۵۰ نانومتر) قرائت گردید.

جدول ۱: غلظت های مختلف نانوسیلور در تیمارها و شاهد در جلبک سبزآبی آنابنا (*Anabaena flos-aquae*) در سال ۱۳۸۹

تیمار	غلظت نانوسیلوردر آنابنا (میلی گرم در لیتر)
شاهد	–

Archive of SID

www.SID.ir

۱	۰/۰۰۵
۲	۰/۰۰۸
۳	۰/۰۱۳
۴	۰/۰۲
۵	۰/۰۳
۶	۰/۰۵

مقایسه مقادیر $EC_{10,50,90}$ براساس Probit analysis انجام شد (Finny, 1971)، بدین صورت که ابتدا بین لگاریتم غلظت تیمارها و اعداد پروبیت انجام گردید. سپس جهت تعیین مقادیر $EC_{10,50,90}$ به ترتیب اعداد پروبیت ۱۰، ۵۰ و۹۰ در معادله خطی رگرسیون y=bx+a به ازای y جاگذاری و x معادله محاسبه گردید. آنتی لگاریتم x مقادیر EC فوق شد.

پس از آزمایشات متعدد و تعیین میزان ECها (Effect Concentration یا غلظت موثر) با توجه به میزان کلروفیل a، آزمایش کنترل شکوفایی نیز انجام شد. در این آزمایش سه تیمار به ترتیب EC_{10}، EC_{50}، EC_{90} و یک شاهد در نظر گرفته شد. از قبل استوک جلبک های مورد نظر را در شرایط آزمایشگاهی (درجه حرارت ۲±۲۵ درجه سانتی گراد وشدت نور ۳۵۰ ±۳۵۰۰ لوکس) کشت داده شد و برای انجام آزمایش عدم شکوفایی مقدار مشخصی از جلبک های موردنظر را داخل محیط کشت ریخته و ۲ سی سی از آن توسط فرمالین فیکس شد. سپس مقادیر حاصل از نانوسیلور را که برای EC های بدست آمده بود، به محیط های کشت اضافه کرده و بعد از طی هر ۲۴ ساعت (۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ ساعت) ۲ سی سی از نمونه ها را برداشت و فیکس شدند تا روند تغییرات رشد در طی ۹۶ ساعت بررسی گردد. برای این کار نمونه های فیکس شده توسط لام توما شمارش گردید (فلاحی، ۱۳۷۹). سپس میزان کلروفیل a در تیمارها و شاهد به روش استاندارد تعیین گردید.

سپس حداکثر غلظت آستانه (Maximum Allowable Concentration) (MAC):حداکثر غلظتی که در آن ۵۰ درصد جلبکها از بین می روند) محاسبه و با توجه به میزان EC_{50} هر دو جلبک مورد آزمایش فاکتور حساسیت نیز محاسبه گردید.

در این بررسی از ضریب همبستگی جهت ارتباط بین غلظت نانوسیلور و تراکم رشته ها و سلول ها، آزمون مقایسه میانگین ها در تیمارهای مختلف از نرم افزار SPSS و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج

غلظت مؤثر نانوسیلور بر جلبک سبزآبی آنابنا پس از آزمایشات متعدد بین ۰/۰۰۵ تا ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر تشخیص داده شد. پس از شمارش جلبک آنابنا توسط لام توما، میانگین شمارش اولیه و ثانویه نمونه ها در یک میلی لیتر و میانگین درصد تغییرات رشته های آنابنا نسبت به شاهد محاسبه (جدول ۲) و مشخص شد که بیشترین میانگین درصد تغییرات رشته ها در غلظت ۰/۰۰۵ میلی گرم در لیتر از نانوسیلور بوده است.

