

بررسی اثر جیبرلین، اسید اسکوربیک و اسید سالیسیلیک بر کیفیت بذر، رنگیزه‌های فتوسنتزی و مالون‌دی‌آلدئید گیاهچه حاصل از بذر پیر شده آفتابگردان

آمنه اکبرزاده شرفی^۱، حمیدرضا عیسوند^{۲*}، ناصر اکبری^۳، داریوش گوادرزی^۴

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه لرستان
 ۲. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه لرستان
 ۳. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه لرستان
 ۴. مربی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه لرستان
- (تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۶/۰۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۱۱)

چکیده

به منظور بررسی نقش پرایمینگ بذر با جیبرلین، اسید اسکوربیک و اسید سالیسیلیک در کاهش خسارت ناشی از زوال بذر و بهبود کیفیت بذر و گیاهچه سه رقم آفتابگردان (فرخ، برزگر و رقم شمشیری)، آزمایشی در سال ۱۳۹۵ به صورت گلدانی انجام شد. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. بذرها در معرض تیمار پیری زودرس قرار گرفتند و سپس پرایم شدند. تیمارهای پرایمینگ شامل: بدون پرایم، غلظت صفر (هیدروپرایمینگ)، جیبرلین (۵۰ ppm و ۷۵ ppm)، اسکوربیک اسید (۱۰۰ ppm و ۱۵۰ ppm)، اسید سالیسیلیک (۱۳۸ ppm و ۲۰۷ ppm)، جیبرلین ۵۰ ppm + اسید اسکوربیک ۱۰۰ ppm، جیبرلین ۵۰ ppm + اسید سالیسیلیک ۱۳۸ ppm، اسید اسکوربیک ۱۰۰ ppm + اسید سالیسیلیک ۱۳۸ ppm و جیبرلین ۵۰ ppm + اسید اسکوربیک ۱۰۰ ppm + اسید سالیسیلیک ۱۳۸ ppm بود. رقم برزگر در مقایسه با دو رقم دیگر از نظر درصد و سرعت ظهور گیاهچه برتری داشت. بیشترین درصد ظهور گیاهچه در رقم برزگر با تیمار جیبرلین ۵۰ ppm + اسید سالیسیلیک ۱۳۸ ppm و در ارقام شمشیری و فرخ توسط هیدروپرایمینگ بدست آمد. پرایمینگ سرعت ظهور گیاهچه را در هر سه رقم بهبود بخشید اما پاسخ به پرایمینگ در هر رقم اختصاصی بود. بیشترین سرعت ظهور گیاهچه از رقم برزگر و در تیمار جیبرلین ۷۵ ppm مشاهده شد. پرایمینگ بطور چشمگیری میزان مالون‌دی‌آلدئید گیاهچه را در هر سه رقم کاهش داد. کمترین میزان مالون‌دی‌آلدئید از رقم برزگر و در تیمار ترکیبی اسکوربیک اسید + سالیسیلیک اسید بدست آمد.

کلمات کلیدی: پرایمینگ، زوال بذر، کارتوتیند، کلروفیل، گیاه روغنی.

Effect of Gibberellin, Ascorbic acid and Salicylic acid on seed quality, photosynthesis pigments, and Malondialdehyde content of seedling from sunflower deteriorated seeds

A. Akbarzadeh Sharafi¹, H. R. Eisvand^{2*}, N. Akbari³, D. Goodarzi⁴

1. MSc. student of Agronomy, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Lorestan University, Iran
2. Associate Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Lorestan University, Iran.
3. Assistant Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Lorestan University, Iran.
4. Member of Scientific board, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Lorestan University, Iran.

(Received: Aug. 23, 2017 – Accepted: Jul. 02, 2018)

Abstract

In order to study effects of seed priming with Gibberellin (GA), Ascorbic acid (AsA) and Salicylic acid (SA) on mitigation of seed deterioration damage and improvement of seed and seedling qualities of three sunflower cultivars (Farrokh, Barzegar and Shamshiri), a pot experiment was done in 2016. This research was carried out as a factorial experiment based on RCBD with three replications. Seeds were exposed to accelerated aging, then primed. Priming treatments were included: control, hydropriming, GA (50 and 75 ppm), AsA (100 and 150 ppm), SA (138 and 207 ppm), GA 50 ppm + AsA 100ppm, GA50 ppm + SA 138 ppm, AsA 100ppm + SA 138ppm, and GA 50ppm + AsA 100ppm + SA 138 ppm. Barzegar cultivar had better seedling emergence percentage and rate than the Shamshiri and Farrokh. Seedling emergence was improved by priming treatments; however, suitable treatments were different for the cultivars. Maximum seedling emergence percentage was obtained in Barzegar by GA 50ppm + SA 138ppm; however in Shamshiri and Farrokh by hydropriming. Priming improved seedling emergence rate of the three cultivars, but the response to priming was cultivar specific. Priming decreased seedling malondialdehyde (MDA) significantly in three cultivars. The lowest MDA content was obtained in Barzegar cultivar primed by AsA + SA.

Keywords: Carotenoid, Chlorophyll, Oil crop, Priming, Seed deterioration

* Email: eisvand.hr@lu.ac.ir

مقدمه

آفتابگردان چهارمین گیاه روغنی یکساله در جهان است، این گیاه روغنی نقش بسزایی در تامین نیاز کشور به روغن‌های گیاهی خوراکی ایفا می‌کند (Rassam *et al.*, 2015). آفتابگردان به خاطر اسیدهای چرب‌های اشباع نشده و ویتامین E، روغن سالم تولید کرده به همین دلیل به وسیله مصرف کنندگان پذیرفته شده است (Gupta, 2012). با وجودی که بذر اغلب گیاهان زراعی رفتاری ارتودکس دارند اما این بذرها در مدت نگهداری پیر می‌شوند. پیری یا زوال بذر فرایندی است که حتی در صورت نگهداری بذر در ایده‌ال‌ترین شرایط غیرقابل اجتناب است. این فرآیند در ابتدا کیفیت فیزیولوژیک بذر را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Eisvand and Alizadeh, 2003; Copland and McDonald, 1985). در اثر زوال بذر، بنیه بذر اولین جزء از کیفیت بذر است که کاهش می‌یابد و به دنبال آن ظرفیت جوانه‌زنی و قوه نامیه نیز کاهش می‌یابد (Barsa *et al.*, 2003; McDonald, 1999; DeFigueiredo *et al.*, 2003).

