Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 51, No 2, Summer 2020 (121-131)
DOI: 10.22059/10.22059/ijfcs.2019.247709.654419

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۱، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۹ (ص۱۳۱-۱۲۱)

کاربرد جیبرلین و اسید آسکوربیک به منظور کاهش خسارت زوال بذر آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) تحت دو شرایط قبل و بعد از زوال

آمنه اکبرزاده شرفی[۱]، حمیدرضا عیسوند*[۲]، ناصر اکبری[۳]، داریوش گودرزی[٤]
۱و۲و۳و٤- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار، استادیار و مربی، گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه لرستان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹٦/۹/۲۲ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۲/۱٤)

چکیده

بذر آفتابگردان به لحاظ داشتن مقادیر بالای اسیدهای چرب، مستعد زوال است و خسارت های ناشی از زوال، سبب کاهش کیفیت بذر و گیاهچه تولیدی خواهد شد. به‌منظور مقایسه نقش کاربرد پرایمینگ بذر با جیبرلین و اسید آسکوربیک تحت دو شرایط قبل و بعد از زوال بذر آفتابگردان رقم برزگر، آزمایشی در سال ۱۳۹۵ به صورت گلدانی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان انجام شد. مدل آماری آزمایش، فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار بود. فاکتور اول، زمان کاربرد پرایمینگ در دو سطح (پرایمینگ قبل از زوال و پرایمینگ بعد از زوال بذر) و فاکتور دوم، تیمارهای پرایمینگ در شش سطح (هیدروپرایمینگ، جیبرلین ppm ۵۰ و ppm ۷۵، آسکوربیک اسید ppm ۱۰۰ و ppm ۱۵۰، جیبرلین ppm۵۰ + اسیدآسکوربیک ppm ۱۰۰و شاهد پرایم نشده) بود. برای اعمال زوال بذر، از روش پیری زودرس (۷۲ ساعت در دمای ٤۳ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد) استفاده شد. نتایج نشان داد که به‌طورکلی پرایمینگ بعد از زوال بذر در مقایسه با پرایمینگ قبل از زوال آن، برای بهبود صفاتی نظیر سرعت ظهور گیاهچه، سرعت رشد گیاهچه و وزن خشک گیاهچه بهتر بود ($p<0.05$)؛ هرچند برای صفات دیگری نظیر درصد ظهور و طول ریشه گیاهچه، بین زمان پرایمینگ و تیمار پرایمینگ اثر متقابل وجود داشت و برای این صفات نیز به‌طورکلی پرایمینگ بعد از زوال بذر، موثرتر بود($p<0.05$). هیدروپرایمینگ بعد از زوال بذر توانست درصد و سرعت ظهور گیاهچه را افزایش دهد و تیمار جیبرلین ppm ۷۵ نیز توانست سرعت رشد گیاهچه و تجمع ماده خشک آن را به‌طور معنی‌داری بهبود بخشد. بنابراین، هیدرو پرایمینگ و جیبرلین در غلظت ppm ۷۵، به عنوان تیمار برتر برای بهبود کیفیت بذرهای زوال یافته آفتابگردان قابل توصیه هستند.

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ، درصد ظهور گیاهچه، زوال بذر، کلروفیل.

Gibberellin and ascorbic acid applications to mitigate seed deterioration damage in sunflower (*Helianthus annuus* L.) before and after seed aging conditions

Ameneh Akbarzadeh Sharafi[1], Hamid Reza Eisvand*[1], Naser Akbari[1], Dariush Goodarzi[1]
1. Department of Agronomy and Plant Breeding, Lorestan University, Iran.
(Received:December 13, 2017 - Accepted: May 4, 2019)

ABSTRACT

Because of high levels of fatty acids, sunflower seed is susceptible to deterioration and damages caused by deterioration will reduce the quality of seed and seedling. To compare the effect of sunflower seed (cv. Barzegar) priming with gibberellin and ascorbic acid under two conditions, i.e. before and after the seed deterioration, an experiment was conducted in 2016 in the greenhouse of the Faculty of Agriculture, Lorestan University. The factorial pot experiment was performed based on a randomized complete block design with three replications. The first factor was the application time of priming in two levels (priming before and after seed deterioration) and the second factor was priming treatments in six levels (hydropriming, 50 and 75 ppm of gibberellin, 100 and 150 ppm of ascorbic acid, gibberellin 50 ppm + ascorbic acid 100 ppm and none primed control). Accelerated aging (72 h at 43 °C and 100% RH) was used to deteriorate the seed. The results showed that priming after seed deterioration in comparison with priming before deterioration was more efficient to improve traits such as seedling emergence and growth rate and seedling dry weight ($p<0.05$). However, for other traits such as emergence and seedling root length, there was an interaction between priming time and treatments; for these traits, priming after seed deterioration was generally more effective than priming before deterioration ($p<0.05$). Hydropriming after seed deterioration significantly improved percentage and rate of seedling emergence; and 75 ppm of gibberellin could improve seedling growth rate and dry matter accumulation. Therefore, 75 ppm of gibberellin and hydropriming are suggested for improving the quality of sunflower deteriorated seeds.

Keywords: Chlorophyll, priming, seed deterioration, seedling emergence percentage.

* Corresponding author E-mail: eisvand.hr@lu.ac.ir

مقدمه

آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان دانه روغنی در جهان است (FAO, 2015). این گیاه روغنی، نقش بسزایی در تأمین نیاز به روغن‌های گیاهی خوراکی ایفا می‌کند (Rassam *et al.*, 2015). زوال بذر، از دست دادن کیفیت فیزیولوژیکی بذر و مرگ آن در اثر عوامل محیطی نامطلوب است (Kapoor *et al.*, 2010). البته این فرآیند حتی در صورت نگه‌داری بذر در ایده‌ال ترین شرایط نیز غیر قابل اجتناب است (Copland & McDonald, 1985; Eisvand & Alizadeh, 2003).