جدول ۲: شمارش و درصد افزایش رشد در جلبک سبز آبی آنابنا (*Anabaena flos-aquae*) در سال ۱۳۸۹

غلظت نانوسیلور (میلی گرم در لیتر)	میانگین تعداد رشته های اولیه	میانگین تعداد رشته های ثانویه	اختلاف دو مرحله	میانگین درصد افزایش رشد
شاهد	۱۰۱۱۱	۱۸۵۰۰۰	۱۷۴۸۸۹	۱۷۱۴/۴
۰/۰۰۵	۱۳۲۲۲	۱۳۳۸۸۸/۶۶	۱۲۰۶۶۶/۶۶	۱۳۵۳/۳۵
۰/۰۰۸	۹۴۴۴	۵۵۸۳۳	۴۶۳۸۹	۱۲۷۳/۰۴
۰/۰۱۳	۲۱۱۱۱	۶۶۱۱۰/۶۶	۴۴۹۹۹/۶۶	۶۱۵/۸۹

Archive of SID

www.SID.ir

۰/۰۲	۴۵۵۵/۳۳	۸۳۳۳	۳۷۷۷/۶۷	۱۵۵/۵۸
۰/۰۳	۱۲۷۷۷/۶۶	۲۹۹۹/۶۶	-۹۷۷۸	-۷۲/۰۶
۰/۰۵	۶۶۶۶/۳۳	۲۹۹۹/۶۶	-۳۶۶۶/۶۷	-۷۲/۸۵

با توجه به غلظت های مختلف نانوسیلور ، میزان جذب نوری نمونه ها پس از ۹۶ ساعت رشد در نهایت توسط دستگاه اسپکتروفتومتر(طیف سنج) با طول موج ۷۵۰ نانومتر قرائت گردید.

نتایج نشان داده که بیشترین جذب نوری جلبک سبزآبی آنابنا در شاهد مشاهده و پس از آن در غلظت ۰/۰۰۵ میلی گرم در لیتر از نانوسیلور مشاهده شد (جدول ۳).

جدول ۳: میزان جذب نوری، کلروفیل a و درصد افزایش رشد در جلبک سبزآبی آنابنا (*Anabaena flos-aquae*) در سال ۱۳۸۹

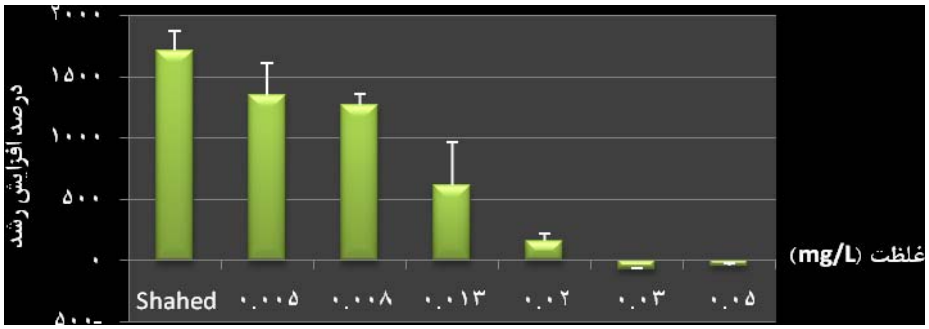
تیمار	غلظت نانوسیلور (میلی گرم در لیتر)	جذب نوری (F.t.u)	میزان کلروفیل a (میکروگرم در لیتر)	درصد افزایش رشد
شاهد	-	۷۴/۶	۸۶۸/۹۶	۱۷۱۴/۴ ± ۷۴۴/۱۹۳۵۷
۱	۰/۰۰۵	۵۰/۳	۵۱۲/۶۲	۱۳۵۳/۳۵ ± ۷۴۴/۱۹۳۵۷
۲	۰/۰۰۸	۳۶/۶	۳۶۹/۵۱	۱۲۷۳/۰۴ ± ۷۴۴/۱۹۳۵۷
۳	۰/۰۱۳	۲۳/۶	۲۲۳/۴۵	۶۱۵/۸۹ ± ۷۴۴/۱۹۳۵۷
۴	۰/۰۲	۱۶	۱۸۸/۳۴	۱۵۵/۵۸ ± ۷۴۴/۱۹۳۵۷
۵	۰/۰۳	۳/۶	۱۰/۲۱	-۷۲/۰۶ ± ۷۴۴/۱۹۳۵۷
۶	۰/۰۵	۳/۳	۹/۵۳	-۷۲/۸۵ ± ۷۴۴/۱۹۳۵۷

با کاهش شمارش اولیه، ثانویه و نیز مقایسه جذب نوری نمونه ها در طول موج ۷۵۰ نانومتر در تیمارهای مختلف و شاهد، درصد افزایش رشد محاسبه و بهترین غلظت نانوسیلور که بالاترین رشد جلبک ها در آن صورت می گیرد، ارائه گردید.

