

مقایسه سمیت نانوذرات فلزی با استفاده از دانه گندم به عنوان بیواندیکاتورهای گیاهی در محیط آزمایشگاهی

محمدرضا زارع

نویسنده مسئول: دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشکده علوم پزشکی لرستان، لرستان، ایران؛ کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده علوم پزشکی لرستان، لرستان، ایران

راضیه ذوالقدر

استادیار گروه مهندسی بهداشت عمومی، دانشکده بهداشت، دانشکده علوم پزشکی لرستان، لرستان، ایران

چکیده:

با افزایش تعداد و تراکم جمعیت انسانی، اختلال در عملکرد ایمنی، وجود بیماران مستعد، میکروارگانیسم های جدید و افزایش امروزه بیش از هزاران نانوذره مختلف شناخته شده است، اما سمیت بالقوه آنها بر روی بسیاری از موجودات ناشناخته است. علی رغم تحقیقات زیادی که در خصوص سمیت نانو ذرات انجام شده مطالعات محدودی بر روی دانه های خوراکی انجام شده است، لذا هدف از این مطالعه بررسی اثرات سمی نانو ذرات اکسیدروی و اکسیدتیتانیوم (به عنوان پرکاربردترین نانوذرات فلزی) بر دانه های گیاهی گندم به عنوان بیواندیکاتور بود. برای آبیاری دانه های گندم غلظت های استاندارد از نانوذرات اکسیدروی و تیتانیوم در آب مقطر تهیه شد. آبیاری به مدت ۷ روز و روزانه در سه نوبت انجام شد که برای هر بار آبیاری ۳ میلی لیتر محلول نانوذرات استفاده شد. در نهایت طول ساقه گیاهان رشد کرده بر حسب سانتی متر اندازه گیری و گزارش شد. در مورد نانوذرات ZnO، بر اساس نتایج در غلظت های پایین (۰/۱، ۱، ۱۰ میلی گرم بر لیتر) با افزایش غلظت، رشد طولی ساقه ها افزایش یافت اما در غلظت های بالاتر (۱۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر) با افزایش غلظت، رشد طولی کاهش یافت. در حالی که در خصوص نانوذرات TiO₂ با افزایش غلظت، روند مشخصی مشاهده نشد به طوری که در غلظت های ۰/۱ و ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر کاهش رشد و در غلظت های ۱، ۱۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر افزایش رشد مشاهده شد. این مطالعه نشان داد که نانو ذرات مختلف در غلظت های متفاوت اثرات متفاوتی دارند. بنابراین لازم است تحقیقات بیشتری در زمینه اثر نانو ذرات بر گیاهان در محیط های مختلف رشد گیاه انجام گیرد تا اثرات سمی این نانوذرات در اندام های گیاهی و تاثیر آنها بر رشد و نمو گیاه و همچنین ورود آنها به زنجیره های غذایی اطلاعات کافی به دست آید.

