

واکنش بذر گندم به غلظت‌های مختلف نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم (TiO_2) در مقایسه با ذرات غیر نانو

حسن فیضی^۱، پرویز رضوانی مقدم^۱، امیر فتوت^۲، ناصر شاه طهماسبی^۳

۱- دانشجوی دکترای و استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استاد گروه فیزیک و مرکز پژوهشی فناوری نانو دانشگاه فردوسی مشهد

*Email: hasanfeizi@yahoo.com

چکیده

به منظور مطالعه غلظت‌های مختلف نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم بر جوانه زنی و رشد گیاهچه گندم در مقایسه با TiO_2 غیر نانو؛ آزمایشی در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۰ انجام شد. تیمارهای آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۱ تیمار شامل پنج غلظت نانو ذرات TiO_2 (۱، ۲، ۱۰، ۱۰۰ و ۵۰۰ پی پی ام)، پنج غلظت TiO_2 غیر نانو (۱، ۲، ۱۰، ۱۰۰ و ۵۰۰ پی پی ام)، به همراه تیمار شاهد انجام شد. نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایشی بر درصد جوانه زنی و سرعت جوانه زنی بذرها تاثیر معنی داری نداشتند اما بر متوسط زمان جوانه زنی تاثیر معنی داری داشتند. کمترین میانگین زمان جوانه زنی (MGT) به میزان ۰/۸۹ روز در غلظت ۱۰ پی پی ام نانو ذرات TiO_2 و بیشترین آن در تیمار شاهد با ۱/۳۵ روز به دست آمد. کاربرد غلظت‌های ۲ و ۱۰ پی پی ام نانو ذرات TiO_2 طول ساقه را نسبت به شاهد ۸ و نسبت به کاربرد TiO_2 غیر نانو ۱۰/۲ درصد افزایش داد. همچنین طول گیاهچه در تیمار ۱۰ پی پی ام نانو ذرات TiO_2 نسبت به شاهد ۷/۳ و نسبت به کاربرد TiO_2 غیر نانو ۷ درصد افزایش داد. اما افزایش غلظت کاربرد نانو ذرات TiO_2 بیشتر از ۱۰ پی پی ام طول ساقه و گیاهچه گندم را کاهش داد. به طور کلی بر اساس نتایج به دست آمده غلظت‌های پایین نانو TiO_2 باعث تحریک جوانه زنی و رشد گیاهچه گندم و غلظت‌های بالا اثر بازدارندگی و یا خنثی روی رشد داشتند. همچنین تیمارهای نانو نسبت به شاهد و تیمارهای غیر نانو تاثیر بهتری بر جوانه زنی و رشد گیاهچه گندم داشتند.

کلمات کلیدی: جوانه زنی، گندم، متوسط زمان جوانه زنی، نانو ذرات

مقدمه

نانوتکنولوژی در جهان به سرعت در حال پیشرفت است و می‌تواند به زودی یک صنعت تریلیون دلاری شود (Ma et al, 2010). نانوذرات مجموعه‌های اتمی یا ملکولی با حداقل ابعاد بین ۱-۱۰۰ نانومتر هستند که خواص فیزیکوشیمیایی متفاوتی در مقایسه با توده^۱ مواد خود دارند (Ruffini and Cremonini, 2009). طی سالهای اخیر استفاده از نانو اکسید تیتانیوم نیز روند رو به افزایشی را نشان داده است. اظهار شده است که تیتانیوم یکی از عناصر سودمند جهت گیاه است و می‌تواند جذب برخی عناصر نظیر نیتروژن، فسفر، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز و روی را تحریک نماید (Pais, 1983) که این امر به برخی عوامل بیولوژیک و خاک مثل گونه و رقم گیاه، pH، رطوبت و وضعیت عناصر غذایی در خاک بستگی دارد (Wojcik and Wojcik, 2001). نانو اکسید تیتانیوم به عنوان یک فتوکاتالیست در شرایط نور می‌تواند باعث واکنش اکسیداسیون احیا شود. اثر کواتومی و فعالیت فتوکاتالیستی نانو اکسید تیتانیوم بیشتر از مواد توده (اکسید تیتانیوم) آن است بعبارت دیگر نانو اکسید تیتانیوم می‌تواند واکنش اکسیداسیون احیا را ایجاد و در شرایط نور، الکترون دارای انرژی آزاد نماید. (Zheng et al, 2005) نشان دادند که بذرهاى مسن اسفناج در تیمار با نانو TiO_2 دارای سرعت جوانه زنی، شاخص جوانه زنی، وزن خشک گیاهچه و شاخص پنبه بالاتری از بذرهاى شاهد بودند. ممکن است که یونهای سوپراکسید و هیدروکسید در نهایت قدرت نفوذپذیری بذر را افزایش و سهولت ورود آب و اکسیژن را به داخل سلول باعث شده بنابراین متابولیسم و جوانه زنی بذر را تشدید نماید.

