تاثیر نانوذرات SiO_2 بر جوانه‌زنی و خصوصیات رویشی بذر همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.)

سیده رضیه موسوی متین[1*]، سید نجم الدین مرتضوی[3] و احسان جوکار[2]

۱- دانشجوی دکتری گیاهان زینتی، دانشگاه زنجان. ۲- عضو هیات علمی گروه علوم باغبانی، دانشگاه زنجان. ۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد گیاهان زینتی، واحد علوم تحقیقات تهران

*نویسنده مسئول: r_moussavimatin@yahoo.com

چکیده

اخیراً فن آوری نانو در سطح گسترده مورد توجه بیشتر پژوهشگران علوم مختلف قرار گرفته است. جوانه زنی بذر یک پدیده مهم در کشاورزی مدرن است، زیرا قسمتی از زندگی گیاهان است که بقای آنها را در آینده تضمین می‌کند. استفاده درست از عناصر غذایی و نانوذرات آنها در پیش تیمار بذر از اهمیت خاصی برخوردار است. آزمایش حاضر به منظور بررسی اثر نانوذرات SiO_2 در پیش تیمار بذر، بر ویژگی‌های جوانه زنی همیشه بهار بصورت طرح کاملا تصادفی با شش تیمار (صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ، ۴۰ و ۵۰ درصد نانوذرات SiO_2) انجام شد. نتایج بدست آمده نشان داد نانوذرات SiO_2 بر تمامی صفات مورد اندازه‌گیری شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه، گل همیشه بهار تاثیر معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت. به طور کلی در غلظت های بالای نانوذرات SiO_2 اثر تحریکی نسبت به شاهد مشاهده گردید.

کلمات کلیدی: جوانه زنی، فن آوری نانو، نانوذرات SiO_2، همیشه بهار

مقدمه

همیشه بهار با نام علمی *Calendula officinalis* L.، گیاهی یکساله تا چند ساله متعلق به خانواده Asteraceae است که منشا آن نواحی مدیترانه ای است (Gomes *et al.*, 2007). گل این گیاه علاوه بر کاربردهای زینتی و مصارف خوراکی (طعم دهنده و رنگ دهنده غذاهای مختلف) دارای مواد مؤثره و ترکیباتی است که در صنعت (تهیه رنگهای نقاشی و نایلون صنعتی) و داروسازی (تهیه انواع کرم‌ها و لوسیون‌ها) کاربرد دارد (Kalvatchev *et al.*, 1997). در مصارف زینتی و کشت در فضای سبز، تکثیر همیشه بهار توسط بذر و به صورت نشایی انجام می‌شود (قاسمی قهساره و کافی، ۱۳۸۸). امروز افزایش کیفیت در تولید محصولات مختلف مهم شده است. برای رسیدن به این افزایش کیفیت، محققان در حال تلاش برای توسعه یک تکنولوژی تولید کارآمد و دوستدار محیط زیست بر اساس تکنیک های نوآورانه برای افزایش بنیه گیاهچه و استقرار گیاه از طریق تیمارهای فیزیکی بذر هستند. جوانه زنی بذر یک پدیده مهم در کشاورزی مدرن است، زیرا قسمتی از زندگی گیاهان است که بقای آنها را در آینده تضمین می کند. استفاده درست از عناصر غذایی و نانودرات آنها در پیش تیمار بذر از اهمیت خاصی برخوردار است. پیش تیمار، روشی است که در آن اجازه داده می شود بذرها مقداری آب جذب کنند به طوری که مراحل اولیه ی جوانه زنی انجام شود اما ریشه‌چه خارج نشود(Farooq *et al.*, 2006). به عبارت دیگر، بذرها تا مرحله‌ی دوم جذب آب پیش می روند اما وارد مرحله‌ی سوم نمی شوند، بعد از تیمار پیش تیمار، بذرها خشک و همانند بذرهای تیمار نشده (شاهد) ذخیره و کشت می شوند (Donald, 2000). پیش تیمار باعث کوتاه شدن زمان کاشت تا سبز شدن و حفاظت بذرها از عوامل زنده و غیززنده در مرحله‌ی بحرانی استقرار گیاهچه می‌شود. همچنین، این تیمار یکنواختی سبز شدن را موجب می‌شود که منجر به استقرار یکنواخت و بهبود عملکرد محصول می شود (Basra *et al.*, 2004). سیلیسیم دومین عنصر فراوان در سطح کره زمین و یکی از عناصر غذایی مفید در رشد و سلامت گیاهان می باشد، که در پیش تیمار بذر مورد استفاده قرار می گیرد. اگر چه سیلیسیم عنصر ضروری برای گیاهان در نظر گرفته نشده است، اما در برخی از گیاهان یک عنصر ضروری است (Doshi *et al.*, 2008). سیلیسیم