کلمات کلیدی: اکسید روی، اکسید تیتانیوم، سمیت، دانه های گیاهی، طول ساقه

مقدمه

نانو مواد در سال های اخیر توانسته اند به علت ویژگی های مطلوب الکتریکی، اپتیکی، مکانیکی و شیمیایی توجهات زیادی را به خود جلب نمایند (۱). نانو ذرات اکسید فلزات دارای ویژگی فوتوکاتالیزوری، هدایت الکتریکی، جذب اشعه ماورای بنفش اکسید کنندگی نوری در برابر نمونه های شیمیایی و بیولوژیکی می باشند. تحقیقات گسترده ای در رابطه با نانو ذرات اکسید فلز با تمرکز روی قابلیت های ضد میکروبی و رفع آلودگی خودکار صورت گرفته است (۲). با گذر از میکرو ذرات به نانوذرات، با تغییر برخی از خواص فیزیکی روبرو می شویم. افزایش نسبت مساحت سطحی به حجم و ورود اندازه ذره به قلمرو اثرات کوانتومی، دو مورد مهم از این خواص هستند. افزایش نسبت مساحت سطحی به حجم که به تدریج با کاهش اندازه ذره رخ می دهد، باعث غلبه یافتن رفتار اتم های واقع در سطح ذره به رفتار اتم های درونی می شود. این پدیده بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ذره اثر می گذارد (۳-۶). به محض آن که ذرات به اندازه کافی کوچک شوند، شروع به رفتار مکانیک کوانتومی و خواص جدید می کنند (۶). در این نانوذرات اکسید روی و اکسید تیتانیوم جز نانو ذرات مهم هستند که در بسیاری از کشور ها در مقیاس صنعتی در حال استفاده می باشند (۷،۸). یکی از مهم ترین نانو ذرات اکسید فلزی، نانو ذرات اکسید روی می باشد. این نانو ذرات در صنایع مختلف می توانند جانشین اکسید روی ماکرومولکول گردد و خواص ویژه ای به محصول نهایی دهند (۷). اکسید روی پودری سفید رنگ یا سفید مایل به زرد است و دارای شبکه بلوری هگزاگونال است که از سنگ معدن روی به دست می آید (۹). نانو ذرات اکسید روی دارای کاربری های متعدد دیگری می باشند که از آن جمله می توان به صنایع لاستیک سازی، رنگ سازی، الکترونیک، لعاب، آرایشی و بهداشتی و پزشکی اشاره کرد. این مواد همچنین در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی به عنوان کاتالیزور استفاده می گردند و در صنایع شیمیایی مختلف دیگر کاربرد وسیعی دارند (۱۰). فلز روی در غلظت های بالا یک ماده سمی برای آبزیان به شمار می آید ولی در غلظت های پایین برای تولید اسید نوکلئیک و آنزیم ها ضروری به نظر می رسد. فلز روی جز فلزات سنگین محسوب شده و باعث پایین آمدن کیفیت آب می شود (۱۱). مطالعات نشان داده اند که نانوذرات، اکسید روی در تشکیل رادیکال های آزاد در سلول ها و DNA پوست دخالت دارند و به این صورت با آسیب به پروتئین سلول ها باعث سرطان می شوند (۱۲). نانو ذرات TiO_2 (باقطر ۱۰-۲۰ نانومتر) بر اثر مواجهه با اشعه UVA خواص سایتوتوکسیسیته از خود نشان می دهند (۱۳،۱۴). نانو ذرات TiO_2 به عنوان یکی از نانو بلورهای نیمه هادی اکسید فلزی، جایگاه ویژه ای در جهان صنعتی امروز یافته و توجه بسیاری از دانشمندان را به خود جلب کرده است (۱۵،۱۶). نانو ذرات TiO_2 کلیه خصوصیات TiO_2 را دارا بوده و همچنین به واسطه ی کوچکی اندازه ذرات، سطح تماس آن با مواد افزایش یافته و کارایی و اثربخشی بیشتری دارد (۱۷). به طوری که این خواص غیرمعمول موجب ایجاد نگرانی درمورد اثرات بالقوه ی آنها روی محیط زیست شده است (۲۰-۱۸). دی اکسید تیتانیوم به دلیل عملکرد نوری عالی و ویژگی های الکتریکی اش در بسیاری از عرصه ها دارای طیف وسیعی از کاربردها می باشد. از نظر فیزیولوژیکی برای انسان بی اثر در نظر گرفته می شود. باین وجود دی اکسید تیتانیوم در صورت استنشاق، می تواند اثرات نامطلوب و زیان باری بر جوندگان داشته باشد. امروزه از اکسید تیتانیوم در تولید انواع رنگ ها، لوازم آرایشی و بهداشتی، ساخت سرامیک، ساخت فتوکاتالیست ها، تصفیه آب و فاضلاب و بسیاری از موارد دیگر استفاده می شود (۲۱). به علاوه این مواد ممکن است با عبور از سدهای سلولی مانند سد خونی- مغذی و امثال آن، سبب آسیب های بالقوه حاد و جدی تر نیز بشوند (۲۲،۲۳). نانو ذرات ZnO هم در حالت نانو ذره ای و هم غیر نانو ذره ای دارای سمیت بیشتری نسبت به TiO_2 می باشد (۲۴). در مطالعه اسکندری و همکاران نشان داد که در غلظت های کمتر از یک میلی گرم در لیتر نانو ذرات اکسید روی، کاهشی در رشد جلبک ها مشاهده نمی شود. اما در غلظت های بیش از یک میلی گرم در لیتر، کاهش قابل توجهی در میزان جلبک ها مشاهده شد، به طوری که در غلظت های بالای ۲ میلی گرم در لیتر هیچ گونه رشد جلبکی رخ نداد (۲۵). مطالعه بهبودی و همکاران نشان داد

