"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد هفتم، شماره ۱، بهار و تابستان ۹۷
(ص ٦٤-٥٣)

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 7, No.: 1, Spring and Summer 2018
(pp: 53-64)
DOI: 10.22034/ijsst.2018.117053

تأثیر اسید سالیسیلیک و زوال بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی و تغییرات آنزیم‌های آنتی اکسیدانی بذر گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) رقم صفه

رضا افروشه[۱]، حمیدرضا بلوچی[۲*]، محسن موحدی دهنوی[۲]، محمدحسین قرینه[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران.
۲. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران.
۳. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رامین خوزستان، اهواز، ایران.
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۰۴)

چکیده

بذر گیاهان روغنی مستعد زوال بوده و با گذشت زمان قدرت بذر در گیاهان روغنی سریع‌تر کاهش می‌یابد. به‌منظور بررسی اثر اسید سالیسیلیک برشاخص‌های جوانه‌زنی و تغییرات بیوشیمیایی بذر گلرنگرقم صفه در شرایط زوال، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملا تصافی با چهارو سه تکرار به ترتیب برای شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی انجام شد. عامل اول شامل هفت سطح پرایمینگ بذر با اسیدسالیسیلیک صفر (آب مقطر)، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتربرای مدت زمان ۲۴ و ۴۸ ساعت در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد و بذر بدون پرایمینگ(شاهد) و عامل دوم شامل چهار سطحزوال تسریع شده بذر به مدت صفر، ۲، ۴ و ۶ روز بود. نتایج نشان داد اثر متقابل پرایمینگ بذر وزوال بر سرعت جوانه‌زنی، درصد گیاهچه طبیعی، درصد گیاهچه غیر طبیعی، طول گیاهچه، بنیه وزنی، وزن خشک گیاهچه، بنیه طولی و هدایت الکتریکی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، ولی درصد جوانه‌زنی و میزان فعالیت کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز و میزان پروتئینفقط تحت تاثیر اثرات اصلی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش دوره زوال شاخص‌های جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و استفاده از تیمار پرایمینگ سبب افزایش در شاخص‌های جوانه‌زنی شد.میزان پروتئین و تغییرات کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز با افزایش زوال بذر کاهش یافت. اما استفاده از تیمار پرایمینگ، میزان پروتئین، کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز را تحت شرایط زوال و عدم زوال افزایش داد. در این تحقیق استفاده از تیمار پرایمینگ بذر با اسید سالیسیلیک ۵۰ میلی‌گرم در لیتر برای مدت زمان ۴۸ ساعت به‌طور معمول منجر به افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی و فعالیت آنتی اکسیدانی و پروتئین محلول بذر گلرنگ نسبت به شاهد گردید.

کلمات کلیدی: آنزیم، پرایمینگ، پیری بذر، جوانه‌زنی.

The effects of salicylic acid and seed deterioration on germination indices and antioxidant enzymes changes of *Carthamus tinctorius* L. cv. Soffeh seed

R. Afrosheh[1], H. Balouchi[2*], M. Movahedi Dehnavi[2], M. H. Gharineh[3]

1. M.Sc. of Seed Science and Technology, Faculty of Agricultural, YasoujUniversity. Yasouj, Iran.
2. Associate Prof. of Department of Agronomy and Plant Breeding Faculty of AgricultureYasoujUniversity, Yasouj, Iran.
3. Associate Prof. of Department of Agronomy and Plant Breeding Faculty of AgricultureRaminUniversity, Ahvaz, Iran.
(Received: Oct. 11, 2016 – Accepted: Feb. 22, 2017)

Abstract

The seeds of oilseed plants are susceptible to deterioration and the seed power in oilseed plants decreases faster over the time. In order to evaluate the effect of salicylic acid and seed aging on germination characteristics and biochemical changes of *Carthamus tinctorius* L. cv. Soffeh seeds,an experiment was conducted as a factorial base on completely randomized design with fourand three replications for germination and biochemical characteristics respectively. The first factor was priming by salicylic acid include seven levels in 0 (distilled water), 50 and 100 ppm for 24 and 48 h in 15°Cand without priming (control)and secondary factor was combinations four levels of aging (0, 2, 4 and 6 days). Results showed that the interaction of priming and aging effects on germination rate, normal seedling percentage, abnormal seedling percentage, seedling length, length of seed vigor index, seedling dry weight, weight of seed vigor index and EC were significant, but on germination percentage, total protein, catalase and ascorbate peroxidase only affected by the main effects.Results showed that germination characteristics with increasing in the aging duration were reduced significantly and using priming germination characteristics were increased but protein, catalase and ascorbate peroxidase decline along with increasing seed aging. In the study, using priming treatment salicylic acid 50 ppm for 48 h had higher germination characteristics and antioxidant activity and soluble proteins in comparison with untreated or control of safflower seeds.

Keywords: Enzyme, Germination, Priming, Seed aging.

* Email: balouchi@yu.ac.ir

مقدمه

بذر دارای طول عمر مشخصی بوده و مانند هر موجود زنده مرگ پایان دهنده زندگی بذر خواهد بود. زوال فرآیندی یک طرفه و غیر قابل برگشت است و باعث کاهش کیفیت بذر، استقرار گیاه‌چه و در نهایت عملکرد گیاه در مزرعه می‌شود (McDonald, 1999). بذرهای با کیفیت و قدرت بالاتر می‌توانند بهتر سبز شوند و در زمانی که با تنش‌های محیطی مواجه می‌شوند، درصدسبز شدن و سرعت جوانه زنی بالاتری دارند و در نهایت گیاه‌چه های قوی‌تری تولید می کنند و همچنین مهمترین علت تفاوت در قدرت بذر و جوانه‌زنی آنها در میزان زوال بذر است (McDonald, 1999). آزمون برای سنجش بنیه بذر، آزمون پیری تسریع شده است، که این آزمون در ابتدا به عنوان آزمونی برای تعیین طول عمر بذر استفاده می‌شد ولی بعداً به عنوان شاخصی برای تعیین قدرت بذر استفاده گردید (Ansari and Sharifzadeh, 2013; Moradi *et al*., 2009; McDonald, 1999).

پرایمینگ بذر به روش‌هایی اطلاق می‌شود که بذر آب جذب کرده و قبل از خروج ریشه‌چه جذب آب متوقف و بذر خشک می‌شود. پرایمینگ سبب افزایش سرعت، درصد جوانه‌زنی، بنیه بذر و سایر شاخص‌های جوانه‌زنی در بسیاری از گیاهان می‌شود. از هورمون‌های گیاهی مختلفی جهت اعمال تیمار پرایمینگ استفاده شده است که یکی از این هورمون‌ها اسید سالیسیلیک می‌باشد. اسید سالیسیلیک جزء اسیدهای آلی است و متعلق به ترکیبات فنلی می‌باشد (Afzal *et al*., 2006). اسید سالیسیلیک در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیک مثل رشد و تکامل گیاه، جذب یون، فتوسنتز و جوانه‌زنی نقش دارد. اسید سالیسیلیک همچنین در تحمل گیاه به بیماری‌ها و قارچ‌ها، هدایت روزنه‌ای و همچنین بیان ژنی دخالت دارد (Hayat*et al*., 2005). بر اساس تحقیقات، این ماده باعث تحمل به تنش‌های مختلف از جمله گرما، سرما و خشکی (Ansari *et al*., 2102; Tasgin *et al*., 2003) در گیاهان مختلف می‌شود.