نقش مهمی به عنوان یک مانع فیزیکی و مکانیکی را بازی می کند، و بر دیواره های اپیدرم و بافت های آوندی ساقه، غلاف برگ و پوست در بسیاری از گیاهان به ویژه تک لپه ها ذخیره می شود (Currie & Perry, 2007)، و همچنین تنظیم کننده فعالیت های فیزیولوژیکی در گیاهان است (Bao-Shan *et al.*, 2004). علاوه بر این اثر تنظیم کننده عنصر سلیسیم در رشد و نمو گیاه در شرایط تنش به خوبی شناخته شده است (Janislampi, 2012). سیلیسیم سبب افزایش غلظت کلروفیل در واحد سطح برگ میشود و با افزایش غلظت کلروفیل برگ، توانایی گیاه برای استفاده مؤثرتر از نور زیاد شده و می تواند شدت های کم و زیاد نور را بهتر تحمل کند (محقق و همکاران، ۱۳۸۹). اخیراً فن آوری نانو در سطح گسترده مورد توجه بیشتر پژوهشگران علوم مختلف قرار گرفته است. تحقیقات مختلفی اثر این مواد را بر جوانه زنی بذر نشان داده است. افزایش درصد جوانه زنی بذر سویا با ترکیب نانو سیلیسیم و نانوتیتانیوم (Lu *et al.*, 2002) و بذرهای فلفل، مریم گلی و چمن با نانولوله های کربنی (Moussa, 2006) و گوجه فرنگی با نانو سیلیسیم (مظفریان و همکاران، ۱۳۹۰) گزارش شده است. نتایج تحقیقات دیگر نشان داد که نانوسیلیسیم باعث افزایش سرعت جوانه زنی، درصد جوانه زنی، متوسط زمان جوانه زنی، شاخص جوانه زنی بذر، شاخص قدرت بذر، وزن تر و خشک گیاهچه در گوجه‌فرنگی شد (Haghighi *et al.*, 2012; Siddiqui *et al.*, 2013). با در نظر گرفتن گزارشات موفق استفاده از فناوری نانو به عنوان یک رشته نوظهور لازم است تمام زمینه های این فن آوری مورد ارزیابی قرار گیرد. پیشرفت های اخیر در فناوری نانو و استفاده از آن در زمینه کشاورزی به طرز حیرت انگیزی در حال افزایش است؛ تحقیقات محدودی اثر نانوذرات مختلف را بر رشد و فیزیولوژی گیاهان مورد بررسی قرار داده اند. با وجود انجام تحقیقاتی در خصوص اثرهای مفید سیلیسیم بر رشد و نمو گیاهان، اثرهای این عنصر بر تغییرات مورفولوژیک در هنگام جوانه زنی به طور کامل مشخص نشده است. آزمایش حاضر به منظور بررسی اثر نانوذرات SiO_2 بر ویژگی های جوانه زنی بذر همیشه بهار طراحی شده است.

مواد و روش‌ها

به منظور تاثیر نانوذرات SiO_2 بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر گل همیشه بهار، آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان انجام شد. پس از تهیه بذر همیشه بهار، به منظور ضد عفونی، بذرها به مدت پنج دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد قرار داده شده و سپس سه مرتبه با آب مقطر شسته شدند. بذر ضدعفونی شده به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتیگراد، تحت پنج تیمار نانوذرات و شاهد (صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ، ۴۰ و ۵۰ درصد) به‌صورت غوطه‌ور قرار گرفتند و پس از تیمار با آب مقطر آبشویی شدند. پس از تیمار کردن بذر، تعداد ۱۰۰ عدد بذر انتخاب و داخل پتری‌دیش‌ها (که در کف آن‌ها کاغذ صافی بود) قرار داده شد. و به داخل ژرمیناتور با دمای ۲±۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد منتقل شدند. بذرها به طور روزانه بازبینی و تعداد بذرهایی که ریشه‌چه آنها دو میلی‌متر بود به عنوان بذرهای جوانه‌زده شمارش شدند. بعد از اتمام دوره جوانه‌زنی (زمانی که در تعداد بذرهای جوانه زده تغییری مشاهده نشد)، صفات مورد نظر اندازه‌گیری شدند.

