فصلنامه پژوهش در علوم، مهندسی و فناوری
دوره ۸، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱
صفحات ۱۸۰-۱۸۷
ISSN: 2476-5082
www.uctjournals.com

بررسی تاثیر غلظت های مختلف اکسید و نانو اکسیدروی و pH ها و دماهای مختلف و اثر همزمان آنها بر میزان فیکوسیانین در نوستوک

آصف اروج زاده
کارشناسی ارشدگروه علوم محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

چکیده

فلزات سنگین به علت اثرات سمی و توان انباشتگی زیستی درگونه های مختلف آبزیان و حتی وارد شدن به زنجیره های غذایی از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشند . بسیاری از فلزات سنگین به طور طبیعی از اجزا متشکله اکوسیستم های آبی به حساب می آیند و حتی تعدادی از آنها در بقاء موجودات زنده نقش حائز اهمیتی را ایفا می کنند.امروزه اکسید و نانو ذره اکسیدروی به طور گسترده در تولیدات صنعتی استفاده می شوند. رهایش این نانو ذرات به محیط زیست باعث سمیت برای ارگانیسم های آبزی می شود. در این مطالعه اثرات اکسید و نانو ذره اکسیدروی بر روی فیکوسیانین نوستوک در غلظت های مختلف (شاهد، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ میلی گرم بر لیتر) به مدت ۷ روز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تمام پارامترهای مورد بررسی رشد، فیکوسیانین کل جلبک با افزایش غلظت اکسید و نانو ذره اکسیدروی به طور معنی دار کاهش یافته است. میزان فیکوسیانین در غلظت‌های مختلف اکسید و نانو ذره اکسیدروی در مقایسه با گروه شاهد کاهش معنی داری داشته، که نشان دهنده تاثیر این اکسید و نانو ذره بر این شاخص ها در جلبک می باشد. همچنین نتایج مقایسه تاثیر اکسیدروی و نانو اکسیدروی بر میزان فیکوسیانین نوستوک نشان داد که تاثیر نانو اکسیدروی بیشتر از اکسیدروی می باشد و باعث کاهش معنی دار این پارامترها شد.

کلیدواژه: رفتار اکسید و نانو ذره اکسیدروی، نوستوک، فیکوسیانین

۱- مقدمه

فلزات سنگین از ته نشست های اتمسفری، هوادیدگی، از منابع انسانی و همچنین انتشار صنعتی و معدن کاوی وارد اکوسیستم های آبزی می شوند (ابراهیم پور و همکاران، ۲۰۰۸ . *Alam et al.,2002*). حضور فلزات در اکوسیستم های آبی می تواند باعث استرس در بیوتا، بدلیل توان انباشتگی در اندام های آنها شود (ابراهیم پور و مشرفیان، ۲۰۰۸).

فلزات سنگین به علت اثرات سمی و توان انباشتگی زیستی درگونه های مختلف آبزیان و حتی وارد شدن به زنجیره های غذایی از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشند (*Alsbou and Al-Khashman.,2018*). بسیاری از فلزات سنگین به طور طبیعی از اجزا متشکله اکوسیستم های آبی به حساب می آیند و حتی تعدادی از آنها در بقاء موجودات زنده نقش حائز اهمیتی را ایفا می کنند. با این وجود چنانچه میزان این عناصر به دلیل گوناگونی از حدود معینی فراتر رود باعث به مخاطره افتادن حیات آبزیان می گردد، زیرا که سریعا سبب برهم خوردن تعادل بوم شناختی شده وموجب انزوال زیستی اکوسیستم را فراهم می سازد (صباغ کاشانی، ۱۳۸۰). سیانوباکترها جزء تولید کنندگان اولیه در زنجیره حیات می باشند که وقتی محیط طبیعی به آلاینده های مختلف آلوده می شوند اولین موجوداتی که تاثیر می پذیرند این موجودات می باشند

کاربری ذرات نانویی تحول عظیمی در صنعت ایجاد نموده است. تاثیر شگرف این ذرات را می توان در بخشهای مختلف صنعت نظیر تصفیه آب، صنایع نساجی، پلاستیک، سرامیک، شیشه، سیمان، پاک کننده ها، چرخ ماشین، روغن ماشین، رنگ ها، چسبنده ها، درزگیرها، پس اندازی آتش، تولید ترکیبات دارویی اشاره نمود (*Nguyen et al., 2018*). برخی از ذرات و ترکیبات نانویی طیف وسیع از استفاده دارند نظیر اکسیدروی که این پودر به صورت یک محصول مصنوعی در بازرگانی است. در صنعت اکسیدروی اغلب به صورت *semiconductor* به مفهوم جسم فوق هادی مطرح می باشد. ویژگی عمومی این ترکیب سبب گسترش مصرف آن گردیده است.