در سطح سلولی، زوال بذر باعث تغییرات مختلف از جمله اختلال در یکپارچگی غشای سلول، نشت مواد از سلول، کاهش انرژی سوخت و ساز، اختلال در ساخت RNA و پروتئین و همچنین تخریب DNA می‌شود که اثرات مخربی روی بذر دارد (Jyoti & Malik, 2013). زوال بذرها عموماً با افزایش آسیب پذیری گیاه نسبت به تنش‌ها و کاهش تحمل بذر برای انبارداری تحت شرایط بد همراه است (Mousavi-Nik *et al.*, 2011). گیاهچه‌های ضعیف که رشد کمتری نسبت به گیاهچه‌های معمول دارند، از امکانات محیطی مثل نور، رطوبت و مواد غذایی خاک، کمتر استفاده می‌کنند و همچنین به شرایط نامساعد محیطی، حساس‌تر هستند. این تفاوت در رشد اولیه گیاهان ممکن است تا زمان برداشت محصول ادامه یابد و روی عملکرد گیاهان نیز تاثیر داشته باشد. نتایج مطالعات نشان داد که درصد جوانه‌زنی بذرهای کلزا (Ghassemi-Golezani *et al.*, 2010) سویا (Saha & Sultana, 2008) و ذرت (Kapilan, 2015) با افزایش پیری کاهش یافت. Verma *et al.* (2003) در مطالعه بر روی بذرهای زوال یافته کلزا گزارش کردند که در اثر زوال بذر، درصد و سرعت جوانه زنی و بنیه بذرکاهش یافت.

برای بررسی مکانیزم پیری بذر در شرایط آزمایشگاهی، از آزمون پیری تسریع شده استفاده می‌شود (Khan, 2017) که از مهم‌ترین روش‌ها به شمار می‌رود. در طی این آزمون، بذرها را در شرایط دمایی ۳۵ تا ۴۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت کنترل شده قرار می‌دهند (Demir *et al.*, 2005). بذرهای روغنی حاوی مقادیر زیادی اسید چرب لینولئیک، بسیار مستعد زوال هستند (Goel & Sheoran, 2003). بذر آفتابگردان، حاوی اسیدهای چرب اولئیک و لینولئیک می‌باشد که در طول زمان، مستقل از شرایط ذخیره سازی، کاهش می‌یابند (Abreu *et al.*, 2013).

پرایمینگ بذر، یک تکنیک به خوبی شناخته شده برای بهبود عملکرد بذر با جوانه زدن سریع و هماهنگ در طیف وسیعی از شرایط محیطی است (Nawaz *et al.*, 2013; Singh *et al.*, 2015). پرایمینگ با تأثیر مثبتی که در تسریع سبز شدن گیاه، استقرار بهتر و سریع‌تر گیاهچه، پوشش سریع‌تر زمین، قدرت رقابت بهتر با علف‌های‌هرز، توسعه بهتر ریشه و در نتیجه جذب بیشتر آب و مواد غذایی و ... دارد، می‌تواند سبب بهبود عملکرد شود و در صورت نامساعد بودن شرایط محیطی، اثرات مفید آن بهتر نمایان می‌شود (Eisvand *et al.*, 2010). گزارش‌های متعددی، پرایمینگ بذر را عامل افزایش ساخت RNA ریبوزومی (Misra *et al.*, 1980) و تولید بیشتر DNA میتوکندریایی (Bradford, 1986) معرفی کرده اند.

پرایمینگ بذر آفتابگردان، اثرات مفیدی بر شاخص‌های جوانه‌زنی دارد (Kathiresan *et al.*,1984; Dharmalingam & Basu, 1990). یکی از روش‌های مناسب برای به حداقل رساندن پراکسیداسیون لیپیدها در بذرهای زوال یافته، هیدورپرایمینگ می‌باشد (McDonald, 1999). گزارش‌های متعددی مبنی بر تأثیر مثبت پرایمینگ بر جوانه‌زنی و سبز شدن در گیاهان مختلف وجود دارد (Murungu *et al.*, 2003; Demir Kaya *et al.*, 2006; Ashraf & Rauf, 2001).

هیدروپرایمینگ موجب بهبود درصد و سرعت جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه کلزا تحت تنش شوری شد (Mosavian *et al.*, 2016). پرایم کردن بذرها در غلظت مطلوب تنظیم کننده‌های رشد گیاهی (PGR_s) می‌تواند باعث افزایش جوانه‌زنی، استقرار و رشد و عملکرد اقتصادی گیاهان زراعی در هر دو شرایط طبیعی و تنش شود (Ghobadi *et al.*, 2012; Zaidi *et al.*, 2013).

جیبرلین‌ها به عنوان یکی از موثرترین هورمون‌های گیاهی در خصوص تحریک جوانه‌زنی بذور شناخته شده‌اند. فعالیت زیستی جیبرلین‌ها سبب تحریک تقسیم یا طویل شدن سلولی و یا هر دو می‌شود. البته در ارتباط با تحریک جوانه‌زنی، مهم‌ترین نقش آن‌ها، فعال سازی آنزیم آلفا آمیلاز و در نتیجه تجزیه بافت نشاسته و انتقال آن به محور جنینی در حال رشد می‌باشد (Taiz *et al.*, 2015). آسکوربات در دیواره سلول یافت می‌شود و اولین خط دفاعی سلول محسوب می‌شود. همچنین نشان داده شده است که آسکوربات دیواره سلولی و آسکوربات اکسیداز موجود در دیواره سلولی، در کنترل رشد نیز دخالت دارند و فعالیت بالای آسکوربات اکسیداز، با توسعه سریع سلول‌ها همراه است (Shalata & Neumann, 2001). آسکوربات، تقسیم سلولی را افزایش می‌دهد و سبب افزایش تعداد و وزن خشک و تر برگ در گیاه می‌شود (Miguel *et al.*, 2006). وظیفه اسید اسکوربیک، تنظیم پتانسیل اکسیداسیون احیاء در طول مدت جوانه زنی است (Copeland & Mcdonald, 1985). Ijaz *et al.* (2012) با بررسی گیاه ذرت بیان کردند که اسید آسکوربیک، باعث افزایش وزن خشک ریشه و ساقه‌چه، درصد و سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر و کاهش زمان جوانه زنی شد.

گزارش‌های مختلف حاکی از آن است که استفاده از پیش تیمارهای مختلف بذر، سبب افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی بذرهای زوال یافته آفتابگردان و کلزا (Alivand *et al.*, 2012) و چاودار کوهی (Ansari and Sharif zadeh, 2012) می‌شود. تحقیقات بر روی بذر آفتابگردان نشان داد که به احتمال زیاد پرایمینگ به ترمیم برخی از آسیب‌های غشا ناشی از زوال کمک می‌کند (Kausar *et al.*, 2009).

Bobak *et al.* (2015) اثر هورمون‌های اسید جیبرلیک و هیدروکسید پتاسیم را بر روی بذرهای زوال یافته ذرت مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که تیمار بذرهای زوال یافته با فیتوهورمون‌ها، سبب بهبود صفات جوانه‌زنی شد.افزایش پیری بذر گلرنگ، ویژگی‌های جوانه‌زنی (درصد و سرعت جوانه‌زنی) را کاهش داد و پس از پیر شدن، پرایمینگ با جیبرلین ۵۰ پی پی ام، ویژگی‌های جوانه‌زنی را افزایش داد (Khajeh *et al.*, 2015).