زوال بذر عموماً با افزایش تراوش مواد محلول و کاهش تحمل برای انبارداری (MousaviNik *et al.*, 2011) و افزایش حساسیت به تنش‌های محیطی (Mohammadi *et al.*, 2011) همراه است. عوامل بسیاری در فرسودگی بذر مشارکت دارند که شامل: ژنتیک، خسارت‌های مکانیکی، شرایط دما و رطوبت محیط ذخیره بذر، رطوبت بذر، وجود موجودات ذره بینی و رسیدگی بذر است که در این میان رطوبت و دما از مهم‌ترین عوامل هستند (Miller and McDonald, 1994). خسارت وارد شده به ساختار غشاهای سلولی در طی پیری بذر ممکن است عامل مهمی در تشریح علل زوال و پیری بذر باشد (Senaratna *et al.*, 1988).

یکی از مشکلات بذر دانه‌های روغنی، پایین بودن

پتانسیل انبارداری آنها است و به بیان دیگر سرعت زوال آنها در انبار سریع می‌باشد. شرایط نامساعد انبارداری بخصوص دما و رطوبت نسبی بالای محیط انبار، فرایند زوال را شدت بخشیده و بذور زوال یافته برای کشت کیفیت نامطلوبی خواهند داشت (Bewley *et al.*, 2013). برآورد شده است که سالانه حدود ۲۵ درصد بذرها برداشت شده در اثر فرایند زوال از بین می‌روند و یا کیفیت آنها به میزان زیادی کاهش می‌یابد و این میزان از نظر اقتصادی خسارت قابل توجهی است (Mohammadi *et al.*, 2008). بذرها روغنی که حاوی مقادیر قابل توجهی اسید چرب لینوئیک باشند بسیار مستعد زوال هستند (Rassam *et al.*, 2015). پرایمینگ بذر تکنیکی است که به واسطه آن بذور پیش از کاشت و مواجهه با شرایط محیطی به لحاظ فیزیولوژیک و بیوشیمیایی آمادگی جوانه‌زنی را بدست می‌آورند. این امر می‌تواند سبب بروز تظاهرات زیستی و فیزیولوژیک متعددی در بذر پرایم شده و گیاه حاصل از آن گردد به طوری که این موارد را می‌توان در چگونگی جوانه‌زنی، استقرار اولیه نبات، بهره‌برداری از نهاده‌های محیطی، زودرسی، افزایش کمی و کیفی محصول مشاهده کرد (Ashraf and Foolad, 2005; Afzal *et al.*, 2004). پرایمینگ با تاثیر مثبتی که در تسریع سبز شدن گیاه، استقرار بهتر و سریع‌تر گیاهچه، پوشش سریع‌تر زمین، قدرت رقابت بهتر با علف‌های هرز، 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). بذرها پرایم شده بطور سریعتری آب را جذب و متابولیسم خود را از سر می‌گیرند که نتیجه چنین امری افزایش سرعت جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه است (McDonald, 2000). در اثر پرایمینگ رونویسی DNA میتوکندریایی و همچنین فعالیت آلfa و بتa آمیلاز افزایش می‌یابد (Bradford, 1986) که با بهبود تعداد میتوکندری‌ها میزان انرژی بیشتری در اختیار

¹ Orthodox

آسکوربات دیواره سلولی و آسکوربات اکسیداز موجود در دیواره سلولی در کنترل رشد نیز دخیل هستند و فعالیت بالای آسکوربات اکسیداز با توسعه سریع سلول‌ها همراه است (Shalata and Neumann, 2001). آسکوربات تقسیم سلولی را افزایش داده و سبب افزایش تعداد برگ، وزن خشک و تر برگ در گیاه می‌شود (Miguel et al., 2006). هدف از این تحقیق بررسی نقش جیبرلین، اسید اسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر کیفیت بذر زوال یافته سه رقم آفتابگردان و گیاهچه حاصل از این بذور بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان به صورت آزمایش گلدانی فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۵ اجرا شد. در این تحقیق سه رقم آفتابگردان (ارقام روغنی برزگر و فرخ و رقم شمشیری بعنوان رقم آجیلی با روغن کمتر) از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال کرج تهیه شدند. ابتدا تا حد امکان بذره‌های پوک و غیر عادی بصورت دستی جدا شدند. سپس درصد جوانه زنی از طریق آزمون جوانه زنی استاندارد بررسی شد و درصد جوانه زنی آنها ۹۷ درصد برآورد گردید. بذرها براساس روش دلوج و بسکین (Delouche and Baskin 1973) به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۴۳ درجه سانتی‌گراد (شرایط پیری زود رس) قرار داده شدند. سپس جهت پرایمینگ، بذره‌های پیر شده ابتدا با هیپوکلرید سدیم (یک درصد کلر فعال) به مدت ۳۰ ثانیه ضد عفونی سطحی شدند و پس از آن با آب مقطر شستشو داده شدند و به مدت ۱۸ ساعت در ۱۱ تیمار پرایمینگ: غلظت صفر (هیدروپرایم)، جیبرلین (۵۰ و ۷۵ ppm)، اسید اسکوربیک (۱۰۰ و ۱۵۰ ppm)، سالیسیلیک اسید (۱۳۸ و ۲۰۷ ppm) و ترکیبی: (جیبرلین ۵۰ ppm + اسکوربیک اسید ۱۰۰ ppm)، (جیبرلین ۵۰ ppm + سالیسیلیک اسید ۱۳۸ ppm)، (آسکوربیک اسید ۱۰۰ ppm + سالیسیلیک اسید ۱۳۸ ppm) و (جیبرلین

رشد و فعالیت‌های حیاتی خواهد بود و بواسطه آنزیم‌های مذکور نیز ذخیره نشاسته سریع‌تر به فرم قابل تحرک تبدیل و سریعتر به مصرف جنین می‌رسد. جیبرلین‌ها بعنوان یکی از موثرترین هورمون‌های گیاهی در خصوص تحریک جوانه زنی بذور شناخته شده‌اند. فعالیت زیستی جیبرلین‌ها سبب تحریک تقسیم یا طویل شدن سلولی و یا هر دو می‌شود. البته در ارتباط با تحریک جوانه زنی مهمترین نقش آنها فعال‌سازی آنزیم آمیلاز و در نتیجه تجزیه بافت نشاسته و انتقال آن به محور جنینی در حال رشد می‌باشد (Taiz et al., 2015). اسید سالیسیلیک اگرچه بیشتر بعنوان یک ترکیب فنولی شناخته شده و در فعال سازی دفاع گیاه در برابر پاتوژن‌ها نقش اساسی دارد اما در سال‌های اخیر مشخص شده است که در پاسخ گیاهان به تنش‌های غیر زیستی نظیر خشکی، سرما، سمیت فلزات سنگین، گرما و تنش اسمزی نیز نقش دارد و در این زمینه به مثابه یک "عامل درمانی موثر" عمل می‌کند. علاوه بر این، اسید سالیسیلیک در تنظیم فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در کل زندگی گیاه نقشی حیاتی دارد (Rivas-San Vicente and Plasencia, 2011). نقش مفید اسید سالیسیلیک در کاهش آسیب تنش‌های غیر زیستی و کاهش تنش اکسیداتیو، به افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی نظیر کاتالاز، پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز نسبت داده می‌شود (Szepesi et al., 2005; Gunes et al., 2007). آسکوربات، متابولیتی مهم در گیاهان است که به عنوان یک آنتی‌اکسیدان به همراه اجزا دیگر سیستم‌های آنتی‌اکسیدانتی فعالیت می‌کند و گیاه را در مقابل صدمات اکسیداتیو، حفاظت می‌کند. تحقیقات در گیاهان ترانسژنیک و جهش یافته نشانگر نقش کلیدی اسید اسکوربیک در چرخه آسکوربات-گلوتاتیون است که گیاه را در مقابل تنش‌های اکسیداتیو حفاظت می‌کند (Al-Hakimi and Hamamda, 2001). آسکوربات در دیواره سلول یافت می‌شود که اولین خط دفاعی سلول محسوب می‌شود. همچنین نشان داده شده است که