سیانوباکترها،تولیدکننده اولیه مهم بوده و ارزش غذایی بالایی دارند. برخی محتوی پروتئین بالا، ویتامین ودیگر فاکتورهای لازم برای رشد هستند. گونه تثبیت کننده ازت به باروری آب و خاک کمک می کند لیکن سیانوباکتریها درتراکم های بالا منجربه تغییر رنگ آب وایجاد رنگ و بو میگردد وبه زیبایی اکوسیستم آسیب میرساند وبه سبب شرایطی که پس از تجزیه شدنشان بوجود می آید ویا تولید سم سبب مرگ جانداران آبزی میگردد. شکوفایی سیانوباکتریایی درنتیجه یوتریفیکاسیون روی می دهد.

Nostoc sp یکی از سیانوباکتریهای رشته ای تثبیت کننده ازت در اکوسیستم های آبی و خشکی است.

یکی از خانواده های مهم جلبک های سبز-آبی محسوب می شود. اعضای این خانواده رشته ای بوده و معمولا بصورت توده ای در یک قشر موسیلاژی عمومی قرار می گیرند. کلنی نوستوک گرد و کروی است و سلول های رشته، مانند دانه های تسبیح به هم متصل هستند و گاهی فرورفتگی ایجاد می نمایند (*Thiel and pratte Brenda 2001*). هرکدام از رشته ها علاوه بر اینکه در قشر ژلاتینی عمومی محصور بوده لایه ژلاتینی مخصوص به خود را نیز دارا می باشند.**بیلی پروتئین ها** رنگدانه هایی هستند که مخلوط با پروتئین می باشند. از بیلی پروتئین ها می توان به "فیکوبیلین ها" اشاره نمود. فیکوبیلین های قرمز، فیکواریترین و فیکوبیلین های آبی، فیکوسیانین نامیده می شوند. فیکواریترین و فیکوسیانین نور را در محدوده‌ی طول موج هایی جذب می کنند که توسط کلروفیل نمی تواند جذب شود، به همین علت جزء رنگدانه های فرعی محسوب می شوند

مرور بر منابع

- نوری و همکاران در سال ۱۳۹۴ به بررسی غنی شدن آب به واسطه ی افزایش مواد مغذی آلی و معدنی در نتیجه ی تخلیه پساب های خانگی ، صنعتی و کشاورزی به اکوسیستم های آبی پرداختند.این مطالعه با هدف تعیین نسبت ازت به فسفر که منجر به حداکثر شکوفایی و عدم شکوفایی در دو جلبک سبز -آبی *Anabaena flos-aquae* و *Nostoc sp* . می گردد نتایج آزمایشات بر روی *Anabaena flos- aquae* نشان داد که نسبت ازت به فسفر در دامنه ی ۱۵:۱ تا ۲۲:۱منجر به حداکثرشکوفایی گردید. نتایج آزمایشات *Nostoc sp.* نشان داد که حداکثر شکوفایی در نسبت ازت به

فسفر۱: ۲/۵ تا ۱۰:۱ ایجاد می گردد. نتایج این آزمایشات نشان داد که افزایش ازت تا حدی معین رشد آنابنا و نوستوک را افزایش داد.

- ندافی و همکاران در سال ۱۳۹۰ به بررسی سمیت نانوذرات اکسیدروی و اکسیدتیتانیوم با استفاده از آزمون زیستی توسط باکتریهای اشریشیا کلی و استافیلوکوک اورئوس پرداختند.این مطالعه نشان داد که سمیت حاد نانوذرات اکسیدروی به مراتب بیشترازسمیت حاد نانوذرات اکسیدتیتانیوم است.