رقم برزگر که امروزه به همراه رقم آذرگل در مناطق مختلف تحت کشت آفتابگردان در ایران کشت می شود، در سال ۱۳۹۱ توسط موسسه اصلاح و تهیه بذر و نهال معرفی شد. این رقم، به دلیل داشتن ویژگی‌هایی نظیر عملکرد بیشتر نسبت به آذرگل، زودرسی نسبی، مقاومت به سفیدک کرکی و زنگ نژادهای ایرانی و درصد روغن بالا، یکی از هیبریدهای برتر به شمار می‌رود. بنا بر گزارش موسسه اصلاح و تهیه بذر و نهال، رقم برزگر در آزمایش های مقایسه‌ای در سطح زارعان پیشرو، نتایج مطلوبی داشته است. به دلیل سازگاری با مناطق مختلف کشت آفتابگردان در ایران و برخورداری از ویژگی مقاومت به بیمارهای محدود کننده سفیدک کرکی و زنگ، جایگزین خوبی برای هیبریدهای خارجی محسوب می شود (SPII, 2012). از آن‌جا که تا کنون تحقیقی درخصوص نقش پرایمینگ قبل و بعد از زوال بذر در این رقم انجام نشده است، بذر رقم مذکور برای این تحقیق انتخاب شد.

این تحقیق دو هدف عمده داشت؛ اول این‌که جهت تخفیف اثرات زوال بذر بر کیفیت بذر و گیاهچه، پرایمینگ قبل از زوال بذر موثرتر است یا بعد از آن؟ و دوم آن‌که از بین تیمارهای پرایمینگ استفاده شده در این تحقیق، کدام یک برای بهبود کیفیت بذر زوال یافته آفتابگردان موثرتر هستند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان، به صورت آزمایش گلدانی فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در این تحقیق، بذر آفتابگردان رقم برزگر از موسسه تحقیقاتی بذر و نهال کرج تهیه شد. بذرها به دو قسمت تقسیم شدند؛ یک قسمت ابتدا بر اساس روش Delouche and Baskin (1973)، تحت شرایط پیری زودرس، به مدت ۷۲ ساعت در ظرف دسیکاتور با مقدار مشخص آب (به منظور ایجاد رطوبت نسبی ۱۰۰٪)، درون آونی با دمای ۲±۴۱ درجه سانتی‌گراد (شرایط پیری زود رس) قرار داده شدند و ۱۸ ساعت بعد از آن

پرایم شدند و قسمت دیگر، ابتدا پرایم شدند و بعد از خشک شدن، در معرض تیمار پیری زودرس با روش گفته شده قرارداده شدند. پس از آن، بذرها در دمای اتاق (۲۵ °C) و به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند.

برای پرایمینگ، ابتدا سطح بذرها به مدت ۳۰ ثانیه با هیپوکلرید سدیم (یک درصد کلر فعال) ضد عفونی شدند و پس از آن با آب مقطر شستشو داده شدند و به مدت ۱۲ ساعت (دمای ۲۲ °C در ژرمیناتور)، در شش سطح تیمار پرایمینگ شامل غلظت صفر (هیدروپرایم)، جیبرلین (۵۰ و ۷۵ ppm)، اسید آسکوربیک (۱۰۰و ۱۵۰ ppm) و ترکیبی (جیبرلین ۵۰ ppm + آسکوربیک اسید ۱۰۰ppm)، قرار داده شدند. پس از خروج از محلول‌های پرایمینگ، بذرها توسط آب مقطر شسته شدند و در دمای اتاق (۲۵ °C) به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. همچنین بذر پرایم نشده نیز کشت شد.

خاک مورد استفاده در گلدان‌ها (به قطر ۲۰ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر) از نوع لومی رسی بود. پس از الک کردن خاک، با ماسه و کود دامی پوسیده به نسبت ۱:۱:۱ با هم ترکیب شد و برای یکنواخت شدن، خوب هم زده شدند. پس از پر کردن، گلدان‌ها (هر گلدان بعنوان یک تکرار آزمایشی) مطابق با نقشه طرح که قبلا تهیه شده بود، کنار هم در هر تکرار قرار داده شدند. تعداد ۱۰ بذر در عمق ۱/۵ تا دو سانتی‌متری از سطح خاک در هر گلدان کشت شدند و پس از کاشت، آبیاری انجام شد. مراحل داشت (وجین و آبیاری) طی ۲۱ روز انجام شد. هر روز تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده شمارش و ثبت شد و سپس گیاهچه‌ها برداشت شدند و صفات مورد نظر اندازه‌گیری شد.

درصد ظهور گیاهچه (SEP): معیار سبز شدن، خروج برگ‌های لپه‌ای از خاک در نظر گرفته شد و بر اساس فرمول زیر محاسبه شد (Nicols & Heydecker, 1986).

$$\text{Seedling emergence percentage} = \frac{n}{N} \times 100$$

که در آن n: تعداد گیاهچه ظاهر شده و N: تعداد بذرهای کشت شده است.

سرعت ظهور گیاهچه (SER): برای اندازه گیری این صفت، گلدان‌ها هر روز بازدید شدند و تعداد گیاهچه ظاهر شده در آن روز یاداشت‌برداری شد و طبق فرمول زیر، سرعت ظهور گیاهچه محاسبه شد.

$$\text{Seedling emergence rate (seedling/day)} = \sum_{1}^{j} \frac{n_i}{Di}$$

که در آن n_i: تعداد گیاهچه ظاهر شده در روز i ام و Di: تعداد روز پس از شروع آزمایش (Agrawal, 2004) است.

سرعت رشد گیاهچه (SGR): سرعت رشد گیاهچه از فرمول زیر محاسبه شد:

$$SGR\ (mg/seedling/day) = (W_2 - W_1)/(T_2 - T_1)$$

که آن، W_1: وزن خشک گیاهچه در نمونه‌برداری اول، W_2: وزن خشک گیاهچه در نمونه‌برداری دوم، T_1: زمان اولین نمونه‌برداری و T_2: زمان دومین نمونه‌برداری می‌باشد (Gardner *et al.*, 1985).

طول ریشه: ۲۱ روز پس از کاشت، پنج گیاهچه به صورت تصادفی از هر تیمار انتخاب شدند و به‌طور کامل و به‌گونه‌ای که آسیبی به ریشه وارد نشود، از خاک خارج شدند. طول ریشه به وسیله خط‌کش اندازه‌گیری شد.