لومی رسی تعیین شد. پس از الک کردن، خاک رسی، ماسه و کود گاوی پوسیده به نسبت ۱:۱:۱ با هم ترکیب شده و برای یکنواخت شدن، خاک بخوبی مخلوط و به طور مساوری در گلدانها ریخته شد. گلدان ها مطابق با نقشه طرح که قبلا تهیه شده بود کنار هم قرار داده شدند. بذرها در عمق ۲-۱/۵ سانتی متری از سطح خاک کشت شده و پس از کاشت آبیاری انجام گردید. گلخانه از نوع محذب با پوشش پلاستیکی بود که در چند قسمت از آن مکان‌هایی برای تهویه هوا تعبیه شده بود. به مدت ۲۱ روز مراحل داشت (وجین و آبیاری) انجام شد. هر روز تعداد بذرهای سبز شده شمارش و ثبت گردید سپس گیاهچه‌ها برداشت و صفات اندازه‌گیری شد.

۵۰ppm+آسکوربیک اسید ۱۰۰ ppm + سالیسیلیک اسید (۱۳۸ ppm) قرار داده شدند. انتخاب غلظت‌ها بر مبنای تحقیقات قبلی بر روی بذرهای مختلف بود و سعی شد حداقل غلظت‌هایی که معمولا پاسخ مثبت داشته‌اند انتخاب شوند تا در صورت کاربرد در سطح وسیع هزینه زیادی نداشته باشند. تیمارهای ترکیبی نیز با توجه به احتمال وجود اثرات سینرژیستی، در آزمایش لحاظ شدند (Eisvand *et al.*, 2010; Baladi *et al.*, 2014). همچنین بذر پرایم نشده نیز مورد کشت قرار گرفتند. بذرها پس از خروج از محلول‌های پرایمینگ، توسط آب مقطر شسته و در دمای اتاق (۲۵°C) به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. پس از انجام آزمون خاک، بافت خاک مورد استفاده در گلدان‌ها (به قطر ۲۰ و ارتفاع ۳۰ سانتی متر) از نوع



شکل ۱- تصویری از گلدان‌ها در مراحل پایانی آزمایش.

Figure 1- Photo of the pots at final stages of the experiment.

شده در آن روز یادداشت برداری شد و طبق فرمول زیر، سرعت ظهور گیاهچه محاسبه شد.

$$\text{Seedling emergence rate (seedling/day)} = \sum_{i=1}^n \frac{n_i}{D_i}$$

n_i : تعداد گیاهچه ظاهر شده در روز i ام و D_i : تعداد

روز پس از شروع آزمایش (Agrawal, 2004).

طول ریشه: در برداشت نهایی (بعد از ۲۱ روز) پنج

گیاهچه به صورت تصادفی از هر تیمار انتخاب و به طور

درصد ظهور گیاهچه: معیار سبز شدن خروج

برگ‌های لپه‌ای از خاک در نظر گرفته شد و براساس فرمول زیر محاسبه شد.

$$\text{Seedling emergence (\%)} = \frac{n}{N} * 100$$

n : تعداد گیاهچه ظاهر شده؛ N : تعداد بذرهای کشت شده

سرعت ظهور گیاهچه: برای اندازه‌گیری این

صفت هر روز از گلدان‌ها بازدید و تعداد گیاهچه ظاهر

A = £ bc

A = OD532 - OD600

£ = ضریب خاموشی، b = ۱ سانتی متر (طول کووت)،

c = غلظت مالون دی آلدئید.

سرعت رشد گیاهچه (SGR): سرعت رشد

گیاهچه از فرمول زیر محاسبه شد:

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

که در این فرمول، W_1 : وزن خشک گیاهچه در

نمونه برداری اول، W_2 : وزن خشک گیاهچه در

نمونه برداری دوم، T_1 : زمان اولین نمونه برداری، و T_2 : زمان

دومین نمونه برداری می باشد (Gardner, et al., 1985).

داده‌ها با نرم افزار SAS آنالیز واریانس شدند و

میانگین‌ها توسط آزمون LSD مقایسه شدند.

نتایج و بحث

درصد و سرعت ظهور گیاهچه: اثر پرایمینگ بر

درصد ظهور گیاهچه در سطح یک درصد معنی دار بود

(جدول ۸) و بیشترین درصد ظهور گیاهچه در تیمار

GA50+SA138 ppm از رقم برزگر مشاهده شد

(جدول ۱). کاهش درصد و سرعت جوانه زنی در اثر پیری

در بذور آفتابگردان (Halder et al., 1983) و سویا

(Mohammadi et al., 2011) گزارش شده است. از

عواقب مهم زوال بذر تخریب غشاء سلولی، مختل شدن

متابولیسم سلولی و کاهش درصد جوانه زنی است

(Peng et al., 2011). پرایمینگ باعث افزایش سرعت و

درصد جوانه زنی و وزن خشک گیاهچه و کاهش

گیاهچه‌های غیر نرمال آفتابگردان در شرایط تنش خشکی

می شود (Demir Kaya et al., 2006). پرایمینگ درصد

ظهور گیاهچه آفتابگردان را نسبت به شاهد افزایش داد

(Hussain et al., 2006) و منجر به افزایش درصد و بهبود

سرعت ظهور گیاهچه‌های آفتابگردان شد

(Bailly et al., 2000). استفاده از تیمارهای مختلف پیش

تیمار بذر سبب افزایش شاخص‌های جوانه زنی بذرهای

کامل (به گونه‌ای که آسیبی به ریشه وارد نشود) از خاک خارج شدند. طول ریشه به وسیله خط کش اندازه گیری شد.

میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئید: به

میزان 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-2100 خوانده شد. محلول استون ۸۰ درصد بعنوان

شاهد در نظر گرفته شد. غلظت رنگیزه‌ها با استفاده از

فرمول‌های زیر محاسبه شد:

$$\text{Chl a} = 12.25 \text{ A}663 - 2.79 \text{ A}647$$

$$\text{Chl b} = 12.21 \text{ A}647 - 5.1 \text{ A}663$$

$$\text{CX+C} = (1000 \text{ A}470 - 1.82 \text{ Chl a} - 85.02 \text{ Chl b}) / 198$$

در این فرمول‌ها Chl a، Chl b، CX+C به ترتیب

غلظت کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئیدها هستند.

غلظت‌های بدست آمده بر حسب میکروگرم در میلی لیتر

عصاره بیان شد (Lichtentaler, 1994).

مالون دی آلدئید (MDA): ۰/۵ گرم ماده تر برگ

در ۲/۵ میلی لیتر تیوباریتوریک اسید (TBA) ۰/۱ درصد تا

یکنواخت شدن کامل ساییده شده و محلول حاصل به مدت

۵ دقیقه ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس ۴

میلی لیتر تری کلرواستیک اسید (TCA) ۲۰ درصد حاوی

تیوباریتوریک (TBA) ۰/۵ درصد به یک میلی لیتر از

روشناور^۱ اضافه شده، محلول حاصل ۳۰ دقیقه در بن ماری

۹۵ درجه سانتی گراد قرار داده شد و بلافاصله روی یخ سرد

شد. جذب روشناور در طول موج‌های ۵۳۲ نانومتر و ۶۰۰

نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر UV-2100

خوانده شد. جذب غیراختصاصی در ۶۰۰ نانومتر از جذب

در ۵۳۲ نانومتر تفریق شد. محتوی مالون دی آلدئید

(MDA) براساس ضریب خاموشی $155 \text{ m}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ و

بر حسب واحد میکرومول در گرم وزن تر و با توجه به

فرمول زیر محاسبه شد: (Heath and Packer, 1968)

¹ Supernatant

در تیمار GA75 و در رقم شمشیری مشاهده شد (جدول ۳). زوال بذر عموماً در مناطق مرستمی (نظیر نوک ریشه چه) بذر آغاز می شود و ریشه چه ممکن است بیشتر مستعد زوال باشد (McDonald, 1999). یک رابطه معکوس بین طول ریشه چه با دوره فرسودگی در آفتابگردان وجود دارد (Rassam *et al.*, 2015). در گیاه ذرت کاهش تقسیم سلولی و گسترش سلولی بخش هایی از ریشه منجر به کاهش رشد ریشه در بذرهای پیر شده گردید (Davidson and Bray, 1991). تنش پیری باعث کاهش طول ریشه چه در کلزا (Balouchi *et al.*, 2013) و گلرنگ (Balouchi *et al.*, 2013) گردید.

سرعت رشد گیاهچه: اثر پرایمینگ بر سرعت رشد گیاهچه در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۸). بیشترین سرعت رشد گیاهچه در تیمار AS150 در رقم شمشیری مشاهده شد (جدول ۴). سیدی و همکاران (Seyedi *et al.*, 2013) با بررسی اثر پرایمینگ بذر بر ویژگی های جوانه زنی و رشد گیاهچه گلرنگ تحت تنش خشکی نشان دادند که پرایمینگ با بهبود ویژگی های جوانه زنی گلرنگ منجر به افزایش سرعت رشد گیاهچه در شرایط تنش خشکی می گردد.

زوال یافته آفتابگردان می شود (Alivand *et al.*, 2012). پرایمینگ بذور ذرت هیبرید با اسید سالیسیلیک، چه در شرایط نرمال و چه در شرایط تنش سرمایی ظهور گیاهچه را افزایش داد (Farooq *et al.*, 2008).

اثر رقم و اثر متقابل رقم و پرایمینگ بر سرعت ظهور گیاهچه در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۸). بیشترین سرعت ظهور گیاهچه در تیمارهای GA75 ppm و SA138 ppm در رقم برزگر مشاهده شد (جدول ۲). گزارش شده است که پرایمینگ بذور آفتابگردان باعث افزایش سرعت جوانه زنی و بهبود رشد گیاهچه می شود (Kausar *et al.*, 2009). (Chojnowski and Come, 1997) گزارش کردند که پرایمینگ موجب کاهش میانگین زمان جوانه زنی و افزایش درصد جوانه زنی بذرهای فرسوده شده آفتابگردان شد (Kausar *et al.*, 2009). بذرهای کنجد تیمار شده با اسید سالیسیلیک و جیبرلین سبب افزایش در سرعت جوانه زنی و بنیه گیاهچه بذرهای پیر شده در مقایسه با بذرهای تیمار نشده گردید (Asadi Aghbalaghi *et al.*, 2015).

طول ریشه: اثر پرایمینگ بر طول ریشه در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۸). بیشترین طول ریشه

جدول ۱- اثر پرایمینگ بذر و نوع رقم بر درصد ظهور گیاهچه آفتابگردان.

Table 1- Effect of seed priming and cultivar type on sunflower seedling emergence percentage.

تیمار پرایمینگ Priming treatments	رقم تیمار Cultivar رقم		
	فرخ Farrokh	برزگر Barzegar	شمشیری Shamshiri
Control	51.00k	50.00k	60.34ij
Hydropriming	84.33cd	80.00d-f	90.00ab
GA50 ppm	71.33h	70.00h	80.00d-f
GA75 ppm	76.33fg	86.67bc	50.00k
AsA100 ppm	70.00 h	73.33gh	70.00h
AsA150 ppm	51.00k	50.00k	60.00ij
SA138 ppm	76.67fg	73.33gh	73.33gh
SA207 ppm	63.67i	83.33c-e	73.33gh
AsA100 +SA 138 ppm	63.33i	90.00ab	83.33c-e
AsA100 + GA50 ppm	81.67 de	86.67bc	80.00d-f
GA50 + SA138 ppm	79.00ef	93.33a	83.33c-e
AsA100 + GA50 + SA138 ppm	58.67j	80.00d-f	73.33gh

جدول ۲- اثر پرایمینگ بذر و نوع رقم بر سرعت ظهور گیاهچه (seedling/day) آفتابگردان.

Table 2- Effect of seed priming and cultivar type on sunflower seedling emergence rate (seedling/day).