مکانیسم‌های دفاعی سلول بطور عمده از همکاری آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتشکیل شده است (Bailly, 2004). تغییرات مختلف بیوشیمیایی و متابولیکی در طی فرآیند زوال بذر رخ می‌دهد که نتیجه نهایی آن کاهش توان جوانه‌زنی و نمو بذر است. گونه‌های اکسیژن فعال نقش کلیدی در تنظیم خواب و جوانه‌زنی بذر بازی می‌کنند. اگرچه تجمع گونه‌های اکسیژن فعال یک پیش‌نیاز برای جوانه‌زنی می‌باشد اما اساس مکانیسم سلولی این عمل ناشناخته مانده است، و چالشی که در رابطه با این موضوع وجود دارد ترکیب‌پذیری این مواد با تمامی ترکیبات مولکولی می‌باشد. در این میان نوکلئیک اسید و پروتئین‌ها بسیار مستعد تخریب اکسیداتیو هستند. سیستم آنتی‌اکسیدانشامل آنزیم‌ها و متابولیت‌های آنتی‌اکسیدانباعث حذف گونه‌های فعال اکسیژن می‌شوند.آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانشامل کاتالاز، پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز، آسکوربات پراکسیداز و آنزیم‌های دیگر باعث حذف و غیر فعال شدن گونه‌های فعال اکسیژن می‌شوند (Hayat *et al*., 2011).

یافته‌های انصاری و شریف‌زاده (Ansari and Sharifzadeh, 2013) در گیاه چاودار کوهی، صید محمدی و همکاران (Seid Mohammadi *et al*., 2012) در گیاه کلزا و سیادت و همکاران (Seiadat *et al*., 2012) در گیاه ذرت نشان دادند که فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیداندر تیمار القاء زوال تسریع شده در بذر به علت افزایش رادیکال‌های آزاد، کاهش خواهد یافت.

گزارش‌ها نشان می‌دهند که زوال بذر سبب کاهش در شاخص‌های جوانه‌زنی خواهد شد و استفاده از تیمارهای مختلف پرایمینگ از قبیل استفاده از اسید سالیسیلیک، جیبرلیک اسید و اسمو پرایمینگ سبب بهبود در شاخص‌های جوانه‌زنی تحت شرایط زوال بذر خواهد شد، همچنین بیان شده است که زوال بذر سبب کاهش در

پروتئین و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی خواهد شد و استفاده از پرایمینگ سبب افزایش در میزان پروتئین کل و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی خواهد شد (Ansari and Sharifzadeh, 2013; Asadi Aghbolaghi *et al*., 2014; Seid Mohammadi *et al*., 2012; Alivand *et al*., 2010).

گلرنگ با نام علمی *Carthamus tinctorius* L. وابسته به تیره میناییان بوده، که خاستگاه این گیاه مناطقی واقع در بین قسمت‌های شرقی مدیترانه و خلیج فارس می‌باشد. این گیاه ضمن اینکه به‌عنوان یک گیاه روغنی شناخته می‌شود دارای خواص دارویی نیز می‌باشد. حداقل دما برای جوانه‌زنی بذر گلرنگ پنج درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در بین گیاهان متداول روغنی گلرنگ بومی کشور بوده و ایران به عنوان یکی از مراکز تنوع آن شناخته شده است (Alivand *et al*., 2010).

به‌طور کلی بذر گیاهان روغنی مستعد زوال بوده و با گذشت زمان قدرت بذر در گیاهان روغنی سریع‌تر کاهش می‌یابد و کاهش در قدرت بذر منجر به کاهش در شاخص‌های جوانه‌زنی بذر خواهد شد. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی تأثیر اسید سالیسیلیک بر شاخص‌های جوانه‌زنی و آنزیم‌های آنتی اکسیدانی بذر گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) رقم صفه در شرایط زوال بذر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان در سال ۹۴-۱۳۹۳ انجام شد. بذرهای مورد استفاده در این آزمایش از موسسه پاکان بذر اصفهان در سال ۹۳-۱۳۹۲ تهیه شد.جهت بررسی زوال بذر (به‌صورت زوال تسریع شده) و تعیین بهترینپرایمینگ بذری با اسید سالیسیلیک جهت بهبود جوانه‌زنی بعد از زوال بذر آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در چهار تکرار برای شاخص‌های جوانه‌زنی و سه تکرار برای شاخص‌های بیوشیمیایی اجرا شد. عامل‌های آزمایش شامل زوال بذر در چهار سطح صفر، ۲، ۴ و ۶ روز و پرایمینگ با اسید سالیسیلیک در ۷ سطح شامل سطوح صفر (آب مقطر)، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر برای مدت زمان ۲۴ و ۴۸ ساعت در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد و تیمار بدون پرایم (شاهد) بود.

برای اعمال زوال تسریع شده بذرها به‌مدت ۰، ۲، ۴ و ۶ روز در شرایط دمایی ۴۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۱۰۰-۹۰ درصد درون جعبه‌های پلاستیکی قرار گرفتند. بعد از به پایان رسیدن دوره‌های زوال بذرهای زوال یافته توسط اسید سالیسیلیک در سطوح ۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر برای مدت زمان ۲۴ و ۴۸ ساعت در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد پرایم شدند. سپس آزمون جوانه‌زنی استاندارد به اجرا درآمد (Ansari and Sharifzadeh, 2012).

آزمون جوانه‌زنی در پتری‌دیش‌هایی با دو لایه کاغذ صافی به روش روی کاغذ با چهار تکرار ۲۵ بذری درون انکوباتور دارای دمای ۲۵°C، در محیط تاریک به‌مدت ۱۴ روز انجام گرفت (ISTA, 2010). به منظور جوانه‌زنی به هر پتری‌دیش دو نوبت با فاصله هفت روز ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. شروع یادداشت برداری از روز اول و سپس هر ۲۴ ساعت یک‌بار یادداشت برداری برای بذرهای جوانه‌زده انجام شد (بذرهایی جوانه‌زده محسوب شد که دارای ریشه‌چه‌هایی با اندازه۲ میلی‌متر بودند). در نهایت درصد جوانه‌زنی، شاخص سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، بنیه بذر و هدایت الکتریکی محاسبه شدند.

شاخص سرعت جوانه‌زنی (GRT) که مشخصه سرعت و روند جوانه‌زنی می‌باشد، از رابطه ذیل محاسبه می‌گردد؛

$$GRT=\sum_{n}^{1}\frac{Ni}{Di}$$

در فرمول Ni تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز iام و Diتعداد روزها از شروع آزمون (هنگام کشت) تا شمارش iام (پایان دوره آزمون) می‌باشد.