مقادیر رشد جلبک سبزآبی آنابنا در غلظت های مختلف نیز تعیین گردید. بر این اساس بالاترین میانگین درصد تغییرات رشد نیز در غلظت ۰/۰۰۵ میلی گرم در لیتر از نانوسیلور بوده که مطابق با اطلاعات حاصله از شمارش رشته ها می باشد (شکل ۱). براساس میزان کلروفیل a و جذب نوری بیشترین رشد در این غلظت مشاهده گردید. با توجه به ضریب همبستگی که بین لگاریتم غلظت و $P._{Value}$ بوده درصد شمارش بدست آمد، مشخص گردید که همبستگی در سطح ۰/۰۵ معنی دار می باشد (sig= 0.008). داده های درصد افزایش رشد بر اساس آنالیز کروسکال والیس دارای اختلاف و مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون من-ویتنی در شکل ۱ آورده شده است.

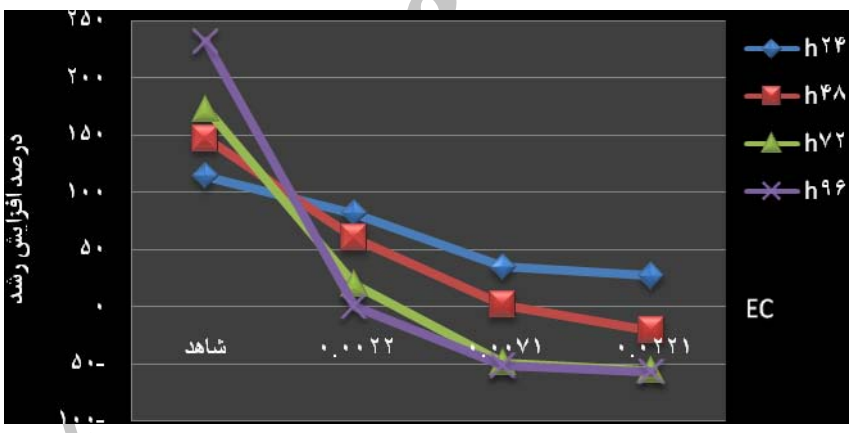
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱: رابطه درصد افزایش رشد با غلظت های مختلف نانوسیلور در جلبک سبزآبی آنابنا (*Anabaena flos-aquae*) در سال ۱۳۸۹

در مرحله دوم تحقیق آزمایشات کنترل شکوفایی انجام گردید که با استفاده از نتایج به دست آمده معادله خط بین لگاریتم غلظت تیمارها و $P._{value}$ محاسبه و مقادیر $EC_{10,50,90}$ کلروفیل a با توجه به غلظت های مختلف نانوسیلور تعیین شد. این آزمایشات با ۳ تیمار ($EC_{10,50,90}$) و ۱ شاهد (بدون نانوسیلور) در نظر گرفته شد. طبق نتایج در تیمارهای مختلف با افزایش غلظت نانوسیلور میزان کلروفیل a به نسبت شاهد در جلبک سبزآبی آنابنا روند کاهشی داشته است .بعد از محاسبه ECها غلظت نانوسیلور به ترتیب ۰/۰۰۲۲، ۰/۰۰۷۱ و۰/۰۲۲۱ بوده است (شکل ۲).



شکل ۲: مقادیر EC_{10} , EC_{50} , EC_{90} جلبک سبز آبی آنابنا (*Anabaena flos-aquae*) در معرض غلظت های مختلف نانوسیلور در سال ۱۳۸۹

زمانی که استوک ها و غلظت های مختلف نانوسیلور در حالت انبوه به محیط های کشت اضافه شد، روند تغییرات رشته ها در طی هر ۲۴ ساعت بررسی و درصد افزایش رشد در آن ها نیز محاسبه گردید. طبق نتایج در EC های مختلف با افزایش نانوسیلور رشد جلبک آنابنا کاهش می یابد، بطوری که در $EC_{50,90}$ بعد از ۷۲ ساعت به رشد منفی رسیده است.