با افزایش هر دو نوع ذرات اکسید روی و اکسید مس، سبزیگی برگ ها، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، وزن غلاف، طول غلاف، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، طول ساقه و پروتئین دانه کاهش و غلظت مس و روی در دانه افزایش یافت (۲۶). امروزه پیشرفت تکنولوژی و دستیابی انسان به روش های نوین برای استفاده از منابع طبیعی، دستاوردهایی را به همراه دارد که علاوه بر تأثیرات فراوان در زندگی بشر، اثرات منفی نیز برای طبیعت در پی خواهد داشت (۲۷). تحقیقات کمی در مورد رفتار محیطی میزان آزاد سازی در محیط های آبی و خطرات بالقوه ناشی از نانو ذرات صورت گرفته است (۲۴، ۲۸). به طوری که تاکنون قواعد و علوم شیمیایی و دارویی رایج نه تنها نتوانسته اند خطرات تحمیل شده به وسیله ی نانو ذرات را توضیح دهد بلکه یک نیاز اضطراری و فوری را برای ارزیابی اثرات بیولوژیک آنها اعلام کرده اند (۲۹). علارغم تحقیقات زیادی که در خصوص سمیت نانو ذرات انجام شده مطالعات محدودی بر روی دانه های خوراکی انجام شده است، لذا هدف از این مطالعه بررسی اثرات سمی نانو ذرات اکسید روی و اکسید تیتانیوم بر روی دانه های گیاهی است.

روش تحقیق

از نانوذرات اکسید روی (ZnO) و اکسید تیتانیوم (TiO_2) محلول هایی با پنج غلظت متفاوت (۱۰۰۰، ۱۰۰، ۱۰، ۱/۱، ۰/۱ میلی گرم بر لیتر) تهیه شد. برای تهیه محلول با غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر مقدار ۰/۱ گرم از هر کدام از نانوذرات ZnO و TiO_2 با ترازوی دیجیتالی (با درصد خطای ۰/۰۰۱) اندازه گیری شد و ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر به هریک از آن ها اضافه گردید. برای تهیه ی غلظت های دیگر محلول ZnO و TiO_2 از روش به حجم رساندن استفاده شد. در این مطالعه دانه های گندم به عنوان بیواندیکاتور مورد استفاده قرار گرفت. برای هر بار آزمایش ۱۴ پلیت تهیه گردید که ۴ پلیت به عنوان شاهد، ۵ پلیت برای غلظت های مختلف اکسید تیتانیوم و ۵ پلیت برای غلظت های مختلف اکسید روی در نظر گرفته شد. در هریک از پلیت های حاوی گندم ۴۰ دانه قرار داده شد. دانه های شاهد با آب مقطر و دانه های دیگر با غلظت های متفاوتی از محلول های ZnO و TiO_2 آبیاری گردیدند. آبیاری دانه ها به وسیله پیت در فواصل زمانی معین انجام شده است و مقدار محلول در هر بار آبیاری برای هر نوع از دانه ها ۳ میلی گرم بر لیتر بوده است و جمعا با ۹ میلی گرم بر لیتر در شبانه روز آبیاری انجام شد. برای حفظ رطوبت دانه ها قبل از جوانه زنی از گاز استفاده شد و بعد از جوانه زنی گاز ها برداشته می شدند و در مدت زمان معین پلیت های حاوی دانه در مقابل نور خورشید قرار می گرفتند. آزمایش دو بار تکرار شد و مدت زمان آن در هر آزمایش ۸ روز بوده است. درنهایت برای تعیین سمیت تعداد دانه های جوانه زده شمارش شدند و از هر پلیت ۵ دانه که بیشترین میزان رشد را داشتند، جدا شدند و با خط کش طول ساقه ی دانه ها اندازه گیری شد.

