"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد ششم، شماره ۱، بهار و تابستان ۹۶
(ص ۲۰۳-۱۹۳)

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 6, No.: 1, Spring and Summer 2017
(pp: 193-203)
DOI: 10.22034/ijsst.2017.113683

اثر نانو ذره‌ی دی‌اکسید سیلیس (SiO_2) بر بهبود جوانه‌زنی بذور سویا رقم ویلیامز تحت آزمون پیری تسریع شده

وحید منصوری گندمانی[1*]، حشمت امیدی[2]

*۱ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد تهران
۲ استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی و مرکز تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه شاهد تهران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۰۴- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۱۰)

چکیده

این آزمایش به‌منظور بررسی تأثیر نانو ذره‌ی دی‌اکسید سیلیس بر بهبود جوانه‌زنی بذور سویا (رقم ویلیامز) زوال یافته به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۴ در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشگاه شاهد تهران اجرا شد. عامل اول سطوح مختلف پیری تسریع شده شامل شاهد (بدون زوال بذر) و پیری تسریع شده به‌مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت در رطوبت اشباع و دمای ۴۱ درجه سانتی‌گراد و عامل دوم غلظت‌های مختلف نانو سیلیس شامل صفر (شاهد)، ۴۰ و ۶۰ پی‌پی‌ام بود. در این آزمایش صفاتی همچون درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین مدت جوانه‌زنی، تعداد گیاهچه عادی، وزن تر گیاهچه، نسبت وزنی ریشه‌چه به ساقه‌چه، محتوای نسبی آب ساقه‌چه، طول گیاهچه و میزان کلروفیل برگ اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که اثر پیش تیمار نانو سیلیس بر تمامی صفات جوانه‌زنی بذور سویا معنی‌دار بود. اما اثر متقابل پرایمینگ نانو سیلیس بر بذور زوال یافته سویا تنها در برخی از شاخص‌های جوانه‌زنی اندازه‌گیری شده اثرگذار بود؛ پیش تیمار ۶۰ پی‌پی‌ام نانو ذره‌ی سیلیس با افزایش ۲۰ درصد سرعت جوانه‌زنی بذور زوال یافته، کاهش میانگین مدت زمان جوانه‌زنی و پیش تیمار ۴۰ پی‌پی‌ام با افزایش حدود ۷-۱۰ درصد تعداد گیاهچه عادی و در کل تیمار نانو سیلیس با جبران میزان کلروفیل برگ سبب بهبود جوانه‌زنی بذور زوال یافته شد.

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ، زوال بذر، کلروفیل، نانو

The effect of nano-particle silicon dioxide (SiO_2) on improving soybean seed germination under Accelerated aging conditions

Vahid Mansouri Gandomani[1*], Heshmat Omidi[2]

1- Master student of Department of Science Seed Technology, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran
2- Assistant Professor, Agricultural College and Medicinal Plant Research Center, Shahed University, Tehran
(Received: 25.Oct.2016 – Accepted: 28.Feb.2017)

Abstract

The experiment was conducted to examine the effects of nano-particle silicon dioxide to improve germination of deteriorated soybean seeds (Williams). The experiment was done as factorial in a completely randomized design with three replications in 2015 in Seed Technology Laboratory in the University of Shahed. The first factor involves different levels of accelerated aging including control and accelerated aging for 24 and 48 hours at 41 ° C in high humidity conditions and different concentrations of nano-silica as the second factor including zero (control), 40 and 60 ppm, respectively. The traits such as germination percentage, germination rate, the average duration of germination, the number of normal seedlings, seedling fresh weight, root to shoot ratio, relative water content of root, seedling length and chlorophyll content were measured. The results showed that the effect of nano-silica pre-treated soybean seed germination was significant on all traits. But the interaction of nano-silica priming and the deteriorated seeds of soybean was significant only in some germination characteristics. Pre-treatment of 60 ppm nano-particle silica increased 20% of deteriorated seeds germination rate and reduced the average time of germination. Pre-treatment of 40 ppm increased about 7-10% of the number of normal seedlings, and also treatment of silica nanoparticles improved seed germination with compensate amount of chlorophyll in deteriorated seeds.