تیمار پرایمینگ Priming treatments	رقم Cultivar		
	فرخ Farrokh	برزگر Barzegar	شمشیری Shamshiri
Control	0.9rs	0.9rs	1.14p
Hydropriming	1.21n-p	1.20n-p	1.30j-n
GA50 ppm	1.22n-p	1.43c	1.19op
GA75 ppm	1.40e-i	<u>1.63a</u>	0.82s
AsA100 ppm	1.20n-p	1.34h-k	1.54b
AsA150 ppm	1.45d	0.40de	0.97qr
SA138 ppm	<u>1.53b</u>	<u>1.62a</u>	1.38f-j
SA207 ppm	1.38g-j	1.38g-j	<u>1.55b</u>
AsA100 +SA 138 ppm	1.38k-o	1.38k-o	1.24l-o
AsA100 + GA50 ppm	1.44gh	1.30j-n	1.33i-l
GA50 + SA138 ppm	1.20n-p	1.23m-p	1.33i-l
AsA100 + GA50 + SA138 ppm	1.33i-l	1.23m-p	1.01q

*میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمون LSD از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند. اختصارات: GA: جیبرلین، AsA: اسید اسکوربیک، SA: اسید سالیسیلیک.

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

جدول ۳- اثر پرایمینگ بذر و نوع رقم بر طول ریشه (cm) گیاهچه آفتابگردان.

Table 3- Effect of seed priming and cultivar type on sunflower seedling root length (cm).

تیمار پرایمینگ Priming treatments	رقم Cultivar		
	فرخ Farrokh	برزگر Barzegar	شمشیری Shamshiri
Control	8.33mn	8.00m-o	7.00p
Hydropriming	9.33k	10.67g-j	8.00m-o
GA50 ppm	8.67lm	8.67lm	10.13ij
GA75 ppm	8.67lm	8.33mn	<u>14.00a</u>
AsA100 ppm	10.33h-j	10.33h-j	10.67gh
AsA150 ppm	<u>12.33c</u>	10.33h-j	12.00c-e
SA138 ppm	10.67g-i	<u>13.33b</u>	11.33d-g
SA207 ppm	8.33mn	11.67c-f	8.67lm
AsA100 +SA 138 ppm	9.67jk	11gh	12.33c
AsA100 + GA50 ppm	9.67jk	9.33kl	12.00cd
GA50 + SA138 ppm	7.67n-p	7.67n-p	8.00m-o
AsA100 + GA50 + SA138 ppm	10.00i-k	7.33op	8.00m-o

*میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمون LSD از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند. اختصارات: GA: جیبرلین، AsA: اسید اسکوربیک، SA: اسید سالیسیلیک.

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

جدول ۴- اثر پرایمینگ بذر و نوع رقم بر سرعت رشد گیاهچه (mg/seedling/day) آفتابگردان.

Table 4- Effect of seed priming and cultivar type on sunflower seedling growth rate (mg/seedling/day).

تیمار پرایمینگ Priming treatments	رقم Cultivar		
	فرخ Farrokh	برزگر Barzegar	شمشیری Shamshiri
Control	0.03m	0.025mn	0.03m
Hydropriming	0.08e-g	0.06hi	0.08e-g
GA50 ppm	0.10c	0.05jk	0.10c
GA75 ppm	0.08e-g	0.08e-g	0.07f-h
AsA100 ppm	0.11b	0.05jk	0.085de
AsA150 ppm	0.07f-h	0.06hi	0.13a
SA138 ppm	0.12b	0.04l	0.10c
SA207 ppm	0.07f-h	0.09cd	0.07f-h
AsA100 + SA 138 ppm	0.023op	0.01q	0.023op
AsA100 + GA50 ppm	0.02p	0.03m	0.023op
GA50 + SA138 ppm	0.023op	0.015pq	0.023op
AsA100 + GA50 + SA138 ppm	0.02p	0.03mn	0.023op

*میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمون LSD از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند. اختصارات: GA: جیبرلین، AsA: اسید آسکوربیک، SA: اسید سالیسیلیک.

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

با افزایش رنگیزه‌هایی نظیر کارتنوئید و مولکول‌های آب دوست 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). سالیسیلیک اسید در غلظت‌های مناسب با کاهش تخریب رنگیزه کلروفیل، افزایش توان آنتی‌اکسیدانی سلول و سنتز پروتئین‌های جدید از دستگاه فتوسنتزی حمایت می‌کند (Popova et al., 2003). اثرهای مثبت اسید سالیسیلیک به افزایش آسیمیلایون و درصد فتوسنتز و افزایش جذب مواد معدنی توسط گیاهان تنش دیده تحت تیمار اسید سالیسیلیک نسبت داده شده است (Szepesi et al., 2005). بر اساس تحقیقات انجام شده توسط میتلر (Mittler, 2002) اثرهای مضر تنش شوری روی کلروفیل a توسط کاربرد آسکوربیک اسید خنثی می‌شود.

محتوای کلروفیل و کارتنوئید: نتایج تجزیه
واریانس نشان داد که اثر رقم، پرایمینگ و اثر متقابل آن‌ها بر محتوای کلروفیل a در سطح یک درصد، اثر پرایمینگ و اثر متقابل پرایمینگ و رقم بر محتوای کلروفیل b در سطح یک درصد معنی دار بود. همچنین اثر متقابل رقم و پرایمینگ بر محتوای کارتنوئید در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۸). بیشترین محتوای کلروفیل a، کلروفیل b، و کارتنوئید به ترتیب در تیمارهای SA207 (برزگر)، AS+SA (برزگر) (جدول ۶)، و AS100 در رقم فرخ مشاهده شد (جدول ۶). کاهش میزان کلروفیل در اثر تنش اکسیداتیو مربوط به تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن در سلول است، که باعث پراکسیداسیون و تجزیه کلروفیل در سویا شد (Wang et al., 2001). کارتنوئیدها نقش حفاظتی در مقابل تنش اکسیداتیو القا شده داشته و در سمیت زدایی از کلروفیل نقش دارند و باعث کاهش اثرات سمی رادیکال‌های آزاد می‌شوند. به نظر می‌رسد پرایمینگ

جدول ۵- اثر پرایمینگ بذر و نوع رقم بر محتوی کلروفیل a و b (µg/ml) گیاهچه آفتابگردان.

Table 5- Effect of seed priming and cultivar type on sunflower seedling chlorophyll a and b (µg/ml).