یافته ها

آزمایش مربوط به هر غلظت دو بار تکرار شد و میانگین رشد دانه ها تعیین گردید که نتایج در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است. در مورد نانوذرات ZnO، بر اساس نتایج در غلظت های پایین (۰/۱، ۱، ۱۰ میلی گرم بر لیتر) با افزایش غلظت، رشد طولی ساقه ها افزایش یافت اما در غلظت های بالاتر (۱۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر) با افزایش غلظت، رشد طولی کاهش یافت. در حالی که در خصوص نانوذرات TiO_2 با افزایش غلظت، روند مشخصی مشاهده نشد به طوری که در غلظت های ۰/۱ و ۱۰۰۰ کاهش رشد و در غلظت های ۱، ۱۰ و ۱۰۰ افزایش رشد مشاهده شد. در غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر بیشترین میزان کاهش رشد (۱/۰۹ سانتی متر) و در غلظت ۱۰ میلی گرم بر لیتر بیشترین میزان رشد (۱/۰۵- سانتی متر) مشاهده شد.

جدول ۱: میزان میانگین رشد و کاهش رشد در غلظت های مختلف از نانوذرات اکسید روی بر روی دانه های گندم

غلظت نانوذرات	میانگین رشد ساقه گندم	میانگین رشد شاهد	کاهش رشد	p-value
mg/l	cm	cm	cm	
0.1	4.07	3.57	-0.5	0.47
1	5.47	3.57	-1.9	0.01
10	5.42	3.57	-1.85	0.00
100	2.77	3.57	0.8	0.09
1000	2.11	3.57	1.46	0.02

جدول ۲: میزان میانگین رشد و کاهش رشد در غلظت های مختلف از نانوذرات اکسیدتیتانیوم بر روی دانه های گندم

غلظت نانوذرات	میانگین رشد ساقه گندم	میانگین رشد شاهد	کاهش رشد	p-value
mg/l	cm	cm	cm	
0.1	3.91	4.3	0.39	0.41
1	4.96	4.3	-0.66	0.13
10	5.35	4.3	-1.05	0.07
100	4.53	4.3	-0.23	0.56
1000	3.21	4.3	1.09	0.08

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از تست سمیت نشان داد که بین غلظت نانوذرات و سمیت آنها ارتباط خطی و مستقیم وجود ندارد. همچنین با مقایسه نانوذرات ZnO و TiO₂ مشخص شد این مواد می توانند سمیت متفاوت داشته باشند. به عنوان مثال نتایج به دست آمده از تاثیر نانوذرات بر دانه های گندم نشان داد که در غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر نانوذرات اکسیدروی کاهش رشدی معادل با ۱/۴۶ سانتی متر و نانوذرات اکسیدتیتانیوم این کاهش معادل ۱/۰۹ سانتی متر بود.

در این مطالعه در خصوص اثر نانو ذرات اکسید روی بر دانه ها مشخص شد نمی توان انتظار داشت که با افزایش غلظت همواره کاهش رشد مشاهده شود. به جز غلظت های ۱۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر که کاهش رشد کمتری نسبت به بقیه ی غلظت ها داشتند، در سایر غلظت ها کاهش رشد بیشتر بوده است. بر خلاف نتایج مطالعه حاضر، مطالعه بهبودی و همکاران نشان دادند با افزایش نانوذرات اکسید روی، عملکرد دانه و طول ساقه کاهش بیشتری می یابد (۲۶). یکی از دلایل این تناقض در نتایج می تواند به هم چسبیدن و تجمع نانوذرات به هم باشد. این قضیه به نوبه خود باعث افزایش قطر نانوذرات و در نتیجه باعث نفوذ کمتر این مواد به ارگان ها و سلول ها می شود، در نتیجه سمیت واقعی این مواد کمتر از مقدار واقعی ثبت خواهد

شد. این موضوع می تواند دلیل اصلی محدود گسترده ی غلظت های بازدارنده ی رشد باشد (۳۰). به طوری که غلظت های بازدارنده از ۰/۱ تا ۱۰۰۰ متفاوت بود.