به‌منظور بررسی و ارزیابی بنیه گیاهچه بر اساس وزن و طول گیاهچه،از گیاهچه تیمارهای مورد نظر پس از پایان آزمون جوانه‌زنی استاندارد، تعداد ۱۰ گیاهچه به‌صورت تصادفی از هر تکرار انتخاب و پس از اندازه‌گیری طول گیاهچه، ساقه اولیه و ریشه اولیه با استفاده از خط کش مدرج بر حسب سانتی‌متر، وزن تر گیاهچه‌ها به‌وسیله ترازوی دقیق، تعیین و پس از خشک کردن، گیاهچه‌ها به‌وسیله آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت با استفاده از ترازوی دقیق مشخص گردید. با استفاده از داده‌های به‌دست آمده، شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه به ترتیب از رابطه زیر به دست آمد.

SVI[1](1)=(میانگین طول ریشه‌چه اولیه (سانتیمتر) + میانگین طول ساقه‌چه اولیه (سانتیمتر)) ×(درصد جوانه زنی نهایی/۱۰۰)

SVI(2)=(درصد جوانه زنی/۱۰۰)×وزن خشک گیاهچه (گرم)

بعد از آخرین روز جوانه‌زنی تعداد گیاهچه‌های نرمال و غیر نرمال شمارش و بر حسب درصد گزارش شد. بر اساس تقسیم‌بندی AOSA(1986) گیاهچه‌های غیر نرمال شامل گیاهچه‌های بدون سیستم ریشه اولیه، با ریشه‌های ثانویه ضعیف، دارای لکه‌های نکروزه در بافت و گیاهچه‌های دارای جوانه‌زنی انتهایی آسیب دیده یا یک لپه از بین رفته در نظر گرفته شد.

جهت اندازه‌گیری نشت الکترولیت‌ها در ابتدا سه نمونه ۱۰ بذری از هر تیمار به دقت وزن گردیدند و در لیوان‌های پلاستیکی حاوی ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت در ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند، سپس میزان نشت الکترولیت‌ها بر حسب میکرو زیمنس بر سانتی‌متر بر گرم با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری هدایت الکتریکی اندازه‌گیری شد (Hampton and TecKrony, 1995). بعد از اندازه‌گیری نشت الکترولیت‌ها عدد بدست آمده توسط دستگاه یادداشت و از رابطه زیر میزان نشت الکترولیت‌ها به‌دست آمد.

نشت الکترولیت ($\mu Scm^{-1}g^{-1}$) = (هدایت الکتریکی اولیه آب مقطر - هدایت الکتریکی محلول) / (وزن بذرها (گرم))

اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز بذرها و میزان پروتئین کل بعد از ۱۲ ساعت آبنوشی در شرایط جوانه‌زنی استاندارد برای بذر شاهد (بدون پرایم) و بذر پرایم شده با اسید اسید سالیسیلیک ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و مدت زمان پرایم ۴۸ ساعتبا استفاده از روش‌های زیر اندازه گیری شدند.

برای استخراج آنزیم ۰/۱ گرم بذر گلرنگ با ۱/۵ میلی‌لیتر بافر استخراج در هاون چینی درون ظرف یخ کوبیده و همگن شد. پس از آن عصاره حاصل پس از انتقال به میکروتیوب، به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و ۱۳۰۰۰g سانتریفیوژ شد. پس از سانتریفیوژ، فاز میانی در زیر لایه لیپیدی برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز و پروتئین کل استفاده شد.

اندازه‌گیری پروتئین محلول به روش بردفورد (Bradford, 1976) و در طول موج ۵۹۵ نانومتر انجام شد. فعالیت آنزیم کاتالاز در طول موج ۲۴۰ نانومتر طبق روش‌جاندا و همکاران (Janda *et al*., 1999) و فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در طول موج ۲۹۰ نانومتر طبق روش جانسون و کونینگهام (Johnson and Cunningham, 1972) اندازه‌گیری شد.

داده‌های آزمایش با نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شد و جهت مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد از آزمون LSD استفاده گردید. برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

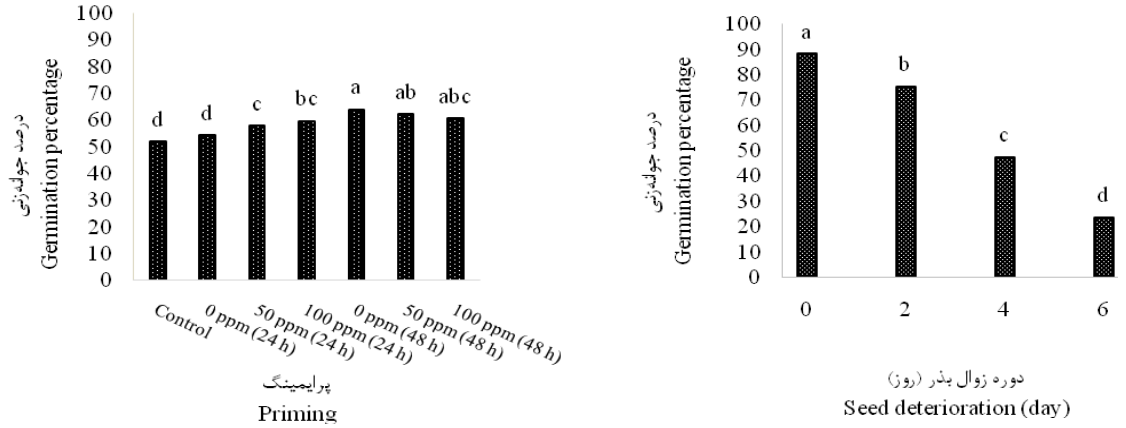
بررسی زوال بذر و تعیین بهترین پرایمینگ بذری با اسید سالیسیلیک

نتایج اثر اصلی زوال بذر و تیمار پرایمینگ برای درصد جوانه‌زنی نشان داد که با افزایش در زوال بذر درصد جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و بیشترین درصد جوانه‌زنی با میانگین ۸۸/۲۹ درصد مربوط به شرایط عدم

[1] Seedling vigor index

DOI: 10.22034/ijsst.2018.117053

زوال بذر بود (شکل ۱). نتایج نشان داد که استفاده از تیمار پرایمینگ سبب افزایش در درصد جوانه‌زنی در مقایسه با تیمار شاهد شد و بالاترین درصد جوانه‌زنی با میانگین ۶۴درصدمربوط به تیمار پرایمینگ با آب مقطر به مدت ۴۸ ساعت بود که با پرایمینگ با ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک در مدت زمان پرایم ۴۸ ساعت از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۱).