نتایج

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) تیمار نانوذرات **SiO_2** بر تمامی صفات مورد اندازه‌گیری شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه همیشه بهار تاثیر معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی (جدول ۲) نشان داد افزایش غلظت نانوذرات **SiO_2** تاثیر مثبتی بر تمامی صفات مورد ارزیابی داشت.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی بذر همیشه بهار تحت تاثیر تیمار نانوذرات SiO_2

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر	وزن خشک
تیمار	۵	۲۹۰/۴۸**	۰/۰۶۸۳**	۰/۵۲۵**	۰/۳۰۹**	۰/۱۷۹**	۰/۱۰۲**
خطا	۲۵	۰/۴۱۶	۰/۰۱۵۲	۰/۱۸۹	۰/۲۷۴	۰/۰۰۰۱۳	۰/۰۰۰۰۱

علامت" **" و " * " بترتیب به معنی معنی دار در سطح ۱ درصد و ۵ درصد است.

جدول ۲- نتایج مربوط به مقایسه میانگین صفات جوانه‌زنی بذر همیشه بهار تحت تاثیر تیمار نانوذرات SiO_2

درصد نانوذرات SiO_2	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه-زنی (درصد)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	وزن تر (گرم)	وزن خشک (گرم)
۰	۶۸ de	۰/۹۸ d	۳/۱ d	۴/۵ cd	۱/۵ d	۰/۹ d
۱۰	۷۱ d	۰/۹۹ d	۳/۵ c	۴/۶ c	۱/۵ d	۰/۹۹ c
۲۰	۷۵ c	۱/۱ c	۳/۶ c	۴/۹ b	۱/۷ cd	۱ b
۳۰	۸۸ b	۱/۳ b	۴/۱ b	۴/۹ b	۱/۷۹ c	۱/۱ b
۴۰	۹۳ ab	۱/۳ b	۴/۳ ab	۵/۱ ab	۱/۹ b	۱/۳ ab
۵۰	۹۶ a	۱/۴ a	۴/۴ a	۵/۶ a	۲/۳ a	۱/۵ a

اعداد با حروف مشابه در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی باشند.

بحث

فناوری نانو یک روش جدید و نوظهور است و نانوذرات به دلیل خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فرد آنها در مقایسه با ذرات با اندازه طبیعی، تبدیل به یک کانون توجه برای محققان شده‌اند (Monica & Cermonini, 2009). نانوذرات سیلیسیم نقش یک عامل تحویل دهنده‌ی نشانه‌ها به DNA را برعهده دارند و مواد شیمیایی را به بافت‌ها و سلول‌های گیاهی و حیوانات می‌رسانند (Torney *et al.*, 2007). با این حال، نحوه عملکرد نانوذرات در رشد و توسعه هنوز خیلی واضح نیست. همانطور که می دانیم جوانه زنی بذر پایه مناسب برای رشد گیاه، توسعه و عملکرد را فراهم می کند. در آزمایش حاضر با افزایش درصد نانوذرات SiO_2 ویژگی‌های جوانه زنی بذر شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه همیشه بهار به شکل بالقوه افزایش یافته است (جدول ۲). نتایج بدست آمده با آزمایشات مختلف در مورد تاثیر نانوذرات SiO_2 بر گوجه فرنگی مطابقت داشت (Haghighi *et al.*, 2012; Siddiqui *et al.*, 2013). با توجه به نتایج آزمایش حاضر، افزایش پارامترهای جوانه‌زنی با استفاده از نانوذرات SiO2 ممکن است برای بهبود رشد و عملکرد محصولات زراعی استفاده شود. و از آنجایی که مکانیسم اصلی اثر نانوذرات هنوز ناشناخته مانده، پژوهشهای بیشتری نیاز است که به بررسی مکانیزم جذب و انتقال ذرات نانو و تغییرات فیزیولوژی گیاه بپردازد.

منابع

۱. قاسمی قهساره، م. و م.، کافی، ۱۳۸۸. گلکاری علمی و عملی (جلد ۱). صفحه ۶۸.

۲. محقق، پ.، م .شیروانی و س .قاسمی .۱۳۸۹ . تأثیر کاربرد سیلیسیم بر رشد و عملکرد دو رقم خیار در سیستم هیدروپونیک. علوم و فنون کشتهای گلخانه ای۱ (۱):۴۰-۳۵.

۳. مظفریان، م.، ز .عفیفیپور و م .حقیقی .۱۳۹۰ . اثر نانوسیلیسیوم و سیلیکات پتاسیم بر پرایمینگ بذر های گوجه فرنگی . همایش فناوریهای نوین در کشاورزی، دانشگاه زنجان، صفحات ۴۹۸-۴۹۶.