- میری و همکاران در سال ۱۳۹۴ به بررسی اثرات نانو ذره اکسید مس بر روی رشد، پروتئین کل، کلروفیل ها و کاروتن جلبک گونه *(Chlorella vulgaris)* پرداختند. *نتایج نشان داد که تعداد سلولها و میزان پروتئین کل جلبک با افزایش غلظت نانوذره اکسیدمس بطور معنی داری کاهش یافته است.* نانو ذره اکسید مس باعث افزایش درصد نرخ بازدارندگی در جلبک *C. vulgaris* شده است. طبق بررسیهای انجام شده میتوان نتیجه گرفت که نانو ذره اکسید مس رشد، تکثیر و فتوسنتز را در جلبک گونه *C. vulgaris* *کاهش داده است.*

- خواجه پور و همکاران در سال ۱۳۹۵ به بررسی اثر فسفر بر میزان زی توده، کلروفیل آ، کاروتنوئید کل، پروتئین کل و کربوهیدرات سیانوباکتر Nostoc calcicola در روزهای مختلف کشت در آزمایشگاه کشت جلبک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان پرداختند. نتایج نشان داد که میزان فسفر محیط بر روی میزان زی توده، کلروفیل آ و کاروتنوئید کل Nostoc calcicola در برخی از روزهای کشت اثر معنی داری داشته است. نتایج مشاهده حاضر نشان داد که می توان با تغییر میزان فسفر محیط رشد و محتوی برخی از ترکیبات بیوشیمیایی سیانوباکتر N. calcicola را کنترل نمود.

_ خاوری نژاد و همکاران در سال ۱۳۸۰ به بررسی توانایی *Nostoc sp.* در کسب سازگاری نسبت به نوسان های شوری، *pH* و محدودیت CO_2 درشرایط آزمایشگاهی پرداختند. نمونه از خاک های شالیزار در استان گلستان جمع آوری شده، پس از تخلیص در معرض شوری*0 %، 0/5%و 1%* کلرید سدیم*(NaCl)*، *pH*های خنثی، اسیدی و قلیایی، شرایط عدم تلقیحCO_2 و در نهایت اعمال وانادات در شرایط محدودیت CO_2 قرار گرفته، توان رشد، فراوانی هتروسیست، و نیز محتوای فیکوبیلی پروتئینی سنجیده شد. نتایج نشان می دهد که رشد در شوری*0/5 %* و *1 %* قابلیت سازگاری داشته است. تاثیر شوری*0/5 %* بر فراوانی هتروسیست نیز معنی دار بوده است. رشد نمونه در شرایط اسیدی مختل شده فراوانی هتروسیست در روزهای نخست به صفر رسید. در *pH* قلیایی، نمونه قابلیت رشد مطلوبی از خود نشان داد. منحنی رشد نمونه در *pH* برابر ۹، و نیز نتایج اعمال وانادات وجود مکانیسم تراکمی CO_2 از نوع بی کربنات را نشان می دهد.

- سادات حسینی در سال ۱۳۹۲ به برررسی ارزیابی اثرات زیست محیطی شکوفائی جلبکی مضر (*HABs*) بر اکوسیستمهای آبی و آبزیان پرداختند. این مقاله به عوامل مؤثر در بروز شکوفائی جلبکی سرخ و اثرات و پیامدهای مضر زیست محیطی و نشانه ها و بیماریهای ناشی از پدیده کشندقرمز می پردازد و در نهایت ضمن اشاره به شکوفایی جلبکی خلیج فارس ، به اقدامات ضروری برای جلوگیری از تلفات بیشتر پرداختند.

مواد و روش ها

این تحقیق در ۶ تیمار با ۳ تکرار تحت شرایط نوری ۳۵۰۰ لوکس (۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی) به همراه هوادهی مداوم به مدت ۷ روز صورت گرفت تیمار ها شامل:

تیمار اول: بررسی تاثیر دما (۲۵، ۳۵ و ۴۵ درجه سانتی گراد) به همراه غلظت های (۲۵، ۵۰ ،۷۵ ، ۱۰۰ و۱۲۵ میلی گرم بر لیتر) عنصر اکسیدروی بر رنگدانه فیکوسیانین در نوستوک

تیمار دوم : بررسی تاثیر دما (۲۵، ۳۵ و ۴۵ درجه سانتی گراد) به همراه غلظت های (۲۵، ۵۰ ،۷۵ ، ۱۰۰ و۱۲۵ میلی گرم بر لیتر) عنصر نانو اکسیدروی بر رنگدانه فیکوسیانین در نوستوک

تیمار سوم : بررسی تاثیر *pH* (۵ ، ۷ و ۹) به همراه غلظت های (۲۵، ۵۰ ،۷۵ ، ۱۰۰ و۱۲۵ میلی گرم بر لیتر) عنصر اکسیدروی بر رنگدانه فیکوسیانین در نوستوک

تیمار چهارم : بررسی تاثیر pH (۵ ، ۷ و ۹) به همراه غلظت های (۲۵، ۵۰ ،۷۵ ، ۱۰۰ و۱۲۵ میلی گرم بر لیتر) عنصر نانواکسیدروی بر رنگدانه فیکوسیانین در نوستوک

تیمار پنجم : بررسی تاثیر pH (۵ ، ۷ و ۹) بر رنگدانه فیکوسیانین در نوستوک (شاهد۱)

تیمار ششم : بررسی تاثیر دما (۲۵، ۳۵ و ۴۵ درجه سانتی گراد) بر رنگدانه فیکوسیانین در نوستوک (شاهد۲).