شکل ۱. اثر زوال بذرو پرایمینگ بر درصد جوانه‌زنی بذر گلرنگ

میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمونLSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

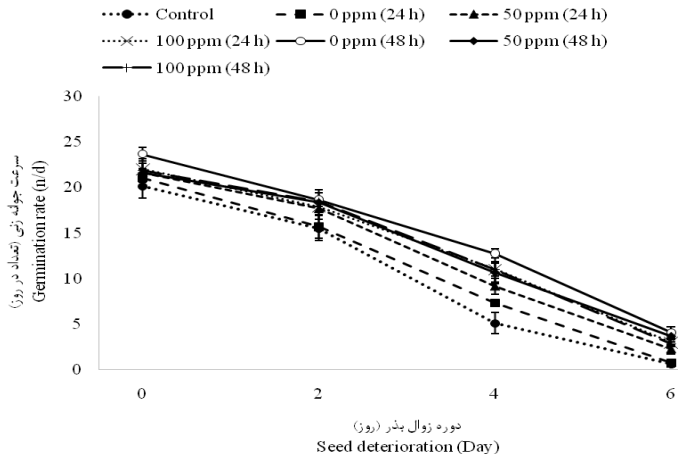
Figure 1. The effect of seed aging and priming on germination percentage of *Carthamus tinctorius*
Columns with same letters indicate no significant differencebased on LSD test at α=0.05.

مظاهری تیرانی و منوچهری کلانتری (Mazaheri tirani and Manouchehri Kalantari, 2007) با بررسی غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر جوانه‌زنی کلزا (*Brassica napus* L.) گزارش کردند که تیمار بذر با غلظت‌های اسید سالیسیلیک بالاتر از ۱ میلی‌مولار باعث کاهش درصد جوانه‌زنی شد، ولی غلظت‌های کمتر از ۱ میلی مولار منجر به افزایش بذرهای جوانه زده گردید. گزارش شده است که با افزایش غلظت‌های هورمون‌های گیاهی به بالاتر از حد آستانه به دلیل ایجاد حالت سمیت برای بذر اثر تیمارهای پرایمینگ منفی شده و اثرات مثبت کمتری بر شاخص‌های جوانه‌زنی خواهد داشت (Ansari and Sharif-Zadeh, 2012)

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل زوال بذر و تیمار پرایمینگ برای سرعت جوانه‌زنی نشان داد که بیشترین سرعت جوانه‌زنی (۲۳/۶۳ بذر در روز) مربوط به تیمار پرایمینگ با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک و مدت زمان ۴۸ ساعت پرایم در شرایط بدون زوال بود، همچنین در کلیه دوره‌های زوال بذر بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به این تیمار پرایمینگ بود (شکل ۲).

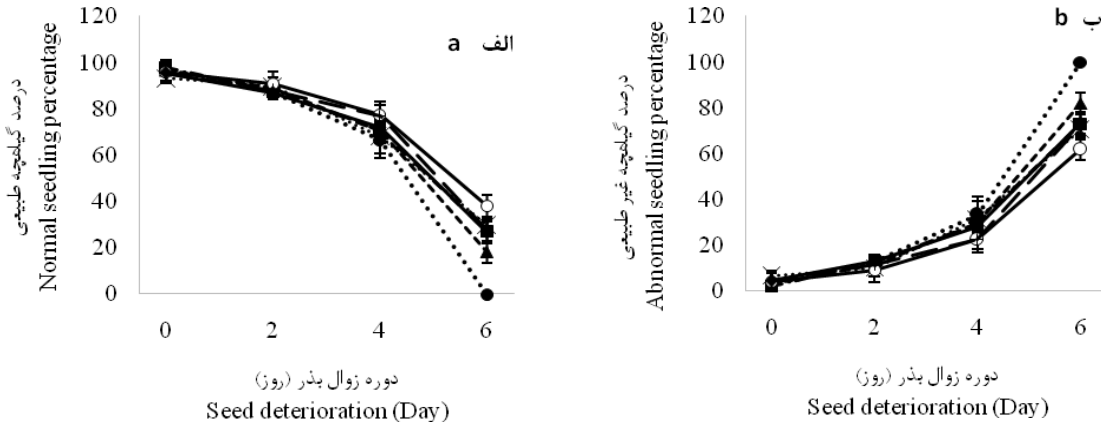
روند تغییرات مربوط به درصد گیاهچه طبیعی و غیر طبیعی گلرنگ نشان داد که با افزایش در زوال بذر درصد گیاهچه طبیعی به‌طور معنی‌داری کاهش و درصد گیاهچه غیر طبیعی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت به‌طوری که کمترین درصد گیاهچه طبیعی و بیشترین درصد گیاهچه غیر طبیعی مربوط به ۶ روز زوال بود و استفاده از تیمار پرایمینگ سبب افزایش در درصد گیاهچه طبیعی و کاهش درصد گیاهچه غیر طبیعی شد (شکل ۳ الف و ب). بعد از ۶ روز زوال بذر درصد گیاهچه طبیعی از ۹۷ درصد در شرایط عدم زوال به صفر درصد در تیمار شاهد رسید که کاهش ۱۰۰ درصد را نشان داد ولی استفاده از تیمار بذر با استفاده از اسید سالیسیلیک با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و مدت زمان ۴۸ ساعت از ۹۶ به ۳۸ درصد رسید که کاهش ۶۰

درصد را نشان داد و بالاترین درصد گیاهچه طبیعی و کمترین گیاهچه غیر طبیعی بعد از ۶ روز زوال مربوط به این تیمار بذری بود (شکل ۳ الف و ب).



شکل ۲. اثر متقابل زوال بذر و تیمار پرایمینگ با اسید سالیسیلیک بر سرعت جوانه‌زنی گلرنگ. (میله خطا عبارتند از انحراف معیار خطا برای چهار تکرار)

Figure 2. The interaction effect of seed aging and priming on germination rate of *Carthamus tinctorius* (Error bars indicate SD)