Key words: Cholorophyll, Deterioration soybean, Nanotechnology, Priming

* Email: mansourivahid2@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

زوال بذر یکی از مشکلات عمده در تولید بخش کشاورزی است و یک صفت نامطلوب کشاورزی است که می‌تواند زیان‌های اقتصادی را به دنبال داشته باشد طبق برآوردهای انجام شده حدود ۲۵ درصد بذر سالیانه به دلیل کیفیت پایین از دست می‌روند (McDonald, 1999). جوانه‌زنی ضعیف و قوه‌نامیه پایین بذر از مشکلات جدی تولید سویا است. استفاده از بذر با کیفیت بالا برای استقرار یک جمعیت گیاهی مناسب در یک مزرعه سویا از اصول اساسی است. به گفته‌ی آجوری (Ajouri, *et al* 2004) بذور دارای قوه نامیه مناسب، سریع‌تر و یکنواخت‌تر جوانه‌زده و قادر به تحمل شرایط محیطی نامناسب پس از سبز شدن هستند. زوال بذر به فرآیند از دست رفتن کیفیت بذر با گذشت زمان گفته می شود که از توانایی بذر برای زنده ماندن می‌کاهد. زوال بذر می‌تواند به‌علت تخلیه ذخایر غذایی، پراکسیداسیون لیپیدها، نابودی غشاها و فعال شدن آنزیم‌های هیدرولیز کننده باشد (McDonald, 1999). قدرت بذر بسته به دما و رطوبت در دوران رسیدگی، برداشت و انبارداری نامناسب دچار فرسوگی می‌شود (Krishnan, *et al* 2003; Marshal, *et al* 2004). در بذرهای زوال یافته به علت اختلال‌های ایجاد شده دراندامک‌های سلول مانند میتوکندری و گلی‌اکسیزوم‌ها میزان تولید گونه‌های فعال اکسیژن شامل پراکسیدهیدروژن، رادیکال هیدروکسیل و رادیکال سوپر اکسید افزایش می‌یابد. آزاد شدن گونه‌های فعال اکسیژن موجب افزایش پراکسیداسیون چربی‌ها و پروتئین‌های غشاء شده و با تخریب ساختار غشاء زوال بذر افزایش می‌یابد (Goal and Sheoran, 2003). در رطوبت کم انبار، تنفس و فعالیت آنزیم‌ها کاهش می‌یابد و چنین شرایطی باعث تجمع مواد سمی و در نتیجه کاهش قابلیت حیات بذر می‌شود (Harrington, 1973). وقتی که جنین گندم‌های پیر را به اندوسپرم گندم‌های جوان و بالعکس جنین گندم‌های جوان را به اندوسپرم گندم‌های پیر منتقل کردند مشاهده شد که در هر دو حالت جوانه‌زنی و قدرت رویش کاهش یافت که این نمایان‌گر تجمع تدریجی مواد سمی است. حضور آبسیزیک اسید در تعدادی از بذرها این نظریه را به عنوان یک علت احتمالی پیری مورد حمایت قرار داده است. وجود ترکیبات فنلی و پلی‌آمین‌ها (Mukhopadhyay *et al*., 1983) نیز در این زمینه مطرح شده‌اند.

در سال‌های اخیر استفاده از مواد نانو ترکیب بسیار مورد توجه پژوهشگران رشته‌های مختلف از جمله کشاورزی بوده است (Pourkhaloee *et al*., 2011; Haghighi *et al*., 2012). در همین راستا پرایمینگ بذر یکی از روش‌هایی است که می‌تواند برای مقابله با اثرات نامطلوب تنش‌های غیر زنده و خسارات اشاره شده مورد استفاده قرار گیرد (Mohammadi, 2013). استفاده از مواد نانو ترکیب به عنوان فرآورده‌هایی با اثر بخشی بالا در مکانیسم آنزیم‌ها و متابولیسم سلول جهت پژوهش‌های مرتبط با گیاه گوجه فرنگی و برنج نام برده‌اند، هرچند مکانیسم‌های دقیق آن به خوبی شناخته نشده است (Haghighi and Pesarakli, 2013; Shi *et al*., 2013).

با توجه به اینکه بذور سویا به‌دلیل درصد بالای چربی و پروتئین موجود در بذر، با قرار گرفتن در شرایط نامساعد و طولانی مدت انبارداری دچار فرسودگی و زوال شده و این امر در نهایت سبب کاهش جوانه‌زنی می‌شود. و با نظر به کارایی بالا و سریع‌الأثر بودن نانو ذرات بر جوانه‌زنی و رشد گیاه، این آزمایش به‌منظور بررسی اثر نانو ذره‌ی سیلیس بر بذور زوال یافته سویا صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۴ در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه شاهد تهران به‌منظور بررسی اثر ترمیمی نانو ذره‌ی دی‌اکسید سیلیس (SiO_2) بر بهبود جوانه‌زنی بذور سویای رقم ویلیامز تحت تنش پیری تسریع شده اجرا گردید. آزمایش

Archive of SID

www.SID.ir

به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شد. پیری تسریع شده در سه سطح بدون زوال (شاهد) و پیری تسریع شده به‌مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت در شرایط رطوبت اشباع و دمای ۴۱ درجه سانتی‌گراد اعمال شد (Susana, *et al* 1990). سطوح تیمار نانو سیلیس نیز در سه غلظت صفر (شاهد) و ۴۰ و ۶۰ پی‌پی‌ام در نظر گرفته شد. بذرهای مورد استفاده در سال ۱۳۹۴ توسط شرکت توسعه‌ی کشت دانه‌های روغنی تولید شده بود. نانو سیلیس مورد استفاده با اندازه مقیاس ذره‌ی ۳۰-۲۰ نانومتر از شرکت USA Research امریکا تهیه شد.

در پایان اعمال پرایمینگ با سطوح مختلف نانو سیلیس به‌مدت ۹ ساعت (Guan *et al*., 2009) بذرها به مدت ۶ ساعت در آزمایشگاه خشک شدند. در هر پتری ۳۰ عدد بذر بر روی کاغذ واتمن قرار داده شد و به هر پتری ۱۵ میلی لیتر آب مقطراضافه شد و برای جلوگیری از تبخیر آب در پتری‌ها به وسیله پارافیلم بسته شد. جوانه‌زنی بذرها در داخل ژرمیناتور کنترل شده با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد تحت شرایط تاریکی انجام شد. شمارش بذرهای جوانه زده از روز دوم به صورت روزانه در ساعتی معین صورت گرفت (Liopa-Tsakalidi *et al*., 2012) و در نهایت در پایان دوره ۱۱ روزه آزمایش درصد جوانه‌زنی (Liopa-Tsakalidi *et al*., 2012) سرعت جوانه‌زنی (Pagter *et al*., 2009)، متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی (Ellis and Roberts, 1981) بر طبق روابط ارائه شده محاسبه گردید.

پارامترهای جوانه‌زنی و روابط محاسبه:

درصد جوانه‌زنی

$$GP = (N \times 100) / M \qquad (۱)$$

N : مجموع کل بذرهای جوانه زده در پایان آزمایش، M: کل بذرهای کاشته شده و GP درصد جوانه‌زنی است.