به منظور انجام آزمایش ابتدا محیط کشت $BG11$ در pHهای مختلف ۵، ۷ و ۹ با اضافه نمودن هیدروکسید سدیم و اسید کلرید ریک ۰/۱ نرمال با استفاده از دستگاه pHمتر تنظیم گردید. بطور کل آزمایش با ۴ تیمار و با سه تکرار در ۲۷۰ عدد ارلن ۱۰۰ میلی لیتری انجام گردید. برای این کار از نمونه جلبک کشت داده شده برداشته شد و به نسبت ۱:۱۰ در ارلن ۱۰۰ میلی لیتری انتقال داده شد و با محیط کشت به حجم رسانده شد و به منظور بررسی تاثیر غلظت های مختلف عناصر اکسیدروی و نانواکسیدروی با غلظت های ۲۵، ۵۰ ، ۷۵ ،۱۰۰ و ۱۲۵ میلی گرم بر میلی لیتر به هر یک از ارلن ها منتقل گردید و تحت شرایط دمایی مختلف ۲۵،۳۵ و ۴۵ درجه سانتی گراد طی یک هفته در انکوباتور نگهداری شد.

سنجش فیکوسیانین

برای اندازه گیری فیکوبیلی پروتئین، ۳ میلی لیتر سوسپانسیون سیانوباکتری با سانتریفوژ دور ۱۴۰۰۰ دور در دقیقه برای ۵ دقیقه ته نشین شد و محلول رویی دور ریخته شد. سپس ۱۵۰ میکرولیتر گلیسرول افزوده شده و در دمای ۴ درجه سلسیوس برای ۴ روز نگهداری شد. پس ازآن برای شکسته شدن یاخته ها به آن۱۳۵۰ میکرولیتر آب و ۱۰۰ میکرولیتر استات سدیم ۰/۳ نرمال افزوده گردید. این محلول برای دو روز در تاریکی و سرما نگهداری شد. سپس با سانتریفوژ محلول شفاف رویی جداشده و جذب نور در طول موج های ۶۱۵ و ۷۵۰ نانومتر اندازه گیری شد. اندازه فیکوسیانین (PC) طبق روابط تجربی زیر برآورد شد (مشایی و همکاران، ۱۳۹۵).

$$PC\ (\mu g/ml)= [1000(A615-A750)-474(A652- A750)]/5.34$$

تمامی داده‌های موجود را با استفاده از نرم افزار *SPSS 16* و *Excell 2007* مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت و نمودارها و جداول مربوط به آنها ترسیم شد. در ضمن ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک (*Shapiro-wilk*) و آزمون همگنی واریانس‌ها با آزمون لون (*Levene test*) بررسی و مشخص شد که داده‌های بدست آمده توزیع نرمال دارند و واریانس گروه‌ها همگن می‌باشد. علاوه بر آن برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین متغیرهای مختلف مورد بررسی از آزمون آنالیز واریانس چند متغیره استفاده شد و سپس جهت مقایسه میانگین ها برای پارامترهای مختلف از آزمون دانکن (*Duncan*) و *t-test* استفاده گردید.