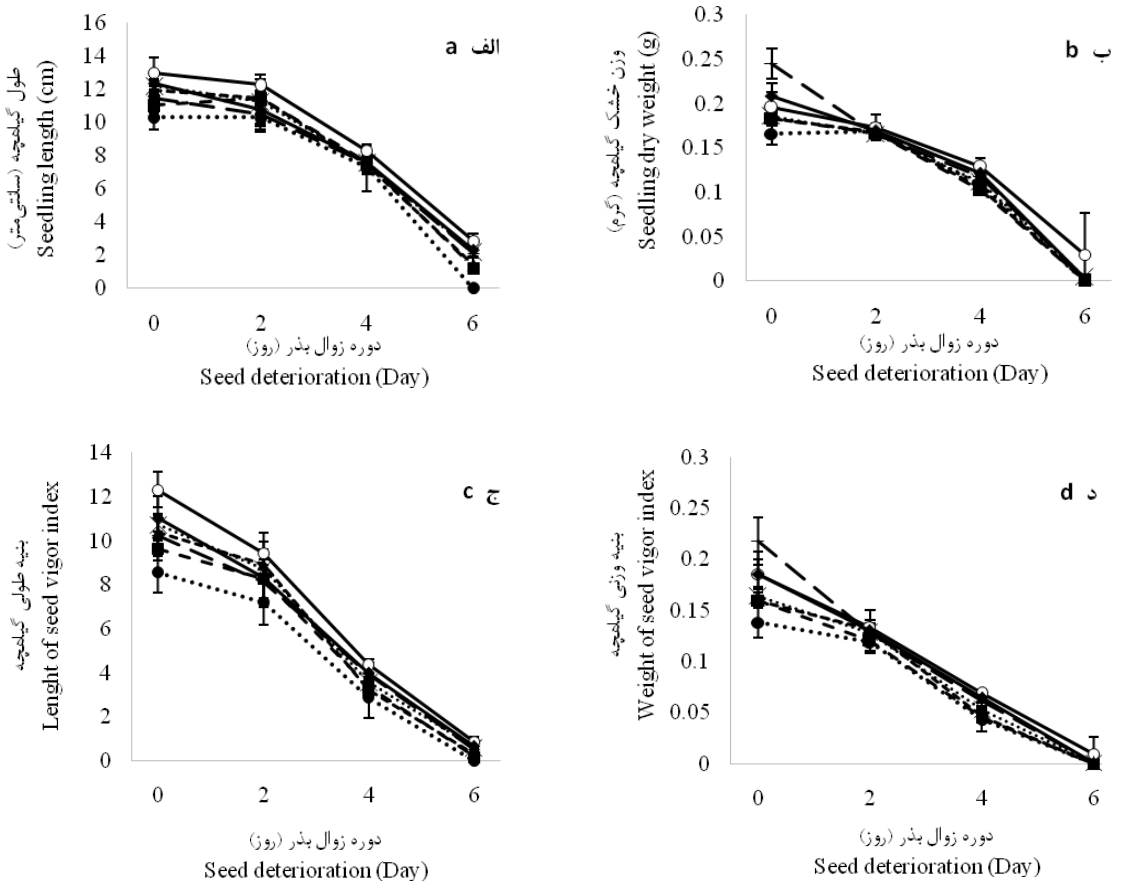
شکل ۳. اثر متقابل زوال بذر و تیمار پرایمینگ با اسید سالیسیلیک بر درصد گیاهچه طبیعی (الف) و غیر طبیعی (ب) گلرنگ. (•:شاهد (بدون پرایمینگ)، ■: پرایمینگ با آب مقطر به مدت زمان پرایمینگ ۲۴ ساعت، ▲: غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر مدت زمان پرایمینگ ۲۴ ساعت، ×: غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر مدت زمان پرایمینگ ۲۴ ساعت،○: پرایمینگ با آب مقطر به مدت زمان پرایمینگ ۴۸ ساعت، ♦: غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر مدت زمان پرایمینگ ۴۸ ساعت، +: غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر مدت زمان پرایمینگ ۴۸ ساعت. میله خطا عبارتند از انحراف معیار خطا برای چهار تکرار)

Figure 3. The interaction effect of aging and priming on normal (a) and abnormal (b) seedling percentage of *Carthamus tinctorius.* (•: Control, ■: hydro priming for 24 h, ▲: 50 ppm for 24, ×: 100 ppm for 24 h, ○: hydro priming for 48 h, ♦: 50 ppm for 48, +: 100 ppm for 48h) (Error bars indicate SD)

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل زوال بذر و تیمار پرایمینگ برای طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، بنیه طولی گیاهچه و بنیه بذری گیاهچه گلرنگ نشان داد که این صفات تحت تأثیر زوال بذر کاهش یافته و استفاده از

DOI: 10.22034/ijsst.2018.117053

تیمار پرایمینگ سبب افزایش در آنها شد. نتایج نشان داد که بیشترین طول گیاهچه (۱۲/۹۸ سانتی‌متر)، وزن خشک گیاهچه (۰/۲۵ گرم)، بنیه طولی (۱۲/۳۱) و بنیه وزنی (۰/۲۲) مربوط به تیمار پرایمینگ با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک و مدت زمان ۴۸ ساعت پرایم در شرایط بدون زوال بود، همچنین در کلیه دوره‌های زوال بذر بیشترین شاخص‌های ذکر شده مربوط به این تیمار پرایمینگ بود (شکل ۴ الف، ب، ج و د).



شکل ۴. اثر متقابل زوال بذر و تیمار پرایمینگ با اسید سالیسیلیک بر طول گیاهچه(الف)، وزن خشک گیاهچه (ب)، بنیه طولی گیاهچه (ج) و بنیه وزنی گیاهچه (د) گلرنگ. (•:شاهد (بدون پرایمینگ)، ■: پرایمینگ با آب مقطر به مدت زمان پرایمینگ ۲۴ ساعت، ▲: غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر مدت زمان پرایمینگ ۲۴ ساعت، ×: غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر مدت زمان پرایمینگ ۲۴ ساعت،○: پرایمینگ با آب مقطر به مدت زمان پرایمینگ ۴۸ ساعت، ♦: غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر مدت زمان پرایمینگ ۴۸ ساعت، +: غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر مدت زمان پرایمینگ ۴۸ ساعت).
(میله خطا عبارتند از انحراف معیار خطا برای چهار تکرار)

Figure 4. The interaction effect of aging and priming on seedling length (a), seedling dry weight (b), length of seed vigor index of (c) and weight of seed vigor index (d) of *Carthamus tinctorius.*
(•: Control, ■: hydro priming for 24 h, ▲: 50 ppm for 24, ×: 100 ppm for 24 h, ○: hydro priming for 48 h, ♦: 50 ppm for 48, +: 100 ppm for 48 h)(Error bars indicate SD).

ورما و همکاران (Verma *et al*., 2003) در مطالعه‌ای بر بذرهای زوال یافته در کلزا گزارش کردند که در اثر زوال بذر درصد جوانه‌زنی، طول گیاهچه، سرعت جوانه‌زنی، کارکرد بذر، بنیه بذر، میزان تنفس، محتوا و درصد پروتئین کل کاهش می یابد. بالباکی و همکاران (Baalbaki *et al*., 1999) گزارش کردند که پیش تیمار بذر با اسید سالیسیلیک در رفع آسیب‌های اکسیداتیو در هنگام جوانه‌زنی دخالت دارد و باعث افزایش فعالیت

آنزیم‌های آنتی اکسیدانتی در بذر می‌شود که این آنزیم‌ها فعالیت پراکسیداسیون لیپید را در مرحله جوانه‌زنی کاهش می‌دهند و در نتیجه سبب افزایش درصد و سرعت جوانه زنی می‌گردد. راجاسکاران و همکاران (Rajasekaran *et al*., 2002) گزارش کردند که کاربرد اسید سالیسیلیک باعث بهبود جوانه زنی از طریق خنثی کردن رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌گردد. به نظر می‌رسد پرایمینگ بذور زوال یافته با اسید سالیسیلیک منجر به کاهش و نیز ترمیم خسارت‌های اکسیداتیو ناشی از زوال در بذور و افزایش قدرت جوانه‌زنی و بنیه این بذور می‌شود، در نتیجه گیاهچه حاصل قویتر و مقاومترمی‌باشد و در نهایت سبب افزایش در خصوصیات گیاهچه‌ای نظیر طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه و بنیه طولی گیاهچه‌های حاصل نسبت به بذور شاهد می‌گردد. الطیب (EL-Tayeb, 2005) گزارش کرد که تیمار بذور با اسید سالیسیلیک رشد را در گیاه جو افزایش داد، که می‌تواند با افزایش در فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت که از گیاه در برابر خسارت‌های اکسیداتیو حفاظت می‌کند، مرتبط باشد.