تیمار پرایمینگ Priming treatments	Cultivar رقم					
	فرخ Farrokh		برزگر Barzegar		شمشیری Shamshiri	
	Ch a	Ch b	Ch a	Ch b	Ch a	Ch b
Control	12.87kl	2.60mn	11.37no	2.97jk	12.97kl	2.23q
Hydropriming	15.64e-g	2.75m	12.93kl	2.39o-q	<u>15.22f-h</u>	<u>3.75c</u>
GA50 ppm	<u>18.85b</u>	<u>3.78b</u>	12.19l-n	2.41op	12.47k-m	3.61cd
GA75 ppm	17.88c	2.47no	15.41fg	3.60cd	13.07k	3.17g-j
AsA100 ppm	19.86a	3.41de	17.72c	3.05h-k	11.78m-o	2.77lm
AsA150 ppm	15.42fg	3.13g-j	12.00mn	2.67mn	10.52p	2.45op
SA138 ppm	14.89g-j	3.23f-i	17.97c	2.54mn	14.51h-j	2.54mn
SA207 ppm	14.19ij	3.33ef	<u>20.38a</u>	2.97jk	16.38de	3.21f-i
AsA100 +SA 138 ppm	14.15j	3.56cd	11.95mo	<u>4.31a</u>	11.64no	3.24f-h
AsA100 + GA50 ppm	15.41fg	2.85kl	15.56fg	2.71m	<u>15.22f-h</u>	3.71c
GA50 + SA138 ppm	15.79ef	3.54de	12.88kl	2.35o-q	11.19op	2.25pq
AsA100 + GA50 + SA138 ppm	17.00d	3.26f-h	14.15j	3.03j-k	12.97kl	3.29fg

*میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمون LSD از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند. اختصارات: GA: جیبرلین، AsA: اسید اسکوربیک، SA: اسید سالیسیلیک.

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

جدول ۶- اثر پرایمینگ بذر و نوع رقم بر محتوی کارتنوئید (µg/ml) گیاهچه آفتابگردان.

Table 6- Effect of seed priming and cultivar type on sunflower seedling carotenoids (µg/ml).

تیمار پرایمینگ Priming treatments	Cultivar رقم		
	فرخ Farrokh	برزگر Barzegar	شمشیری Shamshiri
	Control	0.89e-g	0.78g-i
Hydropriming	0.67kl	0.69j-l	<u>1.12c</u>
GA50 ppm	1.16b	0.69j-l	0.91e-g
GA75 ppm	0.66kl	0.70j-l	1.05d
AsA100 ppm	<u>1.20a</u>	0.85f-h	0.84f-h
AsA150 ppm	0.91e-g	0.82g-i	0.77h-j
SA138 ppm	0.95e	0.68kl	0.64l
SA207 ppm	0.85f-h	0.90e-g	0.87e-g
AsA100 +SA 138 ppm	1.06d	<u>1.10cd</u>	0.93ef
AsA100 + GA50 ppm	0.75j-k	0.84f-h	1.11cd
GA50 + SA138 ppm	1.00de	0.62l	0.49m
AsA100 + GA50 + SA138 ppm	0.84f-h	0.88e-g	0.91e-g

*میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمون LSD از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند. اختصارات: GA: جیبرلین، AsA: اسید اسکوربیک، SA: اسید سالیسیلیک.

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

محتوای مالون دی آلدهید: نتایج تجزیه

واریانس نشان داد که اثر رقم در سطح پنج درصد و اثر پرایمینگ و اثر متقابل دو عامل رقم و پرایمینگ در سطح یک درصد بر محتوای مالون دی آلدهید معنی دار بود (جدول ۸). تیمار بدون پرایمینگ در رقم فرخ بیشترین محتوای مالون دی آلدهید را دارا بود (جدول ۷). تیمار سالیسیلیک اسید ۲۰۷ ppm در دو رقم فرخ و شمشیری و همچنین تیمار سالیسیلیک اسید در ترکیب با آسکوربیک اسید در رقم برزگر بطور معنی داری میزان مالون دی آلدهید را کاهش دادند. این موضوع می تواند بواسطه نقش هردو ترکیب در بحث افزایش پتانسیل آنتی اکسیدانتی سلول باشد (Szepesi *et al.*, 2005; Shalata and Neumann, 2001). پرایمینگ بذرهای زوال یافته گندم با اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک نیز بطور معنی داری سبب کاهش مالون دی آلدهید در گیاهچه شده است (Moori and Eisvand, 2017). این

موضوع ممکن است به نقشی که هر دوی این مواد در تقویت سیستم آنتی اکسیدانتی دارند مرتبط باشد زیرا مالون دی آلدهید عمدتاً ناشی از حمله رادیکال های آزاد به ساختاری لیپیدی بویژه غشاها است و لذا کاهش آن از طریق تقویت آنتی اکسیدانت ها امری قابل انتظار است. مالون دی آلدهید یکی از ترکیبات مهمی است که در اثر خسارت به لیپیدها به دلیل تنش اکسیداتیو در طی زوال بذر تجمع می یابد و نتایج این تحقیق نشان داد که تجمع آن در گیاهچه حاصل از بذرهای پیرشده نیز دیده می شود و با پرایمینگ امکان کاهش آن جود دارد.

با بررسی واکنش سه رقم کلزا به تنش شوری مشخص شد، افزایش سطح تنش شوری سبب تخریب غشا های سلولی و افزایش غلظت مالون دی آلدهید برگ شد و همچنین بیان داشت که رابطه منفی میان افزایش غلظت مالون دی آلدهید برگ با رشد گیاه وجود دارد (Farhoudi, 2011).

جدول ۷- اثر پرایمینگ بذر و نوع رقم بر مالون دی آلدهید ($\mu\text{mol g}^{-1}$ FW) گیاهچه آفتابگردان.

Table 7- Effect of seed priming and cultivar type on sunflower seedling malondialdehyde ($\mu\text{mol g}^{-1}$ FW).

تیمار پرایمینگ Priming treatments	Cultivar		
	رقم فرخ Farrokh	رقم برزگر Barzegar	رقم شمشیری Shamshiri
Control	1454.07a	1179.22c	1141.14d
Hydropriming	1206.84c	1017.76fg	1010.48fg
GA50 ppm	1143.40cd	448.61p	816.73kl
GA75 ppm	853.00jk	924.04hi	924.54hi
AsA100 ppm	630.93n	779.97lm	570.82no
AsA150 ppm	515.18op	741.22m	617.52n
SA138 ppm	1006.01fg	1089.95de	791.89k-m
SA207 ppm	466.49p	785.88k-m	334.84q
AsA100 +SA 138 ppm	470.96p	350.24q	1015.95fg
AsA100 + GA50 ppm	1245.24b	896.71ij	1012.96fg
GA50 + SA138 ppm	970.74gh	1064.00ef	853.99jk
AsA100 + GA50 + SA138 ppm	647.61n	910.70hi	854.71jk

*میانگین های دارای حروف مشترک، براساس آزمون LSD از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند. اختصارات: GA: جیبرلین، AsA: اسید آسکوربیک، SA: اسید سالیسیلیک.