نتایج

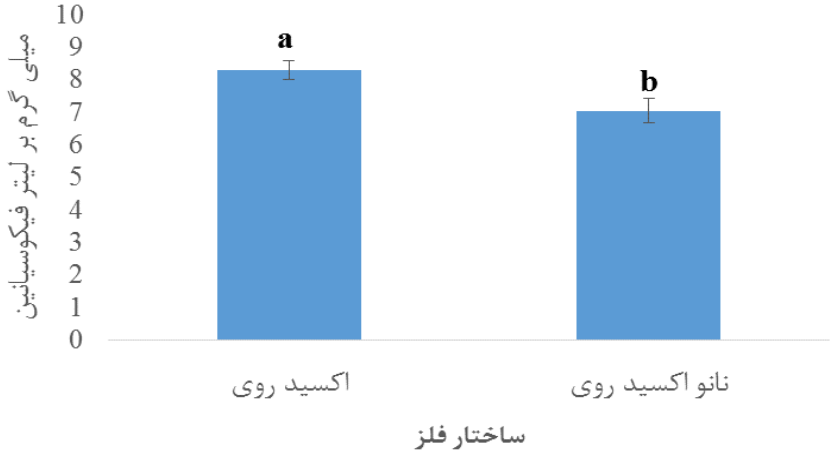
جهت مقایسه اثر پارامترهای مختلف نوع فلز از لحاظ ساختار و نانواکسید ذره یا اکسیدروی، غلظت، pH و دماهای مختلف و اثر همزمان آنها بر میزان فیکوسیانین نوستوک از آزمون آنالیز واریانس چند متغیره استفاده شد. در جدول ۹-۴ نتایج آزمون آنالیز واریانس برای پارامترهای مختلف بصورت منفرد و ترکیبی جهت بررسی اثر همزمان پارامترها نشان داده شده است همانطور که نتایج نشان می دهد بین میزان فیکوسیانین در نوستوک از لحاظ ساختار فلز، pH، دما، غلظت اکسیدروی ونانواکسیدروی و اثر همزمان این پارامترها اختلاف معنی دار مشاهده شد ($Sig < 0.05$).

جدول ۱: آنالیز واریانس چند متغیره مقایسه میانگین تاثیر غلظت های مختلف اکسید و نانو اکسیدروی و pH ها و دماهای مختلف بر میزان فیکوسیانین در نوستوک

Source	*Type III Sum of Squares*	*df*	*Mean Square*	*F*	*Sig.*
Corrected Model	*6995.558a*	*89*	*78.602*	*705.002*	*.000*
Intercept	*15932.241*	*1*	*15932.241*	*1.429E5*	*.000*

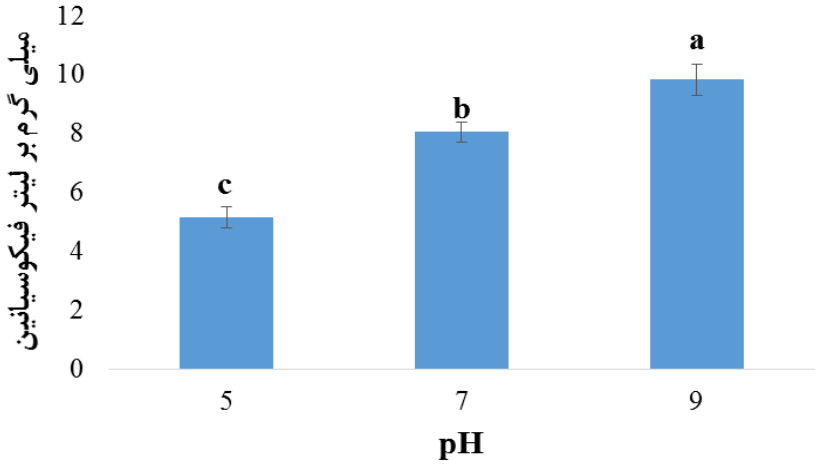
ساختار فلز (اکسیدروی و نانو اکسیدروی)	*108.947*	*1*	*108.947*	*977.179*	*.000*
pH	*997.579*	*2*	*498.790*	*4.474E3*	*.000*
دما	*1241.100*	*2*	*620.550*	*5.566E3*	*.000*
غلظت	*3748.900*	*4*	*937.225*	*8.406E3*	*.000*
ساختار فلز * *pH* * دما * غلظت	*37.724*	*16*	*2.358*	*21.147*	*.000*
Error	*20.068*	*180*	*.111*		
Total	*22947.867*	*270*			
Corrected Total	*7015.627*	*269*			

نمودار ۱- نتایج مقایسه میانگین ها برای تاثیر ساختار فلز اکسیدروی و نانو اکسیدروی بر میزان فیکوسیانین نوستوک نشان می‌دهد که تاثیر نانو اکسیدروی بر میزان فیکوسیانین در نوستوک بیشتر از اکسیدروی می باشد و باعث کاهش فیکوسیانین در نوستوک می شود.