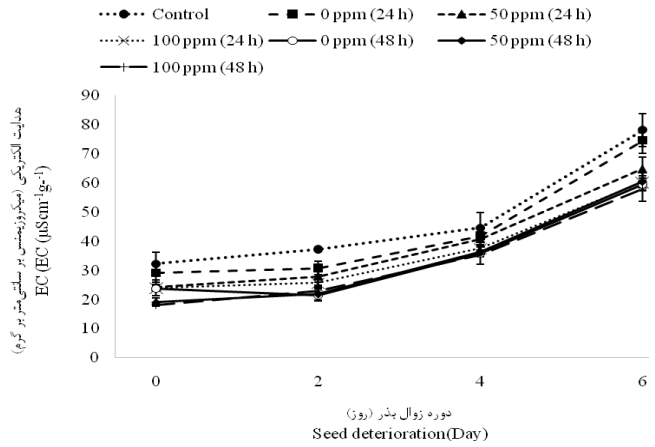
نتایج مربوط به هدایت الکتریکی بذر گلرنگ نشان داد که زوال بذر و اسید سالیسیلیک به‌طور معنی‌داری بر هدایت الکتریکی اثر گذار بود، به‌طوری که با افزایش در زوال بذر هدایت الکتریکی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و بیشترین هدایت الکتریکی مربوط به زوال ۶ روز بود، استفاده از اسید سالیسیلیک سبب کاهش در نشت الکترولیت‌ها و در نتیجه کاهش در هدایت الکتریکی شد (شکل ۵). در تیمار شاهد هدایت الکتریکی بذر ۳۲/۳۵ میکروزیمنس بر گرم در سانتی‌متر بود که بعد از ۶ روز زوال به ۷۸ میکروزیمنس بر گرم در سانتی‌متر رسید، استفاده از اسید سالیسیلیک سبب کاهش در نشت الکترولیت‌ها و در نتیجه کاهش در هدایت الکتریکی شد که بیشترین اثر را تیمار بذر با غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک برای مدت زمان ۴۸ ساعت داشت (شکل ۵).

بسیاری از محققین گزارش کردند که بذر تحت تأثیر زوال و زوال بذر بوده و در پی آن شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Basra *et al*., 2003; Kapoor *et al*., 2010; Rastegar *et al*., 2011; Ansari and Sharifzadeh, 2012). عالیوند و همکاران (Alivand *et al*., 2010) با بررسی تعدادی از گیاهان روغنی بیان نمودند که زوال بذر سبب کاهش در شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و افزایش در هدایت الکتریکی خواهد شد. همچنین بسیاری از محققین اثر مثبت پرایمینگ بر بذرهای زوال یافته را گزارش نموده‌اند، در این رابطه عالیوند و همکاران (Alivand *et al*., 2013) روی گیاه کلزا نشان دادند که استفاده از اسید سالیسیلیک سبب افزایش در شاخص‌های جوانه‌زنی بذرهای زوال یافته کلزا شد.

صیدمحمدی و همکاران (Seid Mohammadi *et al*., 2012) بیان داشتند که استفاده از تیمارهای پرایمینگ سبب افزایش در درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه بذرهای زوال یافته کلزا شد. اسدی آقبلاغی و همکاران (Asadi Aghbolaghi *et al*., 2014) گزارش کردند پرایمینگ درصد جوانه‌زنی بذر زوال یافته در آفتابگردان را افزایش داد. پاول و ماتو (Powell and Mathew, 1977) دلیل افزایش در جوانه‌زنی بذرهای زوال یافته با استفاده از تیمار پرایمینگ را افزایش پروتئین بتا تبولین در سلول‌های مریستم ریشه‌چه اظهار داشتند. محمدی و همکاران (Mohammadi *et al*., 2011) بیان داشتند که کاهش در شاخص‌های جوانه‌زنی بذرهای زوال یافته می‌تواند به دلیل کاهش در روند مصرف مواد ذخیره‌ای بذر و در نتیجه کاهش انتقال مواد ذخیره‌ای به جنین و کاهش رشد جنین باشد. کاهش در سرعت جوانه‌زنی احتمالاً به دلیل وقفه‌ای است که در شروع فرآیند جوانه‌زنی در بذرهای پیر شده ایجاد می‌شود. علت وقفه ایجاد شده احتمالاً این است که بذرها برای ترمیم خسارت‌های وارد شده به غشاء و دیگر بخش‌های سلول و همچنین آغاز مجدد فعالیت سیستم آنتی‌اکسیدانی و جلوگیری از بروز تنش اکسداتیو نیاز به زمان دارند و ترمیم این خسارت‌ها ممکن است پس از جذب آب توسط بذر امکان‌پذیر شود. بنابراین مدت زمان

DOI: 10.22034/ijsst.2018.117053

لازم برای تکمیل فرآیند جوانه‌زنی در بذرهای پیر شده در مقایسه با بذرهای پیر نشده افزایش می‌یابد که نتیجه آن کاهش شاخص جوانه‌زنی است (Bailly *et al*., 2000). به‌طور کلی کاهش شاخص بنیه گیاهچه ناشی از کاهش اجزاء آن، یعنی درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه است که هر دو در شرایط زوال بذر کاهش می‌یابند (Ansari and Sharifzadeh, 2012; Sung and Jeng, 1994). نتایج نشان داد که در بذرهای زوال یافته سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت که کاهش در سرعت جوانه‌زنی می‌تواند به دلیل وقفه‌در شروع جوانه‌زنی باشد. علت وقفه ایجاد شده احتمالاً این است که غشاء بذر آسیب دیده و ترمیم غشاء و فعالیت آنزیم‌های دخیل در جوانه‌زنی به کندی صورت خواهد در نتیجه شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Bailly *et al*., 2000).



شکل ۵. اثر متقابل زوال بذر و تیمار پرایمینگ با اسید سالیسیلیک بر هدایت الکتریکی گلرنگ. (میله خطا عبارتند از انحراف معیار خطا برای چهار تکرار)

Figure 5. The interaction effect of aging and priming on EC of *Carthamus tinctorius.* (Error bars indicate SD)

با افزایش در زوال بذر یکپارچگی دیواره سلولی بهم خورده و نشت الکترولیت‌ها زیاد شده و در نتیجه هدایت الکتریکی افزایش می‌یابد (Mohammadi *et al*., 2011; Alivand *et al*., 2010; Seid Mohammadi *et al*., 2012). بیان شده است که توده‌های بذری با نشت الکترولیت زیاد و هدایت الکتریکی بالا دارای قدرت پائین و توده‌های بذری با نشت الکترولیت کم و هدایت الکتریکی پایین دارای قدرت بالایی هستند(Viera *et al*., 2004; Ghasemi-Golazani *et al*., 2009). صیدمحمدی و همکاران (Seid Mohammadi *et al*., 2012) و عالیوند و همکاران (Alivand *et al*., 2010) بیان داشتند که استفاده از پرایمینگ سبب کاهش در نشت الکترولیت‌ها و در نتیجه کاهش در هدایت الکتریکی خواهد شد و دلیل این موضوع را ترمیم غشاهای بذرهای زوال یافته در اثر تیمار پرایمینگ بیان داشتند. به نظر می‌رسد پیش تیمار بذور با اسید سالیسیلیک، موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز می‌گردد که افزایش آنها با کاهش مقدار پراکسیداسیون لیپید، H_2O_2 و در نتیجه نشت الکترولیت همراه است (Pasandi Pour *et al*., 2013).