سرعت جوانه‌زنی

$$GS = \Sigma Ni / Ti \qquad (۲)$$

Ni: مجموع بذرهای کاشته شده، ، Ti: تعداد روزهای پس از جوانه‌زنی و GS سرعت جونه‌زنی است.

متوسط زمان جوانه‌زنی (Mean Time of Germination)

$$MTG = \Sigma (Ni) / \Sigma N \qquad (۳)$$

Ni: مجموع بذرهای کاشته شده، N: مجموع کل بذرهای جوانه زده در پایان آزمایش و MTG متوسط زمان جوانه‌زنی است.

محتوای نسبی آب ساقه‌چه

$$RWC = \left(\frac{FW - DW}{TW - DW}\right) * 100 \qquad (۴)$$

F_w: وزن تر برگ بلافاصله بعد از نمونه برداری. D_w: وزن خشک برگ بعد از قرار گرفتن در آون. T_w: وزن اشباع برگ بعد از قرار گرفتن در آب مقطر ۲۴ ساعت و RWC محتوای نسبی آب ساقه‌چه است.

میزان کل کلروفیل برگ به روش آرنون (Arnon, 1967) پس از ایجاد برگ حقیقی در گیاهچه اندازه‌گیری شد. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد انجام شد.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی

نتایج بدست آمده نشان داد که اثر زوال تسریع شده بذر بر درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). طبق نتایج مقایسه میانگین بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی با ۹۴ درصد در تیمار شاهد و بدون تیمار زوال بذر بود. تیمار زوال بذر باعث

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش قابل توجهی در میزان درصد جوانه‌زنی داشت به‌طوری که بذور ۲۴ ساعت زوال دیده جوانه‌زنی حدود ۵۸ درصد داشتند و بذور تحت تنش زوال بذر ۴۸ ساعت با ۴۲ درصد جوانه‌زنی کمترین میزان را به خود اختصاص دادند (شکل ۱). بر اساس مطالعات مختلفی که در رابطه با زوال بذر صورت گرفته است، بذور زوال یافته جوانه‌زنی کمتر و ضعیف‌تری داشته‌اند (Khajeh-Hosseini *et al*., 2003; Bars *et al*., 2003). طبق گزارشات موجود با فرسودگی بذر میزان آلفا و بتا آمیلاز که از آنزیم‌های هیدرولیتیک در فرآیند جوانه‌زنی هستند و نقش بسزایی در رشد دارند، کاهش می‌یابند که می‌تواند بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه تأثیر گذار باشد (Mcdonald, M.B. 1999).

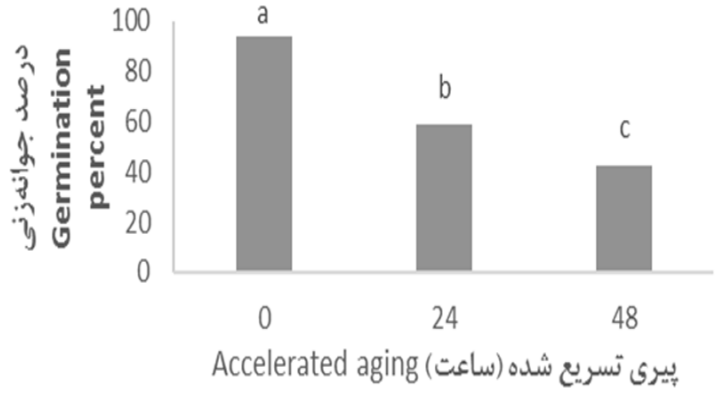
جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر زوال بذر و نانو سیلیس بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر سویا

Table 1- Analysis of variance of the effect of accelerated aging and Nano-SiO_2 on *soybean* seed germination indices.

منابع تغییرات Sources of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square								
		درصد جوانه‌زنی GP	سرعت جوانه‌زنی GS	میانگین مدت جوانه‌زنی MGT	تعداد گیاهچه عادی Normal Seedlings	وزن تر گیاهچه Seedlings Fresh Weight	نسبت وزنی ریشه‌چه به ساقه‌چه Root to Shoot Weight Ratio	محتوای نسبی آب ساقه‌چه RWC	طول گیاهچه Seedlings Length	میزان کلروفیل برگ Chlorophyll
پیری تسریع شده Accelerated aging	2	6252.7**	317.24**	2.18**	660.33**	546978.05**	0.009**	459.4**	79.56**	64.99**
نانو سیلیس Nono-SiO_2	2	20.18 ns	139.23**	1.05**	6.33*	122283.97**	0.004**	144.36 ns	15.14**	2.57*
نانو سیلیس× زوال بذر N×AA	4	12.13 ns	5.50**	0.017**	8.5**	10419.32 ns	0.002**	8.004 ns	1.12 ns	23.21**
اشتباه آزمایشی Experimental error	16	9.05	0.19	0.0016	1.12	9283.99	0.0001	9.83	0.98	0.60
ضریب تغییرات(%) Coefficient of variation (%)	-	4.62	1.27	1.35	6.11	13.81	9.01	4.61	13.78	3.31

ns، *و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and ** non-significant, Significant at 5% and 1% respectively.