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه اثرات غلظت‌های مختلف نانوذرات دی اکسید تیتانیوم در مقایسه با دی اکسید تیتانیوم غیرنانو بر روی جوانه زنی و رشد گیاهچه گندم، آزمایشی در آزمایشگاه تحقیقات عالی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در بهار سال ۱۳۹۰ انجام گرفت. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۱ تیمار شامل پنج غلظت نانو ذرات TiO_2 (۱، ۲، ۱۰، ۱۰۰ و ۵۰۰ پی پی ام)، پنج غلظت TiO_2 غیرنانو (۱، ۲، ۱۰، ۱۰۰ و ۵۰۰ پی پی ام)، به همراه تیمار شاهد انجام شد. به منظور یکنواخت سازی سوسپانسیون غلظت‌های مصرفی، از دستگاه اولتراسوند استفاده شد. اندازه نانوذرات توسط میکروسکوپ تونلی روبشی (STM) و پراش اشعه ایکس (XRD) به دست آمد که کمتر از ۲۰ نانومتر بود. واحد آزمایشی شامل یک عدد پتری دیش استریل با محیط کشت از نوع کاغذ صافی بود. در زمان کاشت بذرها، پتری دیش‌ها در

1 - Bulk

شرایط دمایی 20 ± 1 درجه سانتی گراد قرار گرفتند. شمارش روزانه تعداد بذرهای جوانه زده به مدت ۸ روز در زمان مشخص انجام گرفت. بذرهایی که طول ریشه چه آنها بیش از ۲ میلی متر بود به عنوان بذرهای جوانه زده شمارش شدند (ISTA, 2009). در روز آخر طول ریشه چه، ساقه چه و کل گیاهچه‌ها اندازه گیری و سپس وزن خشک ریشه چه و ساقه چه تعیین شدند. جهت تعیین سرعت جوانه زنی از فرمول ماگیور (Maguire, 1982) و متوسط زمان جوانه زنی (MGT) از رابطه (Mathews and Khajeh- Hosseini, 2007) استفاده شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها توسط نرم افزارهای MSTAT-C و Excel انجام شد و میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایشی بر درصد جوانه زنی و سرعت جوانه زنی بذرها تاثیر معنی داری نداشتند اما بر متوسط زمان جوانه زنی تاثیر معنی داری داشتند. کمترین میانگین زمان جوانه زنی (MGT) به میزان $0/89$ روز در غلظت 10 پی پی ام نانو ذرات TiO_2 و بیشترین آن در تیمار شاهد با $1/35$ روز به دست آمد (جدول ۱). بنابراین غلظت 10 پی پی ام نانو ذرات TiO_2 مقدار MGT را نسبت به شاهد 34 درصد کاهش داد در صورتی که غلظت 10 پی پی ام TiO_2 غیر نانو مقدار MGT را نسبت به شاهد تغییری نداد. اظهار شده است که نانو ذرات TiO_2 ممکن است که یونهای اکسیژن فعال نظیر سوپراکسید و هیدروکسید را تحریک نموده و در نهایت قدرت نفوذپذیری بذر را افزایش و سهولت ورود آب و اکسیژن را به داخل سلول باعث شده، بنابراین متابولیسم و جوانه زنی بذر را تشدید نماید. به علاوه ورود نانو ذرات TiO_2 به داخل سلولها می تواند واکنش های اکسیداسیون احیا را از طریق رادیکال یون سوپراکسید در طی جوانه زنی در تاریکی ایجاد نماید که منجر به دفع رادیکالهای آزاد در بذرهای در حال جوانه زنی شد. اکسیژن تولید شده در چنین فرایندی می تواند برای تنفس استفاده شود که جوانه زنی را بیشتر تحریک خواهد کرد (Zheng et al, 2005).

تیمارها اثر معنی داری بر طول ریشه نداشتند ولی بر طول ساقه و گیاهچه تاثیر معنی داری داشتند. کاربرد غلظت‌های 2 و 10 پی پی ام نانو ذرات TiO_2 طول ساقه را نسبت به شاهد 8 و نسبت به کاربرد TiO_2 غیر نانو $10/2$ افزایش داد. همچنین طول گیاهچه در تیمار 10 پی پی ام نانو ذرات TiO_2 نسبت به شاهد $7/3$ و نسبت به کاربرد TiO_2 غیر نانو 7 درصد افزایش داد. اما افزایش غلظت کاربرد نانو ذرات TiO_2 بیشتر از 10 پی پی ام طول ساقه و گیاهچه گندم را کاهش داد. (Lee et al, 2008). سمیت نانو ذرات مس را روی

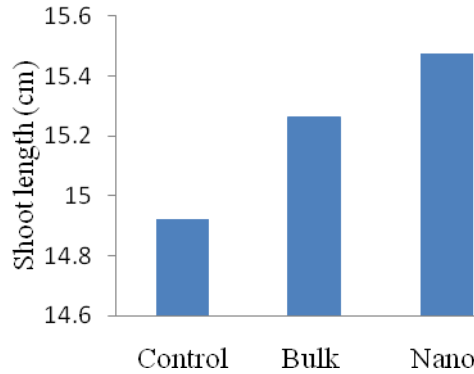
لوییا و گندم بررسی نمودند و اظهار داشتند که طول گیاهچه و سرعت رشد هر دو گیاه وقتی در معرض نانو ذرات قرار گرفتند بازداشته شد و این کاهش با افزایش غلظت کاربرد رابطه مثبت داشت.