بررسی تغییرات بیوشیمیایی

نتایج مقایسه میانگین اثر تیمار پرایمینگ برای میزان پروتئین بذر گلرنگ نشان داد که بیشترین میزان پروتئین با میانگین ۰/۲۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر مربوط به تیمار پرایمینگ بود (جدول ۱). اثر زوال بر روی میزان پروتئین نشان داد که بیشترین میزان پروتئین با میانگین ۰/۳۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر مربوط به شرایط بدون زوال و ۲ روز زوال بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر زوال بذر بر روی تغییرات جذب کاتالاز در بذر نشان داد که بالاترین

جذب مربوط به شرایط عدم زوال بود و با افزایش زوال بذر به ۶ روز، جذب کاتالاز ۶۰ درصد کاهش یافت (جدول ۱). اثر تیمار پرایمینگ بر تغییرات جذب آسکوربات پراکسیداز بذر نشان داد که بالاترین جذب آسکوربات پراکسیداز در بذر با میانگین ۰/۰۳۲ تغییرات جذب در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین بذر مربوط به تیمار پرایمینگ با اسید اسید سالیسیلیک ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و مدت زمان پرایم ۴۸ ساعت بود که نسبت به شرایط بدون پرایم ۲۹ درصد افزایش نشان داد (جدول ۱).

جدول ۱. مقایسه میانگین اثر تیمار پرایمینگ و زوال بذر بر تغییرات بیوشیمیایی بذر گلرنگ.

Table 1. The effect of priming and aging on biochemical changes of *Carthamus tinctorius*.

تیمار Treatment	پروتئین Protein (mg/gr)	کاتالاز پرواکسیداز (تغییرات جذب در دقیقه برمیلی گرم پروتئین) Catalase (changes in min/mg pro)	آسکوربات پرواکسیداز (تغییرات جذب در دقیقه برمیلی گرم پروتئین) Ascorbate peroxidase (changes in min/mg pro)
شاهد (Control)	0.22[b]	0.44[a]	0.023[b]
پرایم (Prime)	0.29[a]	0.46[a]	0.032[a]
صفر روز زوال (0 day of aging)	0.32[a]	0.64[a]	0.036[a]
۲ روز زوال (2 days of aging)	0.32[a]	0.52[b]	0.029[bc]
۴ روز زوال (4 days of aging)	0.24[b]	0.38[c]	0.026[c]
۶ روز زوال (6 days of aging)	0.15[c]	0.25[d]	0.018[d]

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون در سطح احتمال ۵ درصد از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

Columns with the same letters indicate no significant difference based on LSD test at α=0.05

نتایج تعدادی از تحقیقات نشان داد که با افزایش در زوال بذر پروتئین کل، کاتالاز و آسکوربات پرواکسیداز کاهش می‌یابد که با نتایج به‌دست آمده همخوانی دارد (Ansari and Sharifzadeh, 2013, 2013; DemirKaya *et al*., 2010; Asadi Aghbolaghi *et al*., 2014; Seid Mohammadi *et al*., 2012). به‌طور کلی سنتز پروتئین‌ها در فرآیند جوانه‌زنی، رشد محور جنینی و تولید آنزیم‌های هیدرولیز کننده و سایر سیستم‌های سلولی انتقال دهنده مواد اندوخته‌ای بذر نقش مهمی را ایفا می‌نمایند و زوال بذر سبب کاهش در سنتز پروتئین و در نتیجه با ایجاد اختلال در سازوکارهای مربوط به جوانه‌زنی باعث کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی می‌شود (Bailly, 2004). یافته‌های سیادت و همکاران (Seiadat *et al*., 2012) در گیاه ذرت و همچنین انصاری و شریف زاده (Ansari and Sharifzadeh, 2013) در چاودار کوهی نشان دادند که فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت در تیمار زوال تسریع شده کاهش یافته و استفاده از تیمارهای مختلف پرایمینگ سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی و در نتیجه افزایش در شاخص‌های جوانه‌زنی شد. دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی تحت شرایط تنش در اثر پرایمینگ، می‌تواند در اثر ساخت DNA در جنین در مدت پرایمینگ و در غیاب سلول‌های تقسیم شونده و به دنبال آن افزایش سرعت سنتز DNA در بافت جنین باشد (Brey *et al*., 1997).

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج مربوط به اثر زوال و تعیین بهترین تیمار پرایمینگ بر روی شاخص‌های جوانه‌زنی بذر گلرنگ نشان داد که با افزایش زوال شاخص‌های جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و استفاده از تیمار پرایمینگ سبب بهبود در شاخص‌های جوانه‌زنی شد در بین تیمارهای مختلف پرایمینگ با استفاده از اسید سالیسیلیک بهترین تیمار پرایمینگ استفاده از پرایمینگ بذر با استفاده از اسید

سالیسیلیک با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و مدت زمان ۴۸ ساعت بود. نتایج مربوط به تغییرات بیوشیمیایی نشان داد که زوال بذر سبب کاهش در میزان پروتئین، کاهش در تغییرات جذب کاتالاز و آسکوربات پرواکسیداز شد. استفاده از تیمار پرایمینگ سبب افزایش در پروتئین، کاتالاز و آسکوربات پرواکسیداز شد. استفاده از تیمار پرایمینگ ممکن است سبب ترمیم پروتئین‌های ضروری دخیل در جوانه‌زنی شده و با کمک افزایش در فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانتی و جلوگیری از تخریب سلول‌ها توسط رادیکال‌های آزاد اکسیژن سبب بهبود در شاخص‌های جوانه‌زنی خواهد شد. زوال بذر با تخریب غشاهای لیپیدی سبب افزایش در هدایت الکتریکی خواهد شد، ولی استفاده از تیمار پرایمینگ ممکن از طریق ترمیم دیواره سلولی سبب کاهش نشت مواد از دیواره سلولی بذر و در نتیجه کاهش هدایت الکتریکی شود.

منابع

Reference

Afzal, I., S. Basra., M. Farooq and A. Nawaz. 2006. Alleviation of salinity stress in spring wheat byhormonal priming with ABA, salicylic acid and ascorbic acid. Agric. Biol.1: 23-37.