شکل ۱- مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی بذر سویا تحت تأثیر زوال تسریع شده

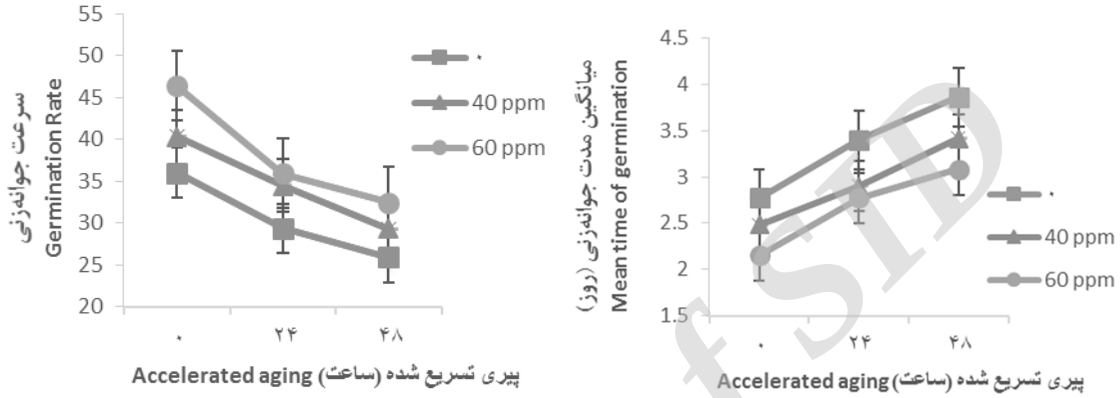
Fig 1- Mean comparison of soybean seed germination percentage affected by accelerated aging

Archive of SID

www.SID.ir

سرعت جوانه‌زنی

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر پیری تسریع شده، تیمار نانو سیلیس و اثر متقابل زوال بذر و تیمار نانو سیلیس بر سرعت جوانه‌زنی و میانگین مدت جوانه‌زنی معنی‌دار (P<۰/۰۱) بود. طبق نتایج مقایسات میانگین بیشترین سرعت جوانه‌زنی در تمامی سطوح پیری تسریع شده متعلق به تیمار ۶۰ پی‌پی‌ام نانو سیلیس بود و نانو سیلیس توانست با تأثیر کاملا محسوس حدود ۲۰ درصد افزایش در سرعت جوانه‌زنی بذور سویای تحت زوال تسریع شده ایجاد کند (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی و میانگین مدت زمان جوانه‌زنی بذر سویا تحت تأثیر زوال تسریع شده و تیمار نانو سیلیس

Fig 2. Mean comparison of soybean seed germination rate and mean germination time affected by accelerated aging and nano-SiO_2 treatments.

طبق مقایسات میانگین بیشترین میانگین مدت زمان لازم برای جوانه‌زنی با حدود ۴ روز در بذور ۴۸ ساعت زوال دیده و عدم حضور تیمار نانو سیلیس ثبت شد و کمترین میانگین مدت زمان جوانه‌زنی با تیمار ۶۰ پی‌پی‌ام نانو سیلیس در بذوری بود که هیچ گونه زوال بر آن‌ها اعمال نشد (شکل ۲). خواجه حسینی و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که بذرهای زوال یافته سویا میانگین زمان جوانه‌زنی طولانی تری داشتند. همچنین محققان (Dell and di turi, 1996) به نتایج مشابهی در گندم رسیدند. اما درخصوص تیمار نانو سیلیس پژوهشگران مشاهده کردند که سرعت جوانه‌زنی و فعالیت‌های جوانه‌زنی سویا با استفاده از آمیخته‌ای از نانو اکسید سیلیس افزایش قابل توجهی داشت (Lee *et al*., 2010).

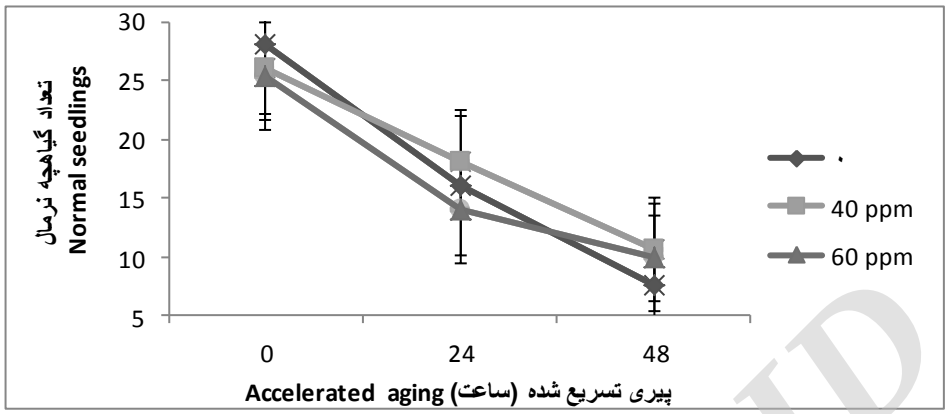
تعداد گیاهچه نرمال

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۱) که اثر زوال تسریع شده بذر، تیمار نانو سیلیس و اثر متقابل زوال بذر و نانو سیلیس بر صفت تعداد گیاهچه نرمال در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. به‌طوری که بیشترین تعداد گیاهچه نرمال با میانگین ۲۸ از ۳۰ عدد در بذور شاهد بود و کمترین آن با میانگین ۷/۶۶ در بذور ۴۸ ساعت زوال یافته و عدم حضور نانو سیلیس ثبت شد (شکل ۳). تیمار نانو سیلیس در سطح ۴۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش به‌ترتیب ۷ و ۱۰ درصدی بر تعداد گیاهچه نرمال در تقابل با زوال بذر ۲۴ و ۴۸ ساعت داشت (شکل ۳). تعداد گیاهچه‌های غیرعادی از جمله مهم‌ترین علایم خسارت بذر می‌باشد که علت آن عدم ثبات غشاء سلولی و خسارت به سلول‌های جنینی بذر در تنش‌هاست (Nellist *et al*., 1973). به‌نظر می‌رسد تکنیک پرایمینگ اجازه رونویسی زود هنگام، رونویسی DNA، افزایش RNA و پروتین سنتتاز را به بذور می‌دهد و رشد رویان را

Archive of SID

www.SID.ir

نیز افزایش می‌دهد، بخش‌های آسیب دیده بذور را ترمیم می‌بخشد و ترشحات متابولیت‌ها را کاهش می‌دهد. این عوامل می‌تواند میزان و یکنواختی جوانه‌زنی بذور و ظهور گیاهچه‌های نرمال را بهبود بخشد (Omidi *et al*., 2005).