در این مطالعه در خصوص اثر نانوذرات اکسید روی بر دانه های گندم مشخص شد که در غلظت های بالا (۱۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر) کاهش رشد مشاهده شد که مطالعه لین و همکاران نیز حاکی از این موضوع بود که به کار بردن غلظت های بالای نانوذرات اکسید روی در گندم کاهش رشد و کاهش بیوماس را به همراه دارد (۳۱). همچنین یکی از دلایل آن می تواند با توجه به مطالعه بهبودی و همکاران این باشد که احتمالاً کاهش طول ساقه به علت کاهش رشد ریشه و جذب مواد غذایی و در نهایت کاهش رشد گیاه می باشد (۲۶).

در این آزمایش در مورد اثر نانوذرات اکسید تیتانیوم بر روی دانه های گندم در برخی غلظت ها افزایش رشد مشاهده شد که مشابه نتیجه به دست آمده از مطالعه چهرگانی راد و همکاران با نانو ذره اکسید آلومینیوم بر روی دانه لوبیا بود که نشان داد این نانوذرات درصد جوانه زنی و طول ریشه گیاه را افزایش داده است (۳۲). همچنین مطالعه گائو و همکاران نشان داد که در اثر مواجهه گیاه اسفناج با نانوذرات اکسید تیتانیوم، تحریک رشد صورت می گیرد (۳۳).

همچنین براساس نتایج مطالعه حاضر در مورد دانه های گندم نیز با افزایش غلظت کاهش و افزایش رشد مشاهده شد و درواقع همانند نتایج برخی مطالعات دیگر از روند منظمی پیروی نکرده است (جدول ۲) به طوری که نمی توان گفت با افزایش غلظت کاهش رشد بیشتری مشاهده شده است. در این خصوص بینا و همکاران نیز در مطالعه ی خود نشان دادند که هر نانو ذره اکسید تیتانیوم در غلظت ها و شرایط مختلف می تواند گونه های خاصی از باکتری ها را از بین ببرد؛ همچنین در مطالعه افراد مذکور مشخص شد که در غلظت های خاصی از نانو ذرات اکسید تیتانیوم اثرات سمی آن ها قابل توجه است (۳۴)؛ که نتایج به دست آمده با مطالعه فوق هم راستا است.

نتایج حاصل از این آزمایش مشخص می کند سمیت نانوذرات اکسید روی بیشتر از نانوذرات اکسید تیتانیوم است. با افزایش مقدار نانوذرات اکسید تیتانیوم و اکسید روی، بخصوص نانو ذرات اکسید روی، رشد دانه های گیاهی تحت تاثیر قرار داده شد و در اغلب موارد باعث کاهش رشد دانه ها شد. بنابراین لازم است تحقیقات بیشتری در زمینه اثر نانو ذرات بر گیاهان در محیط های مختلف رشد گیاه انجام گیرد تا اثرات سمی این نانوذرات در اندام های گیاهی و تاثیر آنها بر رشد و نمو گیاه و همچنین ورود آنها به زنجیره های غذایی اطلاعات کافی به دست آید.

منابع

1. Strunk J, Kahler K, Xia X, Muhler M. The surface chemistry of ZnO nanoparticles applied as heterogeneous catalysts in methanol synthesis. *Surface Science*. 2009; 603(10-12): 1776-83.
2. Chakrabarti S, Dutta BK. Photocatalytic degradation of model textile dyes in wastewater using ZnO as semiconductor catalyst. *J Hazard Mater*. 2004; 112(3): 269-78.
3. Erb U, Aust KT, Palumbo G. In nanostructured materials. processing, properties and potential applications. Noyes: New York. 2002: 179-222.
4. Goddard WA, Brenner DW, Lyshevski SE, Iafrate GJ. Handbook of nanoscience, engineering, and technology. Boca Raton: CRC. 2003.