بحث و نتیجه گیری

www.SID.ir

در این تحقیق با توجه به اهداف، ذرات نقره از نظر شکل و اندازه یکسان و دارای قطر ۵-۳ نانومتر بودند. پارامترهایی مانند شدت نور و درجه حرارت ثابت در نظر گرفته شدند و تنها پارامتر متغییر، غلظت های مختلف نانوسیلور بود. نتایج این نشان داد که افزایش غلظت نانوسیلور سبب کاهش رشد در جلبک های آنابنا می گردد.

نانـوذرات نقره به طور طبیعی وارد محیط های آبی و اکوسیستم ها شـده و به طور ناخواسته بر سطح اول زنجیره غذایی (جلبک) اثر می گذارند، این ذرات از غشـاء سلولی عبور کرده و سبب آسیب به دیواره سلولـی و در نهایـت منجر به مرگ سلـول می شـود (Navarro *et al.*, 2008).

Lubick در سال ۲۰۰۸جلبـک *Chlamydomonas reinhardtii* را در معرض یـون های نقره قرار داد و بیـان نمودکه نانوسیلـور به صورت غیر مستقیـم سمی است و روی رشـد جلبک ها تأثیر می گـذارد. از آن جایی که نقـره جزء عناصر ضـروری در متابولیسم جلبک ها می باشـد، پس سمیت کمتـری روی جلبـک ها داشتـه و در نتیجـه در غلظت های بالا سبب آسیـــب به جلبک ها می شود (Ivanova *et al.*, 2008).

یون نقره به عنوان عنصر واسطه عمل می کند که دارای اثرات بازدارندگی بر فتوسنتز در جلبک ها بوده و در غلظت های بالا مانع رشد جلبک ها می شود (Navarro *et al.*, 2008).

نانوذرات نقره به دلیل جرم کم، سطح تماس بیشتری با محیط داشته، پس پایداری بیشتری در محیط دارد، در نتیجه تأثیر بیشتری را بر محیط اعمال می کند. علت آن این است که ذرات منفرد توسط دیگر ذرات دفع شده و شروع به محکم و ثابت شدن می کنند که در نهایت کمتر تجمع می یابند (Cole, 2008). نانوذرات نقره دارای اثرات اکوتوکسیکولوژیکی هستند که سمیت به دوزشان بستگی دارد (Hund-Rinke and Simon, 2006).

نانوذرات نقره قادرند درسطح سلول باقی مانده و در نهایت سبب ازهم گسیختگی سلول شوند. در مورد جلبک ها، نانوذرات نقره ازغشاء پلاسمایی عبورکرده، واردسیتوزول می شود و علاوه بر تخریب اندامک ها (مثل شبکه آندوپلاسمی) با DNA باند شده و در کار آنزیم های فتوسیستم II اختلال ایجاد می کند و در نهایت کلروفیل a راکاهش داده که به دنبال آن وزن خشک، رشد، بقا و فتوسنتز نیزکاهش می یابد (Cole, 2008).

نقره می تواند تعادل اکسیداتیو جلبک ها را شکسته و سبب تحریک آنزیم های آنتی اکسیدانت (مثلSOD، GPX و APX) شودکه در نهایت سبب بهم پیوستن نانوماتریکس های هیبریدی با یون نقره شده و اثرات جلبک کشیرا به همراه دارد .پس می توان از نانوماتریکس نقره برای پالایش حوزه رودخانه ها از جلبک ها استفاده نمود، زیرا بهم پیوستن نانوماتریکس های غیر مخرب زیستی می تواند به طور غیر مستقیم سبب دورکردن سمیت در ماهی ها، حشرات، انسان و دیگر موجودات شود. همچنین می توان از هیبرید نانوماده ها برای تصفیه آب نیز استفاده نمود (Ivanova *et al.*, 2008).