جدول ۱- اثر غلظت‌های مختلف نانو ذرات TiO_2 و ذرات غیر نانو بر صفات مورد ارزیابی روی گندم

TiO_2	Concentration (ppm)	MGT (day)	Root length (cm)	Shoot length (cm)	Seedling length (cm)	Root dry matter (mg)
Bulk TiO_2	1	1.34 a	14.92 a	15.49 abc	30.41 abc	6.93 b
	2	1.18 ab	14.44 a	14.53 bc	28.97 bc	8.56 a
	10	1.35 a	13.16 a	15.10 abc	28.25 c	7.41 b
	100	1.13 ab	15.51 a	15.44 abc	30.94 abc	6.96 b
	500	1.22 ab	15.53 a	15.76 ab	31.29 ab	7.67 ab
Nano TiO_2	1	1.24 a	15.46 a	15.50 abc	31.05 abc	6.99 b
	2	1.20 ab	16.04 a	16.01 a	32.06 a	7.01 b
	10	0.89 b	14.69 a	16.15 a	30.85 abc	7.00 b
	100	1.42 a	13.94 a	14.35 c	28.29 c	7.93 ab
	500	1.21 ab	15.45 a	15.37 abc	30.83 abc	7.39 b
Control		1.35 a	14.35 a	14.92 abc	29.17 bc	7.16 b

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری دارای اختلاف معنی دار نمی باشند.

نتایج نشان داد که غلظت‌های کاربرد TiO_2 اثر معنی داری بر وزن خشک ریشه داشتند ولی بر وزن خشک ساقه و گیاهچه تاثیر معنی داری نداشتند. در بین تیمارهای TiO_2 غیر نانو بیشترین وزن خشک ریشه در غلظت ۲ پی پی ام و در بین تیمارهای نانو بیشترین وزن ریشه در ۵۰۰ پی پی ام به دست آمد (جدول ۱). به طور کلی بر اساس نتایج به دست آمده غلظت‌های پایین نانو TiO_2 باعث تحریک جوانه زنی و رشد گیاهچه گندم و غلظت‌های بالا اثر بازدارندگی و یا ختنی روی رشد داشتند. از طرف دیگر تیمارهای نانو نسبت به شاهد و تیمارهای غیر نانو تاثیر بهتری بر جوانه زنی و رشد گیاهچه گندم داشتند (شکل ۱). Gao et al, (2008) نشان داد که تیمار بذرهای اسفناج با نانو اکسید تیتانیوم (۵ نانومتر) با غلظت ۰/۰۳ درصد، وزن تر و خشک اسفناج را ۶۰ و ۷۰ درصد افزایش داد. مقدار کلروفیل ۱۷ و سرعت فتوسنتز ۲۹ درصد در مقایسه با شاهد افزایش یافت.



شکل ۱- طول ساقه گندم در میانگین غلظت‌های نانو ذرات TiO_2 و غیر نانو

منابع

- Gao F., F. Hong, C. Liu, L. Zheng, M. Su, X. Wu, F. Yang, C. Wu, and P. Yang. (2008). Mechanism of nano-anatase TiO_2 on promoting photosynthetic carbon reaction of spinach. *Biological Trace Element Research*. 111: 239-253.
- Lee W.M., Y.J. An, H. Yoon, and H.S. Kwbon. (2008). Toxicity and bioavailability of copper nanoparticles to the terrestrial plants mung bean (*Phaseolus radiatus*) and wheat (*Triticum aestivum*): plant agar test for water-insoluble nanoparticles. *Environ. Toxic. Chem.* 27:1915-1921.
- Ma, M., J. Geiser-Lee, Y. Deng, A. Kolmakov. (2010). Interactions between engineered nanoparticles (ENPs) and plants: Phytotoxicity, uptake and accumulation. *Science of the Total Environment*. 408:3053-3061
- Matthews, S. and Khajeh-Hosseini M. (2007). Length of the lag period of germination and metabolic repair explain vigour differences in seed lots of maize (*Zea mays*). *Seed Sci. Technol.* 35 : 200-212
- Pais, I. (1983). The biological importance of titanium. *J. Plant Nutr.* 6:3-131.
- Zheng, L., F. Hong, S. Lu, and C. Liu, 2005. Effect of nano- TiO_2 on strength of naturally aged seeds and growth of Spinach. *Biological Trace Element Research*. 105:83-91.