وزن خشک گیاهچه: برای محاسبه این صفت، پنج گیاهچه درون پاکت‌های مخصوص گذاشته شدند و سپس در آون (دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت) خشک شدند و با ترازوی دیجیتالی به دقت (۰/۰۰۱ گرم)، وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد.

محتوای کلروفیل (میزان کلروفیلa، کلروفیلb و کاروتنوئید): ۲۱ روز پس از کاشت و از نمونه هایی که برای سایر اندازه گیری ها برداشت شده بودند ۰/۲ گرم برگ‌های تازه گیاه، در هاون چینی که حاوی ۱۵ میلی لیتر استون ۸۰ درصد بود، ساییده شد و پس از صاف کردن با کاغذ صافی، در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۷۴، ۴۷۰ نانومتر، با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر-UV 2100خوانده شد. محلول استون ۸۰ درصد، به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. غلظت رنگیزه‌ها با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد:

$$Chl\ a = 12.25\ A663 - 2.79\ A647$$
$$Chl\ b = 12.21\ A647 - 5.1\ A663$$
$$CX+C = (1000\ A470 - 1.82\ Chl\ a - 85.02\ Chl\ b)/198$$

در این فرمول‌ها، Chl a، Chl b، CX+C به ترتیب غلظت کلروفیلa، کلروفیلb و کاروتنوئیدها هستند.

غلظت‌های به‌دست آمده بر حسب میکروگرم در میلی لیتر عصاره بیان شد (Lichtenthaler, 1987).
پس از بررسی نرمال بودن و صحت سنجی به وسیله نرم افزار Minitab، تجزیه واریانس داده‌ها با نرم افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

درصد ظهور گیاهچه: اثر زمان و تیمار پرایمینگ بر درصد ظهور گیاهچه در سطح یک درصد و همچنین اثر متقابل زمان با تیمار پرایمینگ در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین مربعات جدول تجزیه واریانس اثر زمان اعمال و نوع تیمار پرایمینگ بر برخی صفات گیاهچه حاصل از بذر زوال یافته آفتابگردان

Table 1. ANOVA (Mean squares) of priming time and priming treatments effects on some seedling traits produced from deteriorated sunflower seeds.

(S.O.V)	Df	Seedling emergence percentage	Seedling emergence rate	Root length	Seedling growth rate	Seedling DW	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Carotenoids
Repeat	2	8.984 ^{ns}	671.4 ^{ns}	0.13 ^{ns}	60.7 ^{ns}	205.8 ^{ns}	0.59 ^{ns}	0.10 ^{ns}	0.008 ^{ns}
Priming time	1	2112.8**	7573.7**	9.33 ^{ns}	1749.6**	5173.0**	3.30 ^{ns}	0.43 ^{ns}	0.06 ^{ns}
Priming treatment	6	264.3**	3820.5**	3.03 ^{ns}	498.0**	1401.5**	17.3**	0.86**	0.07 ^{ns}
Priming time × Priming treatment	6	262.9**	459.4 ^{ns}	2.03 ^{ns}	140.3 ^{ns}	143.2 ^{ns}	17.2**	0.24 ^{ns}	0.18 ^{ns}
Error	26	44.8	630.2	2.76	117.5	179.7	2.9	0.20	0.09
CV (%)		11.6	38.9	20.4	15.0	3.7	11.6	15.0	33.5

**، *، ns به ترتیب نشانگر اثر معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و غیر معنی‌دار است.

**, * and ns indicate significant differences at 1%, 5% of probability levels and not significant, respectively

بیشترین درصد ظهور گیاهچه در شرایط پرایمینگ، بعد از زوال و از تیمار هیدروپرایمینگ بدست آمد (جدول ۲). در هر دو وضعیت پرایمینگ قبل و بعد از زوال، بیشترین درصد سبز شدن مربوط به تیمار هیدروپرایمینگ بود. سایر تیمارها از جمله تیمار ترکیبی جیبرلین و اسید اسکوربیک، با توجه به زمان اعمال پرایمینگ، اثر متفاوتی بر درصد ظهور گیاهچه داشتند (جدول ۲).

جدول ۲- اثر زمان و تیمار پرایمینگ بر برخی صفات بذر و گیاهچه آفتابگردان

Table 2. Effects of priming time and treatments on some traits of sunflower seeds and seedlings.

Priming time	Priming treatments	Seedling emergence percentage	Seedling emergence rate (seedling/day)	Chl. a (µg/ml)
After seed deterioration	Control	54.6^{cd}	1.12 ^{cde}	13.60^{de}
	Hydro-priming	85.4^{a}	1.63 ^{ab}	12.93 ^{de}
	GA50 ppm	52.8^{cd}	1.43 ^{bc}	12.19^{e}
	GA75 ppm	53.5^{cd}	1.90 ^{a}	20.38^{a}
	AsA100 ppm	75.0^{ab}	1.34^{bcd}	17.72^{ab}
	AsA150 ppm	57.1^{c}	0.90^{de}	12.00^{e}
	AsA100 + GA50 ppm	73.6^{b}	1.71 ^{ab}	13.11^{de}
Before seed deterioration	Control	50.8^{cd}	1.12 ^{cde}	13.94^{cde}
	Hydro-priming	51.4^{cd}	1.77 ^{ab}	15.61^{bcd}
	GA50 ppm	52.3^{cd}	0.75^{e}	14.22 ^{cde}
	GA75 ppm	49.4 ^{cd}	0.73 ^{e}	14.41^{cde}
	AsA100 ppm	53.3 ^{cd}	1.04^{cde}	15.22 ^{bcde}
	AsA150 ppm	45.5^{cd}	0.95^{de}	14.88 ^{bcde}
	AsA100 + GA50 ppm	48.83^{cd}	0.89 ^{de}	13.21^{de}
	LSD	11.2	0.40	2.88

GA, gibberellic acid; AsA, Ascorbic acid. GA: جیبرلین، AsA اسید آسکوربیک

کاهش درصد و سرعت جوانه زنی در اثر پیری در بذور آفتابگردان (Halder *et al.*, 1983; Hussein *et al.* 2011) و سویا (Mohammadi *et al.*, 2011) گزارش شده است. از عواقب مهم زوال بذر، تخریب غشای سلولی، مختل شدن متابولیسم سلولی و کاهش درصد جوانه‌زنی است (Peng *et al.*, 2011). طبق نتایج تحقیقات متعدد، در مقایسه با بذرهای شاهد، بذرهایی که با آب پرایمینگ می‌شوندبا سرعت بیش‌تری جوانه می‌زنند (Ashraf & Foolad, 2005; Abdolrahmani *et al.*, 2007). Demir *et al.*, (2006) گزارش کردند که پرایمینگ، باعث افزایش درصد جوانه‌زنی آفتابگردان در شرایط تنش خشکی شد. همچنین پرایمینگ موجب افزایش درصد جوانه‌زنی بذرهای فرسوده شده آفتابگردان شد (Bailly *et al.*, 1998, 2002; Kausar *et al*., 2009; Kibinza *et al.*, 2011). استفاده از پیش تیمارهای مختلف بذر، سبب افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی بذرهای زوال یافته آفتابگردان می‌شود (Alivand *et al.*, 2012). هیدروپرایمینگ موجب بهبود درصد جوانه زنی بذر کلزا تحت شرایط تنش شوری شد (Mosavian *et al*., 2016).