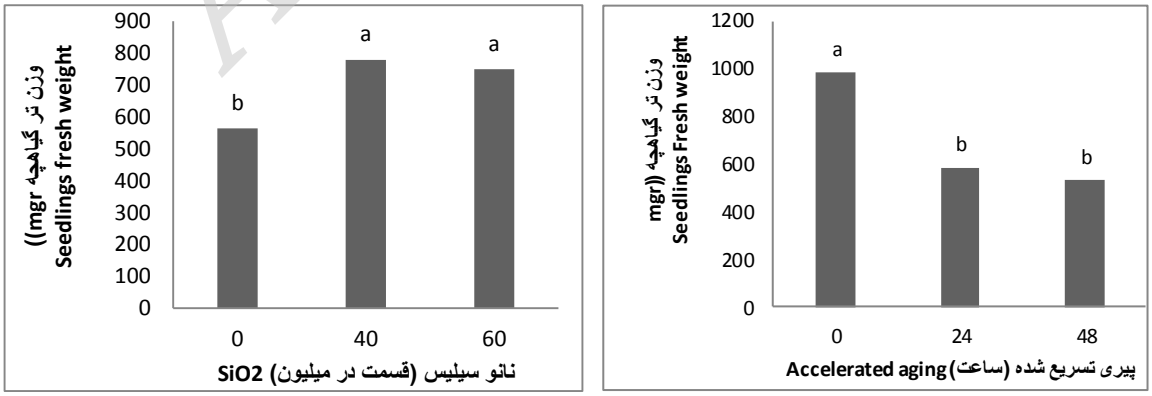


شکل ۳- مقایسه میانگین تعداد گیاهچه نرمال سویا تحت تأثیر زوال تسریع شده و تیمار نانو سیلیس

Fig 3. Mean comparison of soybean normal seedlings affected by accelerated aging and Nano-SiO_2 treatments.

وزن تر گیاهچه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس زوال تسریع شده و تیمار نانو سیلیس در سطح احتمال یک درصد بر وزن تر گیاهچه سویا اثر معنی‌داری داشته است (جدول ۱). با توجه به شکل۴ زوال بذر در سطح ۲۴ و ۴۸ ساعت به ترتیب باعث کاهش ۴۰ و ۴۶ درصد در میانگین وزن تر گیاهچه سویا شده اند. تیمارهای ۴۰ و ۶۰ پی‌پی‌ام نانو سیلیس به ترتیب با ۲۷ و ۲۵ درصد افزایش در وزن تر توانسته‌اند اثر متبت قابل توجهی بر فرآیند رویشی گیاهچه‌های سویا بگذارند (شکل ۴). حقیقی و پسرکلی (Haghighi and Pesarakli, 2013) نشان دادند که تیمار نانو سیلیس بر بذور گوجه فرنگی باعث افزایش وزن تر و خشک گیاهچه و درکل باعث بهبود صفات رویشی گیاه شده است.



شکل ۴- مقایسه میانگین وزن تر گیاهچه سویا تحت تأثیر زوال تسریع شده و تیمار نانو سیلیس

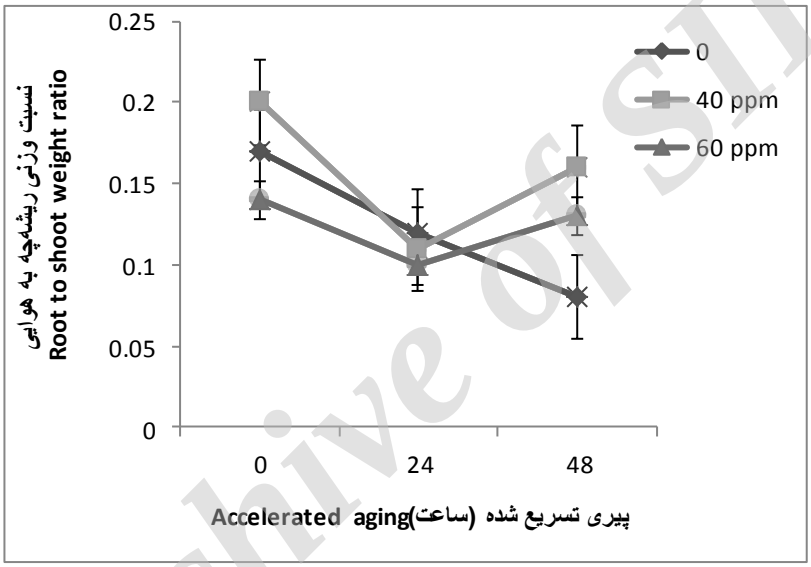
Fig 4- Mean comparison of soybean seedlings fresh weight affected by Accelerated aging and nano-SiO_2 treatments.