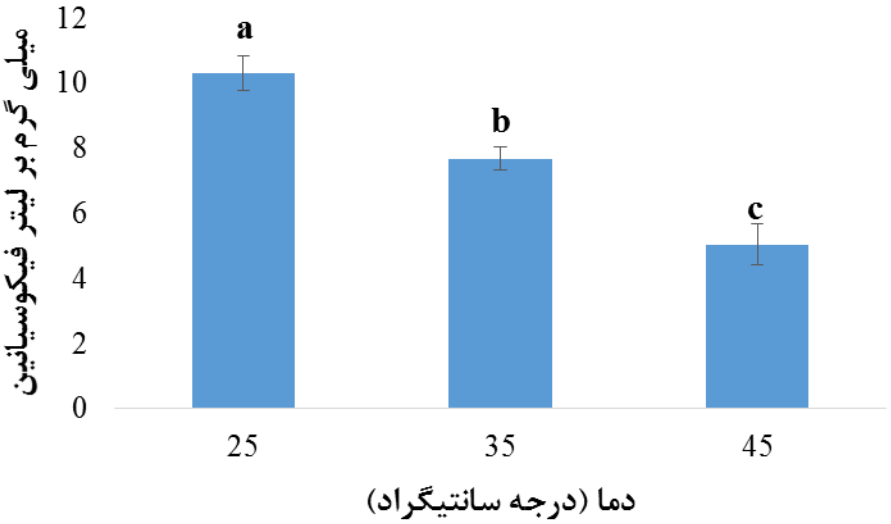
نمودار ۲: مقایسه میانگین ها برای تاثیر ساختار فلز اکسید و نانو اکسیدروی بر میزان فیکوسیانین نوستوک

بررسی مقایسه میانگین ها برای تاثیر pH برمیزان فیکوسیانین نوستوک در نمودار ۲ نشان داده شده است. همانطور که نتایج نشان می دهد در pH ۵ میزان فیکوسیانین بیشترین کاهش و pH ۹ میزان فیکوسیانین بیشترین رشد را داشته است. بطور کلی با افزایش pH فیکوسیانین افزایش داشته است.



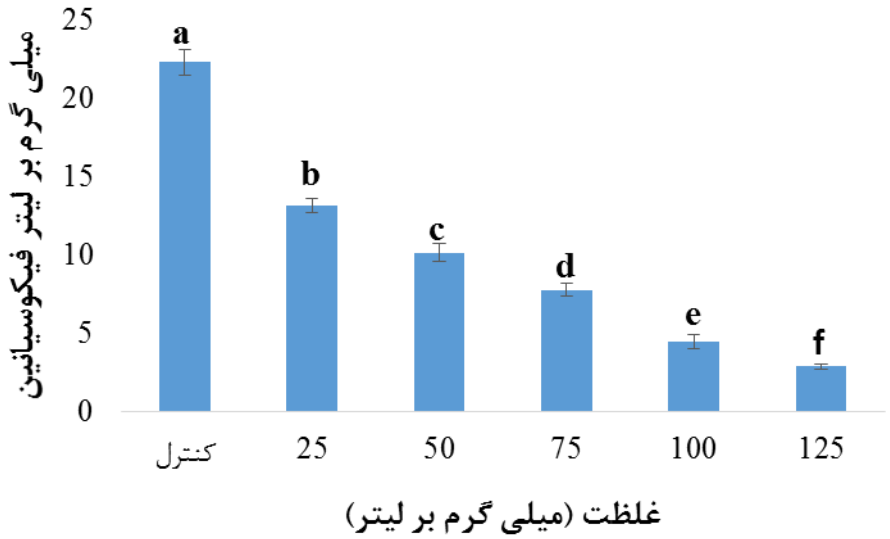
نمودار ۲: مقایسه میانگین ها برای تاثیر pH بر میزان فیکوسیانین نوستوک

بررسی مقایسه میانگین ها برای تاثیر دما بر میزان فیکوسیانین نوستوک در نمودار ۳ نشان می دهد که بین دماهای مختلف از لحاظ میزان فیکوسیانین نوستوک اختلاف معنی دار وجود دارد و بیشترین میزان فیکوسیانین نوستوک در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد اندازه گیری شد و در دماهای بالاتر کاهش پیدا کرد. بطور کلی نتایج نشان داد افزایش دما تاثیر منفی بر میزان فیکوسیانین نوستوک دارد.



نمودار ۳:مقایسه میانگین ها برای تاثیر دما بر میزان فیکوسیانین نوستوک

بررسی مقایسه میانگین ها برای تاثیر غلظت اکسید و نانو اکسیدروی بر میزان فیکوسیانین نوستوک در نمودار۴نشان می دهد که بین غلظتهای مختلف و کنترل از لحاظ میزان فیکوسیانین نوستوک اختلاف معنی دار وجود دارد. بیشترین میزان فیکوسیانین نوستوک در گروه کنترل و در غیاب اکسید و نانو اکسیدروی اندازه گیری شد. در غلظتهای بالاتر میزان فیکوسیانین کاهش پیدا کرد. بطور کلی نتایج نشان داد تاثیر غلظت بر میزان فیکوسیانین نوستوک منفی است و افزایش غلظت اکسید و نانواکسیدروی باعث کاهش میزان فیکوسیانین می شود.