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

جدول ۸- تجزیه واریانس اثر تیمار پرایمینگ بذر و نوع رقم بر شاخص‌های ظهور و کیفیت گیاهچه سه رقم آفتابگردان.

Table 8- ANOVA (Mean squares) for seed priming treatments and cultivar type on seedling emergence indices and quality of sunflower.

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی Df	مالون دی آلدهید MDA	کارتونید Car.	کلروفیل b Ch. b	کلروفیل a Ch. a	سرعت رشد گیاهچه SGR	طول ریشه Root length	سرعت سبز شدن SER	درصد ظهور گیاهچه SEP
بلوک Block	2	128227.37	0.07	0.12	29.36°	0.001	7.88	0.21	593.80
رقم Cultivar	2	177275.41°	0.13	0.27	75.79**	0.003	4.61	0.7**	801.40
پرایمینگ Priming	11	551891.42**	0.14	1.21**	20.25**	0.008**	16.12**	0.32**	850.73**
اثر متقابل C*P	22	374683.55**	0.18**	1.00**	15.16**	0.001	6.68	0.09	224.92
خطا (Error)	70	52458.38	0.08	0.36	6.07**	0.001	5.17	0.09	283.20
ضریب تغییرات (CV%)		13.35	22.41	19.22	16.50	17.34	23.23	23.53	19.56

***, ** به ترتیب نشانگر اثر معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

**, * and ns indicate significant at 1%, 5% and not significant, respectively

سالیسیلیک ۱۳۸ppm در رقم برزگر مشاهده شد. بیشترین سرعت ظهور گیاهچه نیز از همین رقم و در تیمار جیبرلین ۷۵ ppm مشاهده شد. کمترین میزان مالون دی-آلدهید گیاهچه از رقم برزگر و در تیمار ترکیبی آسکوربیک اسید + سالیسیلیک اسید بدست آمد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند مراتب تشکر صمیمانه خود را از آزمایشگاه مرکزی دانشگاه لرستان که ما را در انجام و ارتقاء کیفی این پژوهش یاری دادند، اعلام نمایند.

نتیجه گیری

اعمال پرایمینگ به طور کلی بر تمامی شاخص‌های بذر و گیاهچه در این پژوهش تاثیر مثبت داشت. پرایمینگ سبب تسریع ظهور گیاهچه و بهبود کیفیت فیزیولوژیک گیاهچه‌های ارقام آفتابگردان شد. به طور کلی پرایمینگ باعث بهبود خسارات ناشی از زوال بذر شد. رقم برزگر در مقایسه با دو رقم دیگر از نظر درصد و سرعت ظهور گیاهچه برتری داشت. این موضوع به احتمال زیاد به دلیل تفاوت ژنتیکی ارقام باشد. بیشترین درصد ظهور گیاهچه در تیمار جیبرلین ۵۰ ppm + اسید

Reference

- Afzal, I., N. Aslam, F. Mahmood, A. Hameed, S. Irfan, and G. Ahmad. 2004.** Enhancement of germination and emergence of canola seeds by different priming techniques. *Caderno de Pesquisa Ser. Bio. Santa Cruz do Sul.* 16: 19-34.
- Agrawal, R.L. 2004.** Seed technology. New Delhi, Oxford IBH pub.

منابع

- Al-Hakimi A.M.A., and A.M. Hamada, 2001.** Counteraction of salinity stress on wheat plants by grain soaking in ascorbic acid, thiamin or sodium salicylate. *Biol. Plant.* 44: 253–261.
- Alivand, R., R. Tavakkol Afshari, and F. Sharif-zadeh, 2012.** The study of deterioration in oil seed crops under different storage conditions. MSc. Thesis. University of Tehran, Iran.
- Asadi agh balaghi, M., A. Ansari, and M. Sedghi, 2015.** 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. of Seed Sci. Tech.* 3(1):31-40. (In Persian, with English Abstract)
- Ashraf, M., and M. R. Foolad, 2005.** Presowing seed treatment, a shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. *Adv. Agron.* 88: 223-271.
- 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.
- Baladi, S., Balouchi, H. R., and A. Moradi. 2014.** Effect of different pre-treatment on germination characteristics of deteriorated seeds of *Linum usitatissimum*. 13th Agronomy and Plant Breeding Congress and 3th National Seed Conference, Karaj, Iran. (In Persian)
- Balouchi, H. R., F. Bagheri, R. Kayednezami, M. Movahedi Dehnavi, and A. R. Yadavi. 2013.** Effect of seed aging on germination and seedling growth indices in three cultivars of *Brassica napus* L. *J. of Plant Res.* (Iranian J. of Biol.). 26(4):397-411. (In Persian, with English Abstract)
- Balouchi, H. R., R. Kayednezami, and F. Bagheri, 2015.** Effect of seed deterioration stress on germination and seedling growth indices in three cultivars of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Plant Prod (Agron., Breed. Hortic.)*. 38(1): 27-40. (In Persian, with English Abstract)
- Basra, S. M. A., N. Ahmad, M.M. Khan, N. Iqbal, and M.A. Cheema, 2003.** Assessment of cotton seed deterioration during accelerated aging. *Seed Sci. Technol.* 31: 531-540.
- Bewley, J. D., K. J. Bradford, H.W.M. Hilhorst, and H. Nonogaki, 2013.** Seed physiology of development, germination and dormancy, 3rd Edition. Springer New York, 392 pages.
- Bradford, K. J. 1986.** Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *Hort. Sci.* 21: 1105-1111.
- Chojnowski, F. C., and D. Come, 1997.** Physiology and biochemical changes induced in sunflower seeds by osmopriming and drying, storage and aging. *Seed Sci. Res.* 7: 323-331.
- Copeland, L. O., and M. B. McDonald, 1985.** *Principles of seed sciences and technology*. Second edition, Minneapolis: Burgess Publishing.
- Davidson, P. A., and C. M. Bray, 1991.** Protein synthesis during osmopriming of leek (*Allium porrum* L.) seeds. *Seed Sci. Res.* 1:29-35.
- De Figueiredo, E., M. C. Albuquerque, and N. M. De Carvalho, 2003.** Effect of the type of environmental stress on the emergence of sunflower (*Helianthus annuus* L.), soybean (*Glycine max* L.) and maize (*Zea mays* L.) seeds with different levels of vigor. *Seed Sci. Technol.* 31: 465-479.
- Delouche, J. C., and C. C. Baskin, 1973.** Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Sci. Technol.* 1:427-452.
- Demir Kaya, M., U. GamzeOkc, M. Atak, and C. Yakup, 2006.** Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Eur. J. Agron.* 24: 291–295.
- Eisvand, H. R., M. Alizadeh, and A. Fekri, 2010.** How hormonal priming of aged and nonaged seeds of bromegrass affects seedling physiological characters. *J. New Seeds.* 11(1): 52-64.
- Eisvand, H. R., and M. A. Alizadeh, 2003.** Evaluation of some physiological quality characters (percentage of germination, speed of germination & vigor index) of *Dracocephalum moldavica* L., by accelerated aging test. *Iranian J. Range Forests Plant Breed. Genet. Res.* 11:249-255.
- Eisvand, H. R., R. Tavakkol Afshari, F. Sharifzadeh, H. Maddah Arefi, and S. M. Hesamzadeh, 2010.** Effects of hormonal priming and drought stress on activity and isozyme profiles of antioxidant enzymes in deteriorated seed of tall wheatgrass (*Agropyron elongatum* Host). *Seed Sci. Technol.* 38(2): 280-297.