Archive of SID

www.SID.ir

نسبت وزنی ریشه‌چه به هوایی

طبق نتایج تجزیه واریانس زوال بذر، تیمار نانو سیلیس و اثر متقابل آن‌ها (نانو سیلیس×پیری تسریع شده) اثر معنی‌داری بر نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۱). بیشترین نسبت وزن ریشه‌چه به هوایی با ۰/۲ در تقابل سطوح ۴۰ پی‌پی‌ام نانو سیلیس و عدم زوال بذر بود و کمترین نسبت در بذور ۲۴ ساعت زوال یافته و تیمار ۶۰ پی‌پی‌ام نانو سیلیس ثبت شد. طبق شکل تیمار ۴۰ و ۶۰ پی‌پی‌ام نانو سیلیس در سطح ۴۸ ساعت زوال بذر توانسته‌اند نسبت وزنی ریشه‌چه به ساقه‌چه را افزایش دهند (شکل ۵). نور و همکاران (Noor *et al*., 2001) در بررسی اثر تنش‌ها بر طول ریشه چه یازده رقم پنبه نشان دادند که این صفت تاثیرپذیری بیشتری نسبت به طول ساقه چه داشت و نتیجه گرفتند که طول ریشه‌چه حساسترین قسمت گیاه نسبت به تنش است. نتایج تحقیقات Mansour (1994) نیز نشان داد که تنش وارده بر گیاه باعث کاهش نسبت وزنی ریشه به ساقه شده است.



شکل ۵- مقایسه میانگین نسبت وزنی ریشه‌چه به هوایی گیاهچه سویا تحت تأثیر زوال تسریع شده و تیمار نانوسیلیس

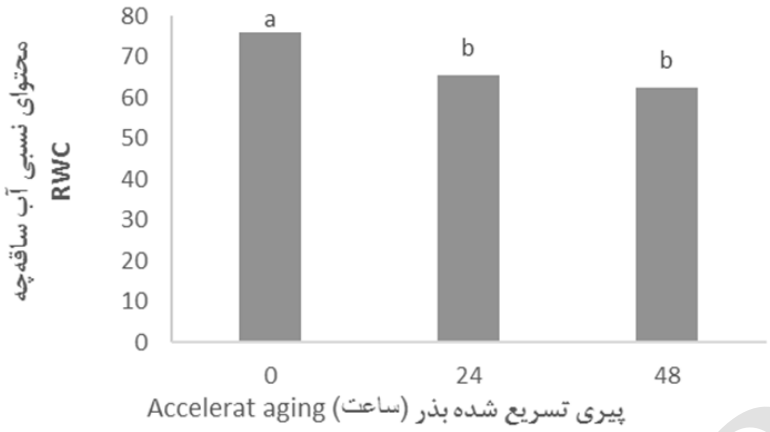
Fig 5- Mean comparison of soybean seedlings root to shoot weight ratio affected by accelerated aging and nano SiO_2 treatments.

محتوای نسبی آب ساقه‌چه

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس نشان داد که زوال بذر اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر محتوای نسبی آب ساقه‌چه داشت (جدول ۱). طبق نتایج مقایسات میانگین بیشترین میزان محتوای نسبی آب ساقه‌چه با ۷۶ درصد در گیاهچه‌هایی دیده شد که بذور آن‌ها زوالی را تجربه نکردند و کمترین میزان، در زوال بذر به مدت ۴۸ ساعت با ۶۲ درصد ثبت شد (شکل ۶). در خلال فرسودگی بذر میزان گلوکز افزایش می‌یابد که باعث افزایش تنفس در گیاهچه‌ها خواهد شد و همچنین سنتز پروتئین‌ها نیز در اثر فرسودگی کاهش می‌یابد که می‌تواند بر روی رشد مناسب گیاهچه مؤثر باشد (Krishnan *et al*., 2003; Murthy *et al*, 2003).

Archive of SID

www.SID.ir

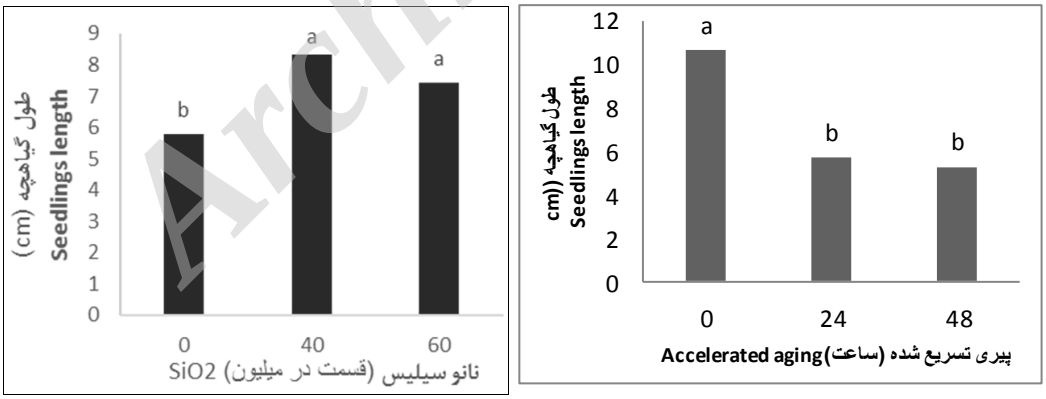


شکل ۶- مقایسه میانگین محتوای نسبی آب ساقه‌چه گیاهچه سویا تحت تأثیر زوال بذر

Fig 6- Mean comparison of soybean seedlings relative water content shoot affected by accelerated aging.

طول گیاهچه

طبق نتایج تجزیه واریانس زوال بذر و تیمار نانو سیلیس بر طول گیاهچه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسات میانگین نشان داد که زوال بذر بر طول گیاهچه اثر کاهشی محسوسی داشت به‌طوری که کاهش ۵۰ درصدی در گیاهچه‌ها مشاهده شد. اما تیمار نانو سیلیس نیز با اثر افزایشی تأثیر چشمگیری بر طول گیاهچه سویا داشت (شکل ۷). در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۰۶ بر بذور زوال یافته کلزا صورت گرفت گزارش شد که زوال بذر اثرات سوء بر بنیه بذر و صفات رویشی گیاهچه کلزا داشته است (Bedi *et al*., 2006).