Alivand, R., R. Tavakkol Afshari and F. Sharifzadeh. 2013. Effects of gibberellin, salicylic acid, and ascorbic acid on improvement of germination characteristics of deteriorated seeds of *brassica napus*. Iranian J. Agri. Sci. 43(4): 561-571. (In Persian)

Alivand, R., Tavakkol Afshari, R and F. Sharif-zadeh, 2010. The study of deterioration in oil seed crops under different storage conditions. M.Sc. Thesis. University of Tehran, Iran. (In Persian)

Ansari, O., and F. Sharifzadeh. 2012. Slow Moisture Content Reduction (SMCR) can improve some seed germination indexes in primed seeds of Mountain Rye (*Secale montanum*) under accelerated aging conditions. J. Seed Sci. Technol. 2(2): 68-76. (In Persian).

Ansari, O., and F. Sharifzadeh. 2013. Enzyme activity and germination characteristics improved with treatments that extend vigor of primed mountain rye seeds under ageing. Theo. Exper Plant. Physio.25(3): 1-6.

Ansari, O., H. R. Chogazardi., F. Sharifzadeh and H. Nazarli. 2012. Seed reserve utilization and seedling growth of treated seeds of mountain rye (*Seecale montanum*) as affected by drought stress. Cres. Aro. Moldo. 150(2): 43-48.

Asadi Aghbolaghi, M., O. Ansari and M. Sedghi. 2014. The effect of salicylic acid and gibberellic acid on germination characteristics and changes of antioxidant enzymes under accelerated aging in sunflower (*Helianthus annuus*). Iranian J. Seed Sic. Thechnol. 3(1): 31-40.

Baalbaki, R.Z., R.A. Zurayk, R.A. Blelk, and S.N. Tahouk, 1999. Germination and seedling development of drought tolerant and susceptible wheat under moisture stress. Seed Sci. and Technol. 27:291-302.

Bailly, C. 2004. Active oxygen species and antioxidants in seed biology. Seed Sic. Res. 14:93-107.

Bailly, C., A. Benamar., F. Corbineau and D. Come. 2000. Antioxidant systems in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds as affected by priming. Seed Sci. Res. 10: 35–42.

Basra, S. M. A., N. Ahmad., M. M. Khan., N. Iqbal and M.A. Cheema. 2003. Assessment of cotton seed deterioration during accelerate. Seed Sci .Technol. 31: 531-540.

Bradford, M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Annu. Rev. Biochem. 72: 248-254.

Brey, E. A. 1997. Plant response to water deficit. Trend in Plant Sci. 2:48-54.

Ellis, R. H., and E. H. Roberts. 1981. The quantification of aging and survival in orthodox seeds. Seed Sic. Technol. 9: 373-409.

El-Tayeb, M. A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regul. 45: 215-225.

Ghasemi-Golazani, K., and A. Hossinzadeh – Mahootchy. 2009. Changes in seed vigor of faba bean (*Vicia faba* L.) cultivars during development and maturity. Seed Sci. Technol. 37:713-720.

Hampton, J. G., and D. M. TecKrony. 1995. Handbook of vigor test methods. The International Seed Testing Association, Zurich. pp:117.

Hayat, S., Q. Fariduddin., B. Ali and A. Ahmed. 2005. Effect of salicylic acid on growth and enzyme activities of wheatseedlings. Acta Agron Hung. 53: 433-437.

Hayat, S., S. A. Hasan and Ahmad A. 2011. Growth, nitrate reductase activity and antioxidant system in cadmium stressed tomato (*Lycopersicon esculentumMill*) cultivars. Biotech. Agron. Soc. Environ. 15:401–414.

International Seed Testing Association.2010. International Rules,for Seed Testing.Seed Sci. Tech.13:299-513.

Janda, T., G. Szalai., I. Tari and E. Paldi. 1999. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*Zea mays* L.) plants. Planta. 208: 175-180.

Johnson, L.B., and B.A. Cunningham. 1972. Peroxidase activity in healthy and leaf-rustinfected wheat leaves. Phytochemistry, 11: 547–551.

Kapoor, N., A. Arya., M. A. Siddiqui., A. Amir and H. Kumar. 2010. Seed deterioration in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under accelerated aging. Asian. J. Plant. Sci. 9:158-162.

Mazaheri tirani, M., and Kh. Manouchehri Kalantari. 2007. Effects of the role of salicylic acid, drought stress, ethylene and interaction of three factors on seed germination of *Brassica napus*. Iranian J. Biol. 19(4): 408-418. (In Persian)

McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. Seed Sci. Technol. 27:177-237.

Mohammadi, H., A. Soltani., H. R. Sadeghipour and H. Zeinali. 2011. Effects of seed aging on subsequent seed reserve utilization and seedling growth in soybean. Int. J Plant. Prod. 5(1): 65-70.

Moradi, A., and O. Younesi. 2009. Effects of Osmo- and Hydro-priming on Seed Parameters of Grain Sorghum (*Sorghum bicolor* L.). Aus. J Basic. Apply Sci. 3: 1696-1700.

Pasandi Pour, A., H. Farahbakhsh, M. Saffari, and B. Karamat. 2013. The effect of salicylic acid on some physiological reactions of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) under salinity stress. J. Crop Ecophysiol. 7(2):215-228. (In Persian)

Powell, A. A., and S. Mathew. 1977. Deteriorative changes in pea seed stored in humid or dry conditions. J. Exper. Botany. 28: 225-234.

Rajasekaran, L.R., A. Stiles, M.A. Surette, A.V Sturz, T.J. Blake, C. Caldwell, and J. Nowak, 2002. Stand establishment technologies for processing carrots: effects of various temperature regimes on germination and role of salicylates in promoting germination at low temperatures. Can. J. Plant Sci. 82: 443-450.

Rastegar, Z., M. Sedghi and S. Khomari. 2011. Effects of accelerated aging on soybean seed germination indices at laboratory conditions. Not. Sci. Biol. 3:126-129.

Seiadat, S.A., A. Moosavi and M. Sharafizadeh. 2012. Effect of seed priming on antioxidant activity and germination characteristics of maize seeds under different aging treatments. Res. J. Seed. Sci. 5: 51-62. (In Persian)

Seid Mohammadi, M. R. Tavakkola Afshari and M. Mirab zadeh. 2012. The effect of salicylic acid on temperature-moisture responses in aged seed of *Brassica Napus*. Msc. Thesis. University of Tehran, Iran. (In Persian)

Sung, J. M., and T. L. Jeng. 1994. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes associated with accelerated aging of peanut seed. Physio. Plant. 91: 51-55.

Tasgin, E., O. Atic and B. Nalbantoglu. 2003. Effect of salicylic acid on freezing tolerance in winter wheat leaves. Plant Growth Regul. 41: 231-236.

Verma, S.S., V. Verma and R.P.S. Tomer. 2003. Studies on seed quality parameters in deterioration seeds in Brassica. Seed Sci.Technol. 31: 389-396.

Viera, R. D., S.A. Neto, S.R. Mudrovitsch de Bittencourt and M. Panobianco. 2004. Electrical conductivity of the seed soaking solution and soybean seedling emergence. Scintia Agricola. 61: 164- 168.