سرعت ظهور گیاهچه: اثر زمان و نیز نوع تیمار پرایمینگ بر سرعت ظهور گیاهچه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). سرعت ظهور گیاهچه در شرایطی که پرایمینگ بعد از زوال بذر انجام شد، به‌طور معنی‌داری بیشتر از زمانی بود که پرایمینگ قبل از زوال انجام شد. در میان تیمارهای پرایمینگ، بیشترین سرعت ظهور گیاهچه در تیمار هیدروپرایمینگ مشاهده شد (جدول ۳). گزارش شده است که هیدروپرایمینگ بذر آفتابگردان، سرعت جوانه‌زنی آن را تحت تنش شوری و خشکی افزایش می‌دهد (Kaya, 2006). Demir *et al.*(2006) گزارش کردند که پرایمینگ، باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی آفتابگردان در شرایط تنش خشکی شد. در مطالعه‌ای که Toselli and Casenave (2003) روی پنبه انجام دادند مشخص شد که پرایمینگ، باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی پنبه تحت تنش‌های شوری و دمایی شد اما تاثیر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی نداشت. هیدروپرایمینگ موجب بهبود سرعت‌جوانه زنی بذر کلزا تحت شرایط تنش شوری شد (Mosavian *et al.*, 2016).

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر تیمارهای پرایمینگ بر شاخص های ظهور و کیفیت گیاهچه حاصل از بذر زوال یافته آفتابگردان.

Table 3. Mean comparisons of the effects of priming treatments on emergence and quality of seedlings produced from deteriorated sunflower seeds.

Traits / Treatments	Seedling emergence percentage	Seedling emergence rate (seedling/day)	Root length (cm)	Seedling growth rate (mg/seedling/day)	Seedling DW (mg)	Chlorophyll a (µg/ml)	Chlorophyll b (µg/ml)	Carotenoids (µg/ml)
Priming before SD	50.5 b	1.0 b	6.7 a	65.6 b	769.1 b	14.4 a	3.1 a	0.9 a
Priming after SD	64.7 a	1.5 a	6.8 a	78.5 a	792.1 a	15.0 a	2.9 a	0.8 a
LSD	4.2	0.15	1.0	6.8	8.5	1.0	0.28	0.19
Control	53.6 bc	1.51 b	8.08 ab	61.8 b	770.5 cb	15.5 ab	3.25 a	0.80 a
Hydro-priming	69.8 a	1.83 a	8.16 ab	66.5 b	774.7 cb	14.26 ab	2.92 b	0.92 a
GA50 ppm	52.4 c	1.09 cd	8.50 ab	84.2 a	775.2 cb	13.20 c	3.52 a	0.99 a
GA75 ppm	51.4 c	1.18 cd	7.50 ab	84.7 a	804.3 a	17.39 a	2.77 b	1/05 a
AsA100 ppm	64.2 a	1.19 cd	7.16 b	72.6 ab	799.3 a	16.46 a	3.02 ab	0.78 a
AsA150 ppm	51.3 c	0.93 d	8.16 ab	70.1 b	780.4 b	13.43 c	2.70 b	0.90 a
AsA100 + GA50 ppm	60.4 ab	1.30 bc	9.38 a	64.8 b	762.6 c	13.15 c	2.57 b	0.76 a
LSD	7.9	0.28	1.97	12.8	15.9	2.0	0.53	0.35

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در ستون، بر اساس آزمون LSD از نظر آماری و در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند: (GA: جیبرلین، AsA: اسید آسکوربیک).

* Means with same letter had not significant differences, according to LSD, $p<0.05$. (GA, gibberellic acid; AsA, Ascorbic acid)

سرعت رشد گیاهچه: اثر زمان و تیمار پرایمینگ بر سرعت رشد گیاهچه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین سرعت رشد گیاهچه در تیمار GA75 ppm مشاهده شد؛ هرچند تفاوت معنی‌داری

بین این تیمار با تیمارهای GA50ppm وAsA100 ppm وجود نداشت (جدول ۳). Seyedi *et al.* (2013) با بررسی اثر پرایمینگ بذر بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گلرنگ تحت تنش خشکی نشان دادند که پرایمینگ با بهبود ویژگی‌های جوانه‌زنی گلرنگ، منجر به افزایش سرعت رشد گیاهچه در شرایط تنش خشکی شد. اثرات مفید پرایمینگ با جیبرلین ممکن است به واسطه نقش غلظت بهینه آن در تسریع و بهبود جوانه‌زنی از یک طرف و افزایش طویل شدن و تقسیم سلولی در گیاهچه تولیدی از طرف دیگر باشد (Arteca. 1995; Da Silva *et al.*, 2005).

وزن خشک گیاهچه: اثر زمان و تیمار پرایمینگ بر وزن خشک گیاهچه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). پرایمینگ بعد از زوال بذر نسبت به پرایمینگ قبل از زوال آن، تاثیر مثبت بیشتری بر وزن خشک گیاهچه داشت و بیشترین وزن خشک گیاهچه در تیمار GA75 ppm مشاهده شد (جدول ۳). Demir *et al.* (2006) گزارش کردند که پرایمینگ، باعث افزایش وزن خشک گیاهچه آفتابگردان در شرایط تنش خشکی شد. در تحقیق دیگری گزارش شده است که هیدروپرایمینگ بذر آفتابگردان، موجب افزایش وزن خشک گیاهچه‌های آن، تحت تنش شوری و خشکی می‌شود (Kaya. 2006).