شکل ۷- مقایسه میانگین طول گیاهچه سویا تحت تأثیر زوال بذر و تیمار نانو سیلیس

Fig 7- Mean comparison of soybean seedlings length affected by accelerated aging and nano-SiO_2 treatment.

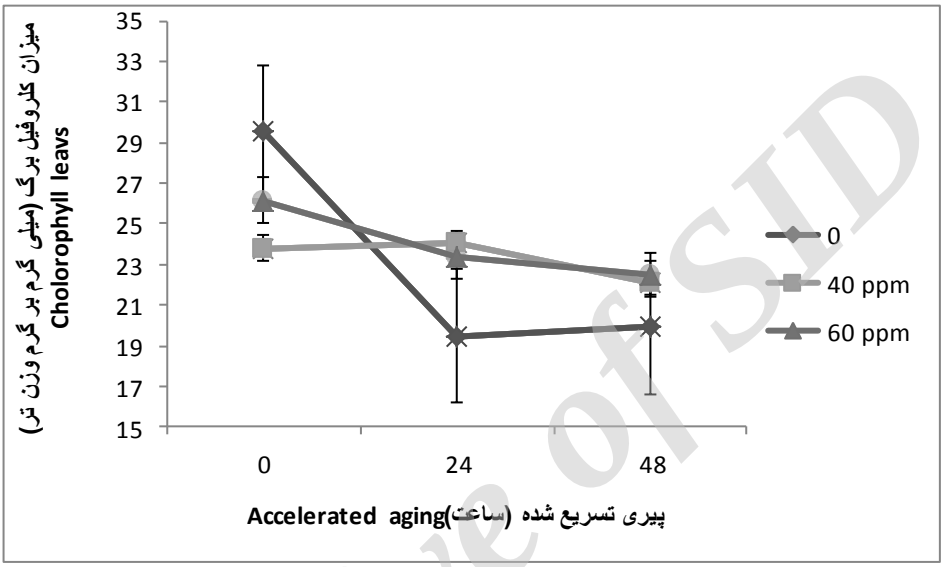
میزان کلروفیل برگ

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر زوال بذر، تیمار نانو سیلیس و اثر متقابل زوال بذر و تیمار نانو سیلیس بر میزان کلروفیل برگ معنی‌دار ($P<۰/۰۱$) بود. تیمار نانو سیلیس در مقابله با زوال بذر توانست با اثر بر میزان کلروفیل برگ از کاهش ناگهانی آن و خسارت به برگ

Archive of SID

www.SID.ir

جلوگیری کند (شکل ۸). مطالعات نشان داده است زوال بذر باعث کاهش سنتز پروتئین‌ها می‌شود که کاهش پروتئین محلول و کلروفیل با کاهش فعالیت روبیسکو در برگ همراه است (Holaday *et al*., 1992) کاهش مقدار و فعالیت روبیسکو باعث کاهش فتوسنتز خالص می‌شود (Salvucci *et al*., 2004). کاربرد سیلیس در محیط رشد گیاه باعث کاهش نفوذپذیری غشاء پلاسمایی سلول‌های برگ شده و ساختار کلروپلاست‌ها را که آسیب زیادی نظیر ناپدید شدن غشاء دو لایه و فرو ریختن گرانا در اثر سمیت کلرید سدیم دیدند، را بهبود بخشد. یعنی سیلیس هم در ساختار و هم در کارکرد غشاء پلاسمایی موثر است (Zhu *et al*., 2004).



شکل ۸- مقایسه میانگین میزان کلروفیل برگ گیاهچه سویا تحت تأثیر زوال بذر و تیمار نانوسیلیس

Fig 8- Mean comparison of soybean chlorophyll leaves affected by accelerated aging and nano-SiO_2 treatments

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی می‌توان گفت که پرایمینگ بذر با نانو سیلیس به‌عنوان یک تیمار فیزیولوژیکی نه تنها سبب بهبود جوانه‌زنی بذر سویا شده است، بلکه پیش تیمار نانو سیلیس توانست در تقابل با پیری تسریع شده بذور بر صفات جوانه‌زنی نظیر سرعت و میانگین جوانه‌زنی و تعداد گیاهچه عادی اثر بهبود دهنده‌ای داشته باشد. همچنین نانو سیلیس با تأثیر بر میزان کلروفیل برگ گیاهچه سویا تا حدودی از اثرات سوء زوال بذر کاست. با توجه به مقیاس ریز نانو و سطح فعال بسیار بالایی که در نانو ذرات وجود دارد، و همچنین نقش سیلیس در گیاه می‌توان پیش تیمار نانو سیلیس را به عنوان یک تیمار بهبود دهنده برای بذور زوال یافته توصیه کرد.

منابع

Reference

Ajouri, A., A. Haben, and M. Becker. 2004. Seed priming enhances germination and seedling growth of barley under conditions of P and Zn deficiency. Plant Nutr. Soil Sci.

Archive of SID
www.SID.ir

Arnon, A. N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agron. J. 23:112-121.

Bars, S. M. A., N. Ahmad, M. Khan, M. M., N., and M. A. Cheema. 2003. Assessment of cottonseed deterioration during accelerated ageing. Seed Sci. Technol. 3:531–540.

Bedi, S. R. Kaur, J.S. Sital, and J. Kaur. 2006. Artificial ageing of Brassica seeds of different maturity levels. Seed Sci. Technol. 34 (2): 287 – 296.

Dell' Aquila, A., and M. Di Turi. 1996. The germination response to heat and salt stress in evaluating vigor loss in aged wheat seeds. Seed Sci. Technol. 24:309-319.

Ellis, R. H. and E. H. Roberts. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Sci. Technol. 9: 377-409.

Goel A, and I. Sheoran. 2003. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes in cotton seeds under natural ageing. Bio. Plant.