نمودار ۴: مقایسه میانگین ها برای تاثیر غلظت اکسید و نانو اکسیدروی بر میزان فیکوسیانین نوستوک

بحث

کاروتنوئید و فیکوسیانین نیز از رنگیزه های مهم درسیانوباکترها و جلبکها هستند که نقش حیاتی در رشد آنها دارند. بنابراین با توجه به رشد سریع و گسترده نانو مواد و به خصوص کاربرد گسترده اکسید و نانو ذره اکسیدروی در تولیدات صنعتی و ورود به اکوسیستمهای آبی و تاثیر بر تولیدکنندگان اولیه زنجیره غذایی، بررسی تاثیر این نانو مواد بر متابولیسم و شاخصهای فیزیولوژیک حائز اهمیت می‌باشد. بر این اساس در مطالعه حاضر به بررسی تاثیر غلظت های مختلف اکسیدروی و نانو ذره اکسیدروی بر رشد سیانوباکتر نوستوک و تاثیر آن بر رنگدانه فیکوسیانین و همچنین به بررسی تاثیر شرایط محیطی دما و خواص فیزیکوشیمیایی pH بر میزان این رنگدانه ها در نوستوک تحت شرایط آزمایشگاهی پرداخته شده است. در حال حاضر نانوتکنولوژی در مقیاس بزرگی از تولیدات صنعتی و خانگی استفاده می شود و حتی در برنامه‌های آینده نیز کاربرد بیشتری پیدا خواهد کرد. به طور کلی از ترکیبات با ساختار نانو به طور گسترده استفاده می شود. در نهایت این نانو مواد به صورت زباله های خانگی و صنعتی به بدنه آبی زمین وارد خواهند شد. بنابراین بررسی اثرات سمی آن ها بر موجودات مختلف باید مورد بررسی قرار گیرد. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که اکسید و نانواکسیدروی مانع رشد جلبک نوستوک شده است. هممچنین فیکوسیانین در غلظت های مختلف اکسید و نانواکسیدروی کاهش یافته است. بنابراین باعث کاهش فتوسنتز در نوستوک شده است. همچنین نتایج نشان داد که تاثیر نانواکسیدروی بر شاخص‌های فیزیولوژیک مورد مطالعه بیشتر از اکسیدروی می باشد. بنابراین نتایج این تحقیق نشان می دهد که رهاسازی نانوذرات به محیط باعث آسیب به جلبک ها که اولین تولید کنندگان در سیستم غذایی می باشند می شودو همچنین آلودگی آنها باعث آلودگی در سیستم ها بالاتر زنجیره غذایی می شود. با توجه به این نتایج توصیه می شود که تحقیقات بیشتری بر روی ایمنی نانو مواد انجام شود.

منابع

جوینی، ک.، ۱۳۷۸. خالص سازی و بهره برداری دیاتومیت های خلیج فارس. دانشگاه علوم و فنون دریایی واحد تهران شمال، پایان نامه کارشناسی ارشد. رشته شیلات

حسین زاده ملاباشی، ر.، ۱۳۸۱. جلبک‌ها و اهمیت اقتصادی آن‌ها. دانشگاه علوم وفنون دریایی واحد تهران شمال، پایان نامه کارشناسی. رشته شیلات

رحیم‌زاده، ا.، ۱۳۸۵. اهمیت اقتصادی میکروجلبک‌ها. دانشگاه علوم وفنون دریایی واحد تهران شمال، پایان نامه کارشناسی. رشته شیلات

سلطانی تیرانی، ندا.، ۱۳۷۳. تأثیر شدت نور بر روی رشد و فتوسنتز جلبک سبز *Scenedesmus brevispina*. دانشکده علوم گروه زیست شناسی دانشگاه تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد. رشته علوم گیاهی

سواری، ا.،فلاحی ،م ،کوچین، پ(۱۳۸۳) تاثیر فلز سنگین روی بر سه گونه جلبک کلرلا ولگاریس، سندسموس اوبلیکوس و آنابنا فلوس- اکوا. مجله علمی شیلات ایران ،ص ۸۳-۹۰.