5. Mulvaney P. In nanoscale materials in chemistry. Wiley: New York. 2001.
6. Alivisatos AP. Semiconductor clusters, nanocrystals and quantum dots. *Science*. 1996; 271(5251): 933- 9
7. Heinlaan M, Ivask A, Blinova I, Dubourguier HC, Kahru A. Toxicity of nanosized and bulk ZnO, CuO and TiO₂ to bacteria *Vibrio fischeri* and crustaceans *Daphnia magna* and *Thamnocephalus platyurus*. *Chemosphere*. 2008;71(7):1308-16.
8. Jones CF, Grainger DW. In vitro assessments of nanomaterial toxicity. *Advanced Drug Delivery Reviews*. 2009;61(6):438-56.
9. monsef khoshhab , z, 2013, synthesis of zinc oxide using chemical precipitation method, payam noor publishing house of Qazvin, first year, number four, 11 pages.
10. Masombaigi H, Rezaee A, Nassiri A. Photocatalytic Degradation of Methylene Blue using ZnO Nano-Particles. *Iran J Health & Environ* 2009; 2(3). [In Persian].
11. Powell, C. (1996). "Disease doctor – how can algae buildup on porous surfaces in greenhouses be removed?." *Greenhouse Business*, 41pp.
12. Gurr, J.R., Wang, A.S., Chen, C.H., and Jan, K.Y., 2005. Ultrafine titanium dioxide particles in the absence of photoactivation can induce oxidative damage to human bronchial epithelial cells. *Toxicology*, 213, PP: 66-73.
13. Serpone N, Dondi D, Albini A. Inorganic and organic UV filters: Their role and efficacy in sunscreens and suncare products. *Inorganica Chimica Acta*. 2007;360(3):794-802.
14. Reeves JF, Davies SJ, Dodd NJ, Jha AN. Hydroxyl radicals (OH) are associated with titanium dioxide (TiO₂) nanoparticle-induced cytotoxicity and oxidative DNA damage in fish cells. 2008;640(1- 2):113-22.
15. Salari M, Rezae M, Mosavi Khuei SM, Marashi P, Moshefi Z . Methods of synthesis of Titanium dioxide nanoparticles. *Journal of Iranian ceramics*. 2007;10:36-44.
16. Ahmad A, Awan GH, Aziz S. Synthesis and applications of TiO₂ nanoparticles. *Pakistan engineering congress*. 2007; 676:405-407.
17. Karimi L, Mirjalili M .Titanium dioxide. *Journal of Nanotechnology*. 2009; 8: 23-25.
18. Klaine SJ, Alvarez PJJ, Batley GE, Fernandez TF, Handy RD, Lyon DY, Mahendra S, McLaughlin MJ, Lead JR. Nanomaterials in the environment: Behaviour, fate, bioavailability, and effects. *Environment Toxicol and Chemistry*. 2008;27:1825-1851.
19. Singh N, Mans Hian B, Jenkins G, Griffiths S, Williams P, Maffies T, Wright C, Doak S. Nano Genotoxicology: The DNA damaging potential of engineered nanomaterials. *Biomaterials Review*. 2009; 30: 3891-914.
20. Alvarez PJJ, Colvin V, Lead J, Stone V. Research priorities to advance ecorespons-iblenanotechnology. *American Chemical Society Nano*. 2009; 3: 1616—1619.
21. Mital GS, Manoj T. A review of tio2 nanoparticles. *Chinese sci bull*. 2011; 56:1639-57.
22. Bystrzejewska-Piotrowska G, Golimowski J, Urban PL. Nanoparticles: Their potential toxicity, waste and environmental management. *Waste Management*. 2009;29(9):2587-95.
23. Barbu E, Moln RV, Tsibouklis J, Grecki DC. The potential for nanoparticle-based drug delivery to the brain: overcoming the blood-brain barrier. *Expert Opinion on Drug Delivery*. 2009;6(6):553-65.
24. Heinlaan M, Ivask A, Blinova I, Dubourguier HC, Kahru A. Toxicity of nanosized and bulk ZnO, CuO and TiO₂ to bacteria *Vibrio fischeri* and crustaceans *Daphnia magna* and *Thamnocephalus platyurus*. *Chemosphere*. 2008;71(7):1308-16.