نتایج نشان می دهد که در غلظت ۰/۰۲۲۱میلی گرم در لیتر از نانوسیلور منجر به مرگ ۹۰ درصد جلبک سبزآبی آنابنا می گردد (با توجه به EC_{90} جلبک سبز-آبی آنابنا)، اما در غلظت ۰/۰۰۲۲ میلی گرم در لیتر هیچ جلبکی از بین نمی رود (با توجه به EC_{10} جلبک سبزآبی آنابنا). پس می توان نتیجه گیری کرد که اگر از MAC آنابنا استفاده شود، می توان حدود ۵۰ درصد از جلبک سبزآبی آنابنا را از بین برد و چون این جلبک مضر می باشد می توان از EC_{90} سندسموس استفاده نمود تا حدود۹۰ درصد از جلبک سبزآبی آنابنا از بین روند (زیرا این گونه از جلبک سبزآبی برای آبزیان مضر می باشد).

اگر غلظت مناسبی از نانوسیلور برای کاربرد های مختلف در نظر گرفته شود، می توان بسیاری از نگرانی های زیست محیطی و بیولوژیکی محققین را بر طرف نمود، ضمن آن که تأییدی برای موافقین استفاده از نانوذرات نقره در مسائل زیستی خواهد بود. با توجه به اهمیت جلبک های سبز و مضر بودن جلبک های سبزآبی پیشنهاد می گردد در جاهایی که برای ضد عفونی کردن استخرها از نانوسیلور استفاده می شود، از EC_{90} آنابنا (غلظت ۰/۰۲۲۱ میلی گرم از نانوسیلور) برای از بین بردن جلبک های سبزآبی استفاده گردد.

سپاسگزاری

از زحمات کلیه مسئولین و کارشناسان محترم پژوهشکده آبزی پروری آب های داخلی بندر انزلی کمال تشکر و قدردانی را دارم.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

فلاحی، م.، ۱۳۷۹. پلانکتون شناسی مقدماتی. دوره آموزشی کوتاه مدت مرکز تحقیقات شیلات گیلان. ۵۰ص.

Cole, P., 2008. Nanoparticles in natural aquatic environments: A physical, Chemical and ecotoxicological of cerium dioxide and silver. Postgraduate Research Conference Proceedings: water-how need drives research underpins solutions to world-wide problems, July 20^{th}-25^{th}.Birmangham, UK.

Finny, D., 1971. Probit analysis Cambridge. Cambridge University. Press: 1-333.

Hund-Rinke, K. and Simon, M., 2006. Ecotoxic effect of photocatalytic active nanoparticles (TiO_2)on algae and daphnids (8pp). Environmental Science and Pollution Research, vol. 13(4). 225-232pp.

Ivanova, J., Toncheva-Panova, T., Chernev, G. and Samuneva, B., 2008. Effect of Ag^{+}, Cu^{2+} and Zn^{2+} containing hybrid nanomatrixes on the green algae *Chlorella keissleri*. Plant Physiology, vol. 34(3-4). 339-346pp.

Komarek, J., 1973. Culture collections. In carr N.G. and Whitton B.A., The biology of blue-green algae. Blackwell Scientific publ., 519-524pp.

Lubick, N., 2008. Nanosilver toxicity: ions, Nanoparticles – or both? Environmental Science and technology. 1010-1021pp.

Miller, D.E., Green, J.C. and Shiroyama, T.,1978. The Selenastrum capricornatum printz algal assay bottle test: Experimental design, application and enterperation protocol. 126p. US Epa 600/9.

Navarro, E., Piccapietra, F., Wanger, B., Marconi, F., Kaegi, R., Odzak, N., Sigg, L. and Behra, R., 2008. Toxicity of silver Nanoparticles to *Chlamydomonas reinhardti*.Environment Science technology, vol. 42(23). 8959-8964pp.

Ordog,V., 1982. Fotoszintezisgatlo herbicidek hatasa az algateny eszetek szaporodasara es oxigentermelesera. Ph.D Thesis. 128 p.

Pirri, Z.M. and Ordog, V., 1997. Effect of some herbicides commonly used in Iranian agriculture on aquatic food chain. 9-30pp.

TRC, 1984. OECD guide lines for testing of chemicals. Section 2, Effects on biotic systems. 1-39pp.

Archive of SID

www.SID.ir