طول ریشه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار پرایمینگ، زمان پرایمینگ و اثر متقابل آن‌ها بر طول ریشه معنی‌دار نبود (جدول ۱). بیشترین طول ریشه در تیمار AsA100 ppm + GA50 ppm مشاهده شد که تنها با تیمار اسیداسکوربیک AsA100ppm تفاوت معنی‌دار داشت (جدول ۳). البته به نظر می‌رسد که با توجه به گلدانی بودن آزمایش، محدودیت‌هایی برای رشد ریشه وجود داشته است و بنابراین اثرات تیمارها از یک مرحله‌ای از رشد ریشه به بعد، چندان ملموس و قابل محاسبه نباشد چراکه مناطق مریستمی جنین به خصوص ریشه‌چه، بیشتر تحت تاثیر زوال قرار می‌گیرد (McDonald, 1999). رابطه معکوسی میان طول ریشه‌چه با دوره فرسودگی بذر در آفتابگردان وجود دارد (Rassam *et al.*, 2015). جیبرلین، پیامدهای ناشی از پیری تسریع شده بر روی طول ریشه آفتابگردان را به شدت خنثی می‌کند (Lekić *et al.*, 2015). تنش پیری بذر باعث کاهش طول ریشه‌چه در گیاهانی نظیر کلزا (Balouchi *et al.*, 2013) و گلرنگ (Balouchi *et al.*, 2015) شد.

محتوای کلروفیل (میزان کلروفیلa و کاروتنوئیدها): تیمار پرایمینگ و همچنین اثر متقابل زمان پرایمینگ با تیمار پرایمینگ بر کلروفیل a در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱) و تیمار پرایمینگ بر کلروفیل b در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار پرایمینگ، زمان پرایمینگ و اثر متقابل آن‌ها بر کاروتنوئید معنی‌دار نبود. بیشترین میزان کلروفیل a و کاروتنوئیدها و بیشترین میزان کلروفیل b در تیمار GA50 ppm مشاهده شد (جدول ۳). میزان کلروفیل در اثر تنش اکسیداتیو ناشی از تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن در سلول که باعث پراکسیداسیون و تجزیه کلروفیل در سویا شدند، کاهش یافت (Wang *et al.*, 2001). ازجمله نقش‌های هورمون جیبرلین، ایجاد تاخیر در پیری برگ و ممانعت از تجزیه کلروفیل است (Jordi *et al.*, 1995). بنابراین امکان باقی ماندن بخشی از جیبرلین جذب شده در طی پرایمینگ تا زمان رشد اولیه گیاهچه و اثرات آن بر میزان کلروفیل غیر ممکن نیست. از طرفی جیبرلین به‌صورت غیرمستقیم با تسریع جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه نیز می‌تواند اثرات مثبتی بر نمود کلی گیاهچه داشته باشد و با استفاده بهتر از عناصر غذایی، آب و نور، سبب افزایش کلروفیل شده باشد.

درصورت بروز تنش اکسیداتیو (ناشی از زوال بذر)، کاروتنوئیدها نقش حفاظتی در مقابل تنش اکسیداتیو دارند و موجب سمیت‌زدایی از کلروفیل و باعث کاهش اثرات سمی رادیکال‌های آزاد می‌شوند. به نظر می‌رسد که پرایمینگ با افزایش رنگیزه‌هایی نظیر کاروتنوئیدها و مولکول‌های آب‌دوست و همچنین به کمک آنزیم‌های سرکوب کننده رادیکال‌های آزاد، مانع از خسارت به ساختار کلروفیل‌ها می‌شود و به این صورت، صدمات

ناشی از زوال را کاهش می‌دهد (Sanitata and Gabbriella, 1999).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که اعمال پرایمینگ قبل از زوال تسریع شده در بذر آفتابگردان، نمی‌تواند به‌طور معنی‌داری مانع خسارات اساسی ناشی از زوال شود و بنابراین بهبود چشمگیری در صفات مرتبط با جوانه‌زنی و به‌ویژه رشد گیاهچه در مقایسه با شرایط پرایمینگ بعد از زوال مشاهده نشد. در مقابل، پرایمینگ بعد از زوال بذر آفتابگردان، به‌طور معنی‌داری بسیاری از صفات کیفی بذر و گیاهچه را بهبود بخشید. با توجه به این‌که هیدروپرایمینگ بعد از زوال بذر توانست درصد و سرعت ظهور گیاهچه را افزایش دهد و تیمار جیبرلین ppm ۷۵ نیز توانست سرعت رشد گیاهچه و تجمع ماده خشک آن را به‌طور معنی داری بهبود بخشد، بنابراین هیدروپرایمینگ و جیبرلین در غلظت ppm ۷۵ به عنوان تیمار برتر و توصیه شده برای بهبود کیفیت بذرهای زوال یافته آفتابگردان در این تحقیق می‌باشند. نظر به این‌که بذر آفتابگردان به لحاظ محتوی روغن بالا مستعد زوال است، به‌نظر می‌رسد با توجه به ارزان بودن تیمار هیدروپرایمینگ، کشاورزان هم بتوانند از آن استفاده کنند. همچنین تیمار جیبرلین در غلظت ppm ۷۵ نیز با وجود هزینه بالا، در مواردی نظیر احیا و تکثیر بذرهای آفتابگردان موجود در بانک ژن که مقدار کمی بذر کشت می شود، کاربرد خواهد داشت. در تحقیقاتی که بر روی نقش پرایمینگ هورمونی در بهبود کیفیت بذرهای زوال یافته (قدیمی) نظیر علف‌پشمکی[1] (Eisvand *et al.*, 2010) و علف‌گندمی بلند[2] (Eisvand *et al.*, 2008) و بذر بابونه[3] متاثر از پیری زودرس (Eisvand *et al.*, 2014) انجام شد، هورمون‌ها بویژه جیبرلین توانستند در بهبود کیفیت آن‌ها موثر واقع شود. از میان صفات مورد اندازه گیری، درصد ظهور گیاهچه و درصورتی‌که درصد ظهور یکسان باشد، سرعت ظهور و سرعت رشد گیاهچه می توانند مهم‌ترین صفات برای انتخاب تیمار موثر در بهبود کیفیت باشند چراکه در گیاهان مختلف به این موضوع اشاره شده است و سرعت ظهور و رشد گیاهچه، همبستگی مثبت و معنی داری با موفقیت در استقرار گیاهچه و در نهایت عملکرد نهایی دارند.

REFERENCES

1. Abdolrahmani, B., Ghassemi-Golezani, K., Valizadeh, M. & Feizi Asl, V. (2007). Seed priming and seedling establishment of barley (*Hordium vulgare* L.). *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 5, 179-184.
2. Abreu, L. A. d. S., Carvalho, M. L. M., Pinto, C. A. G., Kataoka, V. Y. & Silva, T. T. D. A. (2013). Deterioration of sunflower seeds during storage. *Journal of Seed Science*, 35(2), 240-247.
3. Alivand, R., Tavakkol Afshari, R. & Sharif-zadeh, F. (2012). *The study of deterioration in oil seed crops under different storage conditions.* MSc. Thesis. *University of Tehran*, Iran. (In Persian).
4. Ansari, O., Chogazardi, H. R., Sharifzadeh F. & Nazarli, H. (2012). Seed reserve utilization and seedling growth of treated seeds of mountain rye (*Secale montanum*) as affected by drought stress. *Crecetari Agronomice in Moldova*, 2(150), 43-48.
5. Arteca, N. R. (1995). *Plant growth substances: principles and applications*. *Springer*, Pp. 352.
6. Ashraf M. & Foolad M. R. (2005). Pre-sowing seed treatment – A shotgun approach to improve germination, plant growth and crop yield under saline and non-saline conditions. *Advances in Agronomy*, 88, 223-271.