25. Eskandari M, Dehestaniathar S, Abdollahinajand B, Khayatrostami B. Identify and combat the growth of algae in water resources using zinc oxide nanoparticles. *Water and wastewater*. 2016;1:13-18.
26. Behbodi F, Allah Dadi E, Mohamadi Goltape E. Effect of produced Vermicompost from cow manure impregnated to copper oxide (CuO) and Zinc Oxide (ZnO) Nanoparticles on some properties of wax bean crop . *Agronomy Journal*. 2015; 106:126-134.
27. Buzea C, Pacheco, II, Robbie K. Nanomaterials and nanoparticles: sources and toxicity. *Biointerphases*. 2007; 2(4): MR17-71.
28. Wang H, Wick RL, Xing B. Toxicity of nanoparticulate and bulk ZnO, Al₂O₃ and TiO₂ to the nematode *Caenorhabditis elegans*. *Environmental Pollution*. 2009;157(4):1171-77.
29. Kahru A, Dubourguier HC, Blinova I, Ivask A, Kasemets K. Biotests and biosensors for ecotoxicology of metal oxide nanoparticles: A minireview. *Sensors*. 2008;8(8):5153-70.
30. Naddafi K., Zare M.R., Younesian M., Rastkari N., Alimohammadi M., Mousavi N. Bioassay for Toxicity Assessment of Zinc Oxide and Titanium Oxide to *Escherichia Coli* ATCC 35218 and *Staphylococcus Aureus* ATCC 25923 Bacteria. *Iran. J. Health & Environ.* 2011; 4(2):171-180.
31. Lin D, Xing B. Root uptake and phytotoxicity of ZnO nanoparticles. *Environmental Science Technology*. 2008; 42(15): 5580–5585.
32. Chehregani Rad A, Mohsenzadeh F, Motabarnia S, Shirkhani Z. Developmental and biochemical responses of *Phaseolus vulgaris* L. to Aluminum oxide nano-particles treatment. *Journal of Cell & Tissue (JCT) Spring*. 2016; 7(1): 19-32
33. Gao F, Hong F, Liu C, Zheng L, et al. Mechanism of nano-anatase TiO₂ on promoting photosynthetic carbon reaction of spinach. *Biological Trace Element Research*. 2006; 111(13): 53 – 239.
34. Bina B, Amin M, Zare M. R, Fatehizadeh A, Mohseni M, Zare M, Toulabi A. Comparison of CuO and TiO₂ Nanoparticles toxicity and Antibacterial Properties in the Solid Media. *Iran. J. Health & Environ.* 2013; 6(2):167-176.

A comparative study of metal nanoparticles toxicity using wheat grain as a plant biological indicator in a laboratory environment

Mohammad Reza Zare¹

Assistant Professor, Department of Environmental Health, Larestan University of Medical Sciences, Larestan, Iran; Research student committee, Larestan University of Medical Sciences, Larestan, Iran

Razieh Zolghadr

Associated Professor, Department of Public Health, Larestan University of Medical Sciences, Larestan, Iran

Abstract:

Increasing in the number and density of the human population, impaired immune function, presence of susceptible patients, new microorganisms and increasing resistance of pathogenic microorganisms to antibiotics, led to need for further studies in fungal infections. The aim of this study was to compare the concentrations of fungal and bacterial bioaerosols in different part of Evaz Omidvar Hospital with two sampling methods: Anderson pump and air suction pump with bubbler.

Sampling stations included maternity, operating room, emergency room, dialysis, laboratory, laundry, central sterilization and yard. Sampling was performed according to NIOSH instructions with a flow rate of 28.3 liters per minute for 10 minutes during a month and once a week in the morning at the peak of traffic (10 am) (a total of 240 samples). Two peripheral sampling pumps (GM-0.50) and Anderson were used to evaluate the density of fungi and bacteria. After each sampling with Anderson pump, 70% alcohol was used for disinfection and sterilization. Simultaneously, ambient temperature and humidity were measured at each station and the results were recorded. The distance of sampling devices from obstacles and walls was 100 cm and from the ground was 120 cm. For the culture of the samples, two media were used: sub-dextrose agar (containing chloramphenicol) and blood agar (containing the antibiotic cyclohexamide) (for fungi and bacteria, respectively).

According to the Anderson pump sampling method, the average temperature was 26.2 °C and the average humidity was 24.8%. The average number of fungi and bacteria in this method and in different parts of the hospital were 17 (cfu/m³) and 82 (cfu/m³), respectively.

For sampling with suction pump and Bubbler set, the temperature and humidity were 25 °C and 22.9%, and fungi and bacteria were 10 (cfu/m³) and 26.4 (cfu/m³), respectively,

Because a higher sensitivity and reliability method could be accepted in the sampling methods, based on the results of this study, sampling with Anderson pump is recommended to determine the microbial load of hospital sections.

Keywords: Zinc oxide, Titanium oxide, Toxicity, plant seeds, stem length

¹ - Corresponding Author