Guan, Y. J., J. Hu., X. J. Wang., and C. X. Shao. 2009. Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress. Zhejiang Univ-Sci. 10: 427-433.

Haghighi, M., Z. Afifipour., and M. Mozafarian. 2012. The effect of N-Si on tomato seedgermination under salinity levels. J. Biodi and Envi Sci. 6 (16), 87–90.

Haghighi, M., and M. Pessarakli. 2013. Influence of silicon and nano-silicon on salinity tolerance of cherrytomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) at early growth stage. Scientia Horticul. 161: 111–117.

Harrington, J. F. (1973). Biochemical basis of seed longevity. Seed Sci. Technol. 1:453-461.

Holaday, A.S., S.W. Ritchie., and H.T. Neguyen. 1992. Effect of water deficit on gas exchange parameters and ribulose 15-bisphosphate carboxylase activation in wheat. Environ. Exp. Bot. 32:403-409.

Khajeh-Hosseini, M., A. A. Powell, And I. J. Bingham. 2003. The interaction between salinity stress and seed vigor during germination of soyabean seeds .Seed Sci. Technol. 31: 715- 725.

Krishnan, P., S.Nagarajan, M. Dadlani, and A. V. Moharir. 2003. Characterization of wheat (*Triticum aestivum*) and soybean (*Glycine max*) seeds under accelerated ageing Conditions by proton nuclear magnetic spectroscopy. Seed Sci. Technol. 31:541- 550.

Krishnan, P., S. Nagarajan, M. Dadlani, and A.V. Moharir. 2003. Characterization of wheat (triticum aestivum) and soybean (*Glycine max*) seeds under accelerated ageing Conditions by proton nuclear magnetic spectroscopy. Seed Sci. Technol. 31:541- 550.

Lee, C. W., S. Mahendra, K. Zodrow, D. Li, Y. Tsai, J. Braam and P. J. J. Alvarez. 2010. Developmental phytotoxicity of metal oxide nanoparticles to Arabodopsis thaliana. Environ. Toxicol. Chem. 29: 669-675.

Liopa-Tsakalidi, A., G. Kaspiris, G.Salahas, and P. Barouchas. 2012. Effect of salicylic acid (SA) and gibberellic acid (GA1) pre-soaking on seed germination of Stevia (*Stevia rebaudiana*) under salt stress. J. Med. Plants Res, 6: 416-423.

Mansour M. M. F. 1994. Changes in growth osmotic potential and cell permeability of wheat cultivars under salt stress. Biol. Plantarum, 36(3): 429-434.

Marshal, A. H., and D. N. Lewis. 2004. Influence of seed storage conditions on seedling emergence, seedling growth and dry matter production of temperate forage grasses. Seed Sci. Technol. 27:177- 237.

McDonald, M. B. 1999. Seed deterioration; physiology, repair and assessment. Seed Sci. Technol. 27: 177-180.

Mohammadi, H. 2013. The role of priming on seed reserve utilization and germination of barley (*Hordeum vulgare* L.) seeds under drought stress. Int. J. Agron. Plant Prod. 4 (10): 2543-2547.

Mukhopadhyay, M., M.Choudhuri, K. Sen, and B. Ghosh. 1983. Changes in polyamines and related enzymes with loss of viability in rice seeds. Phytochem. 22: 1547-1551.

Archive of SID

www.SID.ir

Murthy, U.M.N., P.D. Kumar., and W.Q. Sun. 2003. Mechanisims of seed aging under different storable conditions for *vigina vadiata* (L.) wilczek: lipid peroxidation, sugar hydrolysis, Maillavd rections and their relationship to state transition. J. Exp. Bot. 54.384:1057-1067.

Nellist, M. E. and M. Hughes. 1973. Physical and biological processes in the drying of seed. Seed Sci. Technol.1:613-643.

Noor, E., F. M. Azhar., and A. L. Khan. 2001. Differences in responses of gossypium hirsutum L. varieties to NaCl salinity at seedling stage. International J. Agric. Biologic. 3(4): 345-347.

Omidi H., A., A. Sorushzadeh., and F. Ghezeli. 2005. Evaluation of priming pretreatments on germination rapeseed. Agric. Sci. Technol. 19(2): 1-10. (In Persian, with English Abstract).

Pagter, M., C. Bragato., M. Malagoli, and H. Brix. 2009. Osmotic and ionic effects of NaCl and Na_2SO_4 salinity on *Phragmites australis*. Aquat. Bot. 90: 43-51.

Pourkhaloee, A., M. Haghighi., M.J. Saharkhiz., H. Jouzi., and M.M. Doroodmand. 2011. Investigation on the effects of carbon nanotubes (CNTs) on seed germinationand seedling growth of salvia (*Salvia microsiphon*), pepper (*Capsicum annum*) and tall fescue (*Festuca arundinacea*). J. Seed Technol. 33 (2), 155–160.

Salvucci, M.E., and S.J. Crafts-Brandner. 2004. Inhibition of photosynthesis by heat stress: the activation state of Rubisco as a limiting factor in photosynthesis. Phys. Plant. 120:179-186.

Shi, Y., W. Yichao., J. F. Timothy., and G. Haijun. 2013. Silicon decreases chloride transport in rice (Oryza sativa L.) in saline conditions. J. Plant Phys. 170: 847- 853.

Susana, p., and B. Alberto. 1990. Effect of natural and accelerated aging on the hydro peroxide metabolism of soybean embryonic axes. Plant Sci. 68 (1990) 27-32.

Zhu, Z, G. Wei., J. Li., Q. Qian., and J. Yu. 2004. Silicon alleviates salt stress and increases antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (*Cucumis sativus* L.). Plant Sci. 167: 527-533.

Archive of SID

www.SID.ir