[1] - *Bromus inermis* L.
[2] - *Agropyron elongatum* L.
[3] - *Matricaria aurea* L.

7. Ashraf, M. & Rauf, H. (2001). Inducing salt tolerance in maize (*Zea mays* L.) through seed priming with chloride salts: growth and ion transport at early growth stages. *Acta Physiologiea Plantarum*, 23, 407-414.
8. Bailly, C., Benamar, A., Corbineau, F. & Côme, D. (1998). Free radical scavenging as affected by accelerated aging and subsequent priming in sunflower seeds. *Physiologia Plantarum*, 104, 646–652.
9. Bailly, C., Bogatek-Leszczynska, R., Côme, D. & Corbineau, F. (2002). Changes in activities of antioxidant enzymes and lipoxygenase during growth of sunflower seedlings from seeds of different vigor. *Seed Science Research*, 12, 47–55.
10. Balouchi H. R., Bagheri, F., Kayednezami, R., Movahedi Dehnavi, M. & Yadavi, A. R. (2013). Effect of seed aging on germination and seedling growth indices in three cultivars of *Brassica napus* L. *Journal of Plant Research* (*Iranian Journal of Biology*), 26(4), 397-411. (In Persian).
11. Balouchi, H. R., Kayednezami, R. & Bagheri, F. (2015). Effect of seed deterioration stress on germination and seedling growth indices in three cultivars of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of the Plant Production* (*Agronomy, Breeding and Horticulture)*, 38(1), 27-40. (In Persian).
12. Bobak, S. A., Parvis, N. K. & Ansari, W. M. (2015). An assessment of the effects of seed aging application of phytohormone and KNO3 on aged corn seeds. *African Journal of Agronomy*, 3, 235-243.
13. Bradford, K. J. (1986). Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *Horticultural Science*, 21, 1105-1111.
14. Copeland, L. O. & McDonald, M. B. 1985. *Principles of seed science and technology*. John Wiley and Sons, New York.
15. Da Silva, E. A. A., Toorop, P. E., Nijsse, J., Bewley, J. D. & Hilhorst. H. W. M. (2005). Exogenous gibberellins inhibit coffee (*Coffea arabica* cv Rubi) seed germination and cause cell death in the embryo. *Journal of Experimental Botany*, 56 (413), 1029 1038.
16. Deluche, J. C. & Baskin, C. C. (1973). Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science and Technology*, 1, 427-452.
17. Demir, I., Ermis, S., Okcu, G. & Matthews, S. (2005). Vigour testes for predicting the seedling emergence of aubergine (*Sesamum indicum* L.) seed lots. *Seed Science and Technology*, 33(2), 481-484.
18. Demir Kaya, M., GamzeOkc, U., Atak, M. & Yakup, C. (2006). Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal Agronomy*, 24, 291–295.
19. Dharmalingam, C. & Basu, R. N. (1990). Maintenance of viability and vigor in sunflower. *Seed Research*, 18, 15-24.
20. Eisvand, H., Alizadeh, M. & Fekri, A. (2010). How hormonal priming of aged and nonaged seeds of bromegrass affects seedling physiological characters. *Journal of New Seeds*, 11(1), 52-64.
21. Eisvand, H. R. & Tavakkol Afshari, R., Sharifzadeh, F., Maddah Arefi, H. & Hesamzadeh, M. (2008). Improvement of physiological quality of deteriorated tall wheat grass (*Agropyron elongatum* Host) seeds by hormonal priming for control and drought stress conditions. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 39 (1): 39-53.(In Persian)
22. Eisvand, H. R., Ganjbakhsh, A., Akbari, N. & Nazarian, F. (2014). Effects of gibberellin and its application methods on germination parameters and seedling growth of deteriorated chamomile (*Matricaria aurea* L.) seeds. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 3(1),1-14. (In Persian).
23. FAO. (2015). http://faostat.fao.org/
24. Ghassemi-Golezani, K., Khomari, S., Dalili, B., Hosseinzadeh-Mahootchy, B. & Chadordooz-Jedi, A. (2010). Effect of seed aging on field performance of winter oil seed rape. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 8(1), 175178.