4. Bao-shan, L., shao-qi, D., Chun-hui, L., Li-jun, F., Shu-chun, Q., Min, Y., 2004. Effect of TMS (nanostructured silicon dioxide) on growth of Changbai Larch seedlings. *Journal of Forest Research*. 15, 138–140.
5. Basra, S.M.A., M. Ashraf, N. Iqbal, A. Khaliq, and R. Ahmad. 2004. Physiological and biochemical aspects of pre- sowing heat stress on cotton seed. *Seed Science Technol*ogy. 32: 765- 774.Cherif, M., N. Benhamou, J.G. Menzies and R.R. Bélanger. 1992. Silicon-induced resistance in cucumber plants against
6. *Pythium ultimum*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 41: 411-425.
7. Currie, H.A., Perry, C.C., 2007. Silica in plants: biological, biochemical and chemical studies. *Annals of Botany*. 100, 1383–1389.
8. Doshi, R., W. Braida, C. Christodoulatos, M. Wazne and G. O'connor. 2008. Nano aluminum: Transport through sand columns and environmental effects on plant and soil communities. Environmental Research. 106:296-303.
9. Farooq, M., S.M.A. Basra, E.A. Warraich, and A. Khaliq. 2006. hydropriming techniques for rice seed invigoration. *Seed Science. Technology*. 34: 529- 534
10. Gomes, H. E., M. C. Vieira and Z. N. A. Heredia. 2007. Density and plant arrangement on Calendula officinalis L. yield. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*. 9: 117-123.
11. Haghighi, M., Z. Afifipour and M. Mozafariyan. 2012. The effect of N-Si on tomato seed germination under salinity levels. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*. 6(16): 87-90.
12. Janislampi, Kaerlek, W. 2012. Effect of silicon on plant growth and drought stress tolerance. All Graduate Theses and Dissertations. Paper 1360. <http://digitalcommons.usu.edu/etd/1360>.
13. Kalvatchev, Z., R. Walder and D. Garzaro. 1997. Anti- HIV activity of extracts from calendula. *Biomedicine & Pharmacotherapy*,51(4): 176-180.
14. Lu, C.M., C.Y. Zhang, J.Q. Wen, G.R. Wu and M.X. Tao. 2002. Research of the effect of nanometer materials on germination and growth enhancement of *Glycine max* and its mechanism. *Soybean Science*. 21:168-172.
15. Mc Donald, M.B. 2000. Seed priming. (eds. M. Black and J. D. Bewley). Sheffield Academic Press. PP: 287-325.
16. Moussa, H.R. 2006. Influence of exogenous application of silicon on physiological response of salt-stressed maize. (*Zea mays* L.) Int. *International Journal of Agriculture and Biology*. 8(2): 293-297 .
17. Siddiqui, M.H., Al-Whaibi, M.H. 2013. Role of nano-SiO2 in germination of tomato (Lycopersicum esculentum seeds Mill.). *Saudi Journal of Biological Sciences*, http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2013.04.005.
18. Torney, F., Trewyn, B.G., Lin, V.S.Y., Wang, K., 2007. Mesoporous silica nanoparticles deliver DNA and chemicals into plants. *Nature Nanotechnology*. 2, 295–300.
19. Monica, R.C., Cremonini, R., 2009. Nanoparticles and higher plants. *Caryologia* 62, 161–165.

ffect of nanoSiO2 on seed germination and growth characteristics of marigold (*Calendula officinalis* L.)

S. R. Mousavi Matin[*1], S. N. Mortazavi[2], E. Joukar[3]

1- PHD Student ornamental plants, Department of Horticulture, Zanjan University, Iran. 2-Assistant Prof. of Horticulture, Department of Horticulture, Zanjan University, Iran. 3- Master of ornamental plants, Tehran Research Science

*Corresponding author: r_moussavimatin@yahoo.com

Abstract

Recently, nanotechnology in various fields has been widely considered by most researchers. Seed germination is an important phenomenon in modern agriculture, as part of the plant life which guarantee their survival in the future. Use of nutrients and nanoparticle in the seed treatment is important. Experiments to study the effects of nanoSiO_2 in the treatment of seeds, the germination characteristics Marigold completely randomized design with six treatments (10, 20, 30, 40 and 50% nanoSiO_2) were performed. The results showed that nanoSiO_2 on all parameters measured included germination percentage, speed germination, root length, shoot length, fresh and dry weight of seedlings, marigold have a significant effect on the level of 1%. In general, high concentrations of nanoSiO_2 stimulatory effects were compare to control.

Key words: germination, nanotechnology, nanoSiO_2, Marigold