صباغ کاشانی ، آ.،۱۳۸۰. تعیین میزان برخی از فلزات سنگین در عضله ،کبد،کلیه،آبشش و تخمدان ماهی کفال در سواحل جنوبی دریای خزر . پایان نامه کارشناسی ارشد .دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس .ص ص ۳۶-۲.

صفاری، م.، ۱۳۸۷. اهمیت اقتصادی و کاربردی جلبک های دریایی، جلبک‌ها، *Online، viewed 14 Sep 2008، http://persianarticles.com/view-comp-article.asp?artid=574*

صلواتیان، م. و فلاحی ، م.، ۱۳۸۳ بررسی اثر غلظت های مختلف عنصر کلسیم بر میزان رشد و بیوماس جلبک سبز *Chlorella Vulgaris* . مجله علمی شیلات ایران

ضیائی, نعمت. (۱۳۹۳). 'بررسی اثر مسمومیت زایی نانو ذره نقره بر سیستم‌های زیستی و اکولوژیکی', مجله بیوتکنولوژی کشاورزی, ۶(۳), *pp. 121-148. doi: 10.22103/jab.2014.1331*

فرهادیان ،ا.، مولایی،ح .، پیرعلی زفره یی ، ا.ر.، ۱۳۹۵. تاثیرات عناصر روی و منگنز بر پویایی جمعیت ، رشد ، محتوای کلروفیل *a* و کاروتنوئید ها در جلبک سبز میکروسکوپی *Scenedesmus quadricauda*. فرایند و کارکرد گیاهی، جلد ۵، شماره ۱۵.

کرمی، ب.، ۱۳۸۳. ارزش و اهمیت جلبک های میکروسکوپی در پرورش آبزیان. دانشگاه علوم وفنون دریایی واحد تهران شمال، سمینار دوره کارشناسی ارشد رشته بیولوژی دریا.

کیان مهر، ه.، ۱۳۷۱. مبانی جلبک شناسی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد، ۲۵۲ ص.

کیانی، س.، فرهادیان، ا.، محبوبی صوفیانی، ن.۱۳۹۳، تاثیر فلز های سنگین (کادمیوم، مس ، سرب و نیکل) بر کلروفیل *a* و زیست توده جلبک سبز *Scenedesmus quadricauda*، علوم و فنون شیلات ۳ : ۷۸-۶۷.

مجاوری، ک.، ۱۳۷۸. بررسی جلبک ها با نگاهی به اثرات اقتصادی و دارویی آن ها. دانشگاه علوم وفنون دریایی تهران واحد تهران شمال، پایان نامه کارشناسی. رشته شیلات

مریم رضاییان و همکاران. ۱۳۹۳ به بررسی اثر تنش شوری بر رشد پراکسیداسیون لیپیدها، زیمایه های پاداکساینده و فیکوبیلی پروتئین ها در دو گونه نوستوک *piscinae* و *ellipsosporum* . مجله پژوهش های گیاهی(مجله زیست شناسی ایران)

مویوند، گ. و فلاحی، م.، ۱۳۸۳. تاثیر نانو سیلور بر بیولوژی رشد و تکثیر جلبک سبز آبی *Anabaena flos-aquae*. مجله علمی پژوهشی بیولوژی دریا . دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

منصوره قائبی و همکاران، ۱۳۹۱ بررسی کلروفیل *a* و کارتنوئیدها در ریزجلبک اسپیرولینا. مجله علمی پژوهشی زیست شناسی دریا. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

والیات، ف.، *۱۳۸۷. ارزیابی انتقادی از سوخت های زیستی، محیط زیست، Online، viewed 7 Jun 2008، http:// www.dw-world.cn*

Alam, M. G. M., Tanaka, A.,, Allinson, G., Laurenson ,L.J . B., and stagnitti, s.,(2002).A comparison of trace element concentration in cultured and wild carp(Cyprinus carpio)of Lake Kasumigaura , Japan. Ecotoxicology and Enviromental Safty .53:348-354.

Alsbou, E. M. E., & Al-Khashman, O. A. (2018). Heavy metal concentrations in roadside soil and street dust from Petra region, Jordan. Environmental monitoring and assessment, 190(1), 48.

Aruoja, V., Dubourguier, H.C., Kasemets, K., Kahru, A., 2009. Tox-icity of nanoparticles of CuO, ZnO and TiO2 to microal-gae Pseudokirchneriella subcapitata. Sci. Total. Environment. 407; 1461-1468.