25. Gardner, F. P., Pearce, R. B. & Mitchell, R. L. (1985). *Physiology of crop plants*. Ames, IA: Iowa State University Press.
26. Ghobadi, M., Abnavi, M. S., Honarmand, S. J., Ghobadi, M. E. & Mohammadi, G. R. (2012). Effect of hormonal priming (GA3) and osmopriming on the behavior of seed germination in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agricultural Science*, 4, 244-250.
27. Goel, A. & Sheoran, I. S. (2003). Lipid peroxidation and peroxide scavenging enzymes in cotton seeds under natural aging. *Biologia Plantarum*, 46(3), 429- 434.
28. Halder, S., Kole, S. & Gupta, K. (1983). On the mechanism of sunflower seed deterioration under two different types of accelerated aging. *Seed Science and Technology*, 11, 331-339.
29. Hussein, J. H., Shaheed, A. I. & Yasser, O. M. (2011). Effect of accelerated aging conditions on viability of sunflower seeds. *Euphrates Journal of Agriculture Science*, 3(3), 1-9.
30. Ijaz, A., Khaliq, T., Ashfaq, A., Shahzad, M., Basra, A., Hasnain Z. & Amjed, A. (2012). Effect of seed priming with ascorbic acid, salicylic acid and hydrogen peroxide on emergence, vigor and antioxidant activities of maize. *African Journal of Biotechnology*, 11(5), 1127-1132.
31. Jordi, W., Stoopen, G. M., Kelepouris, K. and van der Krieken, W. M. 1995. Gibberellin-induced delay of leaf senescence of *Alstroemeria* cut flowering stems is not caused by an increase in the endogenous cytokinin content. *Journal of Plant Growth Regulation,* 14, 121-127.
32. Jyoti, U. & Malik, C. P. (2013). Seed deterioration: A review. *International Journal of Life Science Botany and Pharmacy Research*, 2, 374-85.
33. Kapoor, R., Arya, A., Siddiqui, M. A., Amir, A. & Kumar, H. (2010). Seed deterioration in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) under accelerated aging. *Asian Journal Plant Science*, 9(3), 158-162.
34. Kapilan, R. (2015). Accelerated aging declines the germination characteristics of the maize seeds. *Scholars Academic Journal of Biosciences*. 3(8), 708-711.
35. Kathiresan, K., Kalyani, V. & Gnanarethinam, J. L. (1984). Effect of seed treatments on field emergence, early growth and some physiological processes of Sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Field Crop Research*, 9, 215–217.
36. Kausar, M., Mahmood, T., Basra, S. M. A. & Arshad, M. (2009). Invigoration of low vigor sunflower hybrids by seed priming. *International Journal of Agriculture Biology*, 5, 521-528.
37. Kaya, M. D., Okcu, G., Atak, M., Cikili, Y. & Kolsaric, O. (2006). Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy*, 24, 291-295.
38. Khajeh, M., Tabatabaei, S. A., Ansari, O. & Sharif Zadeh. F. (2015). Improvement of germination characteristics and enhancement of antioxidant enzymes activity of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) aged seeds by used of gibberellin. *Cercetări Agronomice in Moldova*, 3(163), 33-41.
39. Khan, F. A., Bhat, S. A., Narayan, S., Maqbool, R., Murtuza, I. & Khan. F. U. (2017). Seed deterioration and priming- an overview. *Kuast Journal Research*, 19(1), 12-21.
40. Kibinza, S., Bazin, J., Bailly, C., Farrant, J. M., Corbineau, F. & El-Marrouf Bouteau. H. (2011). Catalase is a key enzyme in seed recovery from aging during priming. *Plant Science*, 181, 309–315.
41. Lekić, S., Draganić, I., Milivojević, M. & Todorović. G. (2015). Germination and seedling growth response on sunflower seeds to priming and temperature stress. *De Gruyter*, 38(63), 241-252.
42. Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophyll and carotenoids pigments of photosynthetic biomembranes. *Method in enzymology*, 148, 350-382.
43. McDonald, M. B. (1999). Seed deterioration: physiology, repair, and assessment. *Seed Science and Technology*, 27, 177-237.
44. Miguel, A., Rosales, Z., Juan, M., Ruiz, A., Hernandez, J., Soriano, T., Castilla N. & Romero. L. (2006). Antioxidant content and as ascorbate metabolism in cherry tomato exocarp in relation to temperature and solar radiation. *Journal of the Science of Food and Agricultural*, 86, 1545-1551.

45. Misra, N. M. & Dwivedi, D. P. (1980). Effects of pre-sowing seed treatment on growth and dry matter accumulation of high yielding wheat under rainfed conditions. *Indian Journal of Agronomy*, 25, 230-234.
46. Mohammadi, H., Soltani, A., Sadeghipour, H. R. & Zeinali. E. 2011. Effect of seed aging on subsequent seed reserve utilization and seedling growth in soybean. *International Journal of Plant Production*, 5(1), 65-70.
47. Mosavian, S. N. & Esmaeilzade-Moridani, M. (2016). Effect of hydro-priming duration on germination and early seedling growth of rapeseed under salinity stress. *African Journal of Agricultural Research*, 11(43), 4395-4400.
48. Murungu, F. S., Nyamugafata, P., Chiduza, C., Clark, L. J. & Whalley, W. R. (2003). Effects of seed priming aggregate size and soil matric potential on the emergence of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and maize (*Zea mays L.*). *Soil and Tillage Research*, 74, 161- 168.
49. Nawaz, J., Hussain, M., Jabbar, A., Nadeem, G. A., Sajid, M., Subtain, M. & Shabbir. I. (2013). Seed priming a technique. *International Journal of Agriculture and Crop Science*, 6, 1373–1381.
50. Nicols, M.A. & Heydecker, W. (1968). Two approaches to the study of germination date. *Proceeding of the International Seed Testing Association*, 33, 531-540.
51. Peng, Q., Zhiyou, K., Xiaohong, L. & Yeju. L. (2011). Effects of accelerated aging on physiological and biochemical Characteristics of waxy and non-waxy wheat seeds. *Journal of Northeast Agric. University (English Edition)*, 18, 7-12.
52. Rassam, G., Rahban, S., Mojtabaii, M. & Baderi, A. (2015). Effect of seed aging germination and seedling growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. *Iranian Journal of Seed Research*, 1(2), 115-123. (In Persian).
53. Saha, R. R. & Sultana. W. (2008). Influence of seed aging on growth and yield of soybean. *Bangladesh Journal of Botany*, 37, 21-26.
54. Sanitata, L. & Gabbriella, R. (1999). Response to Cd in higher plants–Review, *Environment and Experimental Botany*, 45, 105-130.
55. Seyedi, M., Hamzei. J., Bourbour, A., Dadrasi, V. & Sadeghi. F. (2013). Effect of hydro-priming on germination properties and seedling growth of the safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under drought stress. *Journal of Agronomy Science*, 4(8), 63-76. (In Persian).
56. Shalata, A. & Neumann, P. M. 2001. Exogenous ascorbic acid (vitamin C) increases resistance to salt stress and reduces lipid peroxidation. *Journal of Experimental Botany*, 52 (364), 2207-11.
57. Singh, N., Yadav, A. & Varma, A. (2015). Effect of plant growth promoting the activity of rhizobacteria on cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) plant growth and biochemical constituents. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4, 1071-1082.
58. SPII, 2012. http://spii.ir/_DouranPortal/Documents/barzegaraftab_20161211_141436.pdf
59. Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M. & Murphy. A. (2015). *Plant Physiology and development.* Sixth Edition published by Sinauer Associates. Sunderland, CT.
60. Toselli, M. E. and Casenave, E. C. (2003). Water content and the effectiveness of hydro and osmotic priming of cotton seeds. *Seed Science and Technology*, 31, 727-735.
61. Wang, D., Shannon, M. C. & Grieve, C. M. (2001). Salinity reduces radiation absorption and use efficiency in soybean. *Field Crops Research*, 69, 267- 277.
62. Verma, S. S., Verma, V. & Tomer, R. P. S. (2003). Studies on seed quality parameter in deteriorating seed in (*Brassica napus* L.). *Seed Science and Technology*, 31, 389-390.
63. Zaidi, M. S., Tabatabaei, A., Younesi, E., Rostami, M. R. & Mombeni, M. (2013). Hormone priming improves germination characteristics and enzyme activity of sorghum seeds (*Sorghum bicolor* L.) under accelerated aging. *Cercetari Agronomice in Moldova*, 46, 49-55.