- Farhoudi, R. 2011.** Evolution Effect of salt stress on growth, antioxidant enzymes activity and malonaldehyde concentration of canola varieties. Iranian J. Field Crops Res. 9(1):123-130. (In Persian, with English Abstract)
- Farooq, M., T. Aziz, S. M. A. Basra, M. A. Cheema, and H. Rehman, 2008.** Chilling tolerance in hybrid maize induced by seed priming with salicylic acid. J. Agron. Crop Sci. 194, 161-168.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce, and R. L. Mitchell, 1985.** *Physiology of crop plants*. Ames, IA: Iowa State University Press.
- Ghaderifar, F., A. Soltani, and H. R. Sadeghipoor, 2014.** Changes in soluble carbohydrates and reactive oxygen species -scavenging enzymes activity in Medicinal Pumpkin during storage at varied temperature and moisture of seed. Electronic J. Crop Prod. 7(1):157-179.
- Goel, A., A. K. Goel, and I. S. Sheoran, 2003.** Changes in oxidative stress enzymes during artificial aging in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seeds. Plant Physiol. 160: 1093-1100.
- Gunes, A., A. Inal, M. Alpuslan, F. Frasan, E. Guneri, and N. Cicek. 2007.** Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize grown under salinity. J. Plant Physiol. 164: 728-736.
- Gupta, S. K. 2012.** Technological innovations in major world oil crops, volume 1: 86-92.
- Halder, S., S. Kole, and K. Gupta. 1983.** On the mechanism of sunflower seed deterioration under two different types of accelerated ageing. Seed Sci. Technol. 11: 331-339.
- Heath, R. L., and L. Packer. 1968.** Photoperoxidation in isolated chloroplasts: kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Arch. Biochem. Biophys. 125: 189-198.
- Hussain, M., M. Farooq, S. M. A. Basra, and A. Ahmad. 2006.** Influence of seed priming techniques on the seedling establishment, yield and quality of hybrid sunflower. Int. J. Agric. Biol. 8: 14-19.
- Kausar, M., T. Mahmood., S. M. A. Basra, and M. Arshad. 2009.** Invigoration of low vigor sunflower hybrids by seed priming. Int. J. Agric. Biol. 5: 521-528.
- Lichtentaler, H. K, 1994.** Chlorophyll and carotenoids pigments of photosynthetic biomembranes. Method in Enzymology. 148: 350-382.
- Matthews, S., and W. T. Bradnock. 1967.** The detection of seed samples of wrinkle – seeded Peas (*Pisum sativum* L.) of potentially low planting value. Proc. Assoc. Official Seed Analysis 32: 552-563.
- McDonald, M. B. 1999.** Seed deterioration: physiology, repair and assessment. Seed Sci. Technol. 27: 177-237.
- McDonald, M. B. 2000.** Seed priming. In: Black M., Bewley J. D. (eds) Seed technology and its biological basis. Sheffield Academic Press, Sheffield.
- Miguel, A., Z. Rosales, M. Juan, A. Ruiz, J. Hernandez, T. Soriano, N. Castilla, and L. Romero. 2006.** Antioxidant content and ascorbate metabolism in cherry tomato exocarp in relation to temperature and solar radiation. J. Sci. Food Agric. 86:1545-1551.
- Miller, B., and D. T. McDonald. 1994.** Viability, vigor and field performance. Seed Sci. Technol. 22: 421-425.
- Mittler, R. 2002.** Oxidative stress, Antioxidant and stress tolerance, Trends in Plant Sci. 7: 9- 15.
- Mohammadi, H., A. Soltani, H. Sadeghipour, E. Zeinali, and R. Najafi Hezarjaribi. 2008.** Effect of seed deterioration on vegetative growth and chlorophyll fluorescence in soybean. J. Agric. Sci. Nat. Res. 15(5): 30-38.
- Mohammadi, H., A. Soltani, H. R. Sadeghipour, and E. Zeinali. 2011.** Effect of seed ageing on subsequent seed reserve utilization and seedling growth in soybean. Int. J. Plant Prod. 5(1): 65-70.
- Moori, S., and H. R. Eisvand. 2017.** Plant growth regulators and ascorbic acid affect physiological quality of wheat seedlings obtained from deteriorated seeds. Pakistan J. Bot. 49(5): 1811-1819.
- Mousavi-Nik, S. M., H. Gholami Tilebeni, E. Zeinali, and A. Tavassoli. 2011.** Effects of seed ageing on heterotrophic seedling growth in cotton. America-Eurasian J. Agric. Environ Sci. 10(4):653-657.

- Peng, Q., K. Zhiyou, L. Xiaohong, and L. Yeju. 2011.** Effects of accelerated aging on physiological and biochemical Characteristics of waxy and non-waxy wheat seeds. J. Northeast Agric. Univ. (English Edition) 18: 7-12.
- Popova, L., V. Ananieva, V. Hristova, K. Christov, K. Geovgieva, V. Alexieva, and Z. Stoinova. 2003.** Salicylic acid and methyl jasmonate-induced protection on photosynthesis to paraquat oxidative stress. Bulgarian J. Plant Physiol. (Special issue) 133- 152.
- Rassam, G., S. Rahban, M. Mojtabaii, and A. Baderi, 2015.** Effect of seed aging germination and seedling growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. Iranian J. seed Res. 1(2): 115-123. (In Persian, with English Abstract)
- Sanitata, L., and R. Gabbriella, 1999.** Response to Cd in higher plants–Review. Environ. Exp. Bot. 45: 105-130.
- Senaratna, T., J. F. Gusse, and B.D. McKersie. 1988.** Age-induced changes in cellular membranes of imbibed soybean seed axes. Physiologia Plant. 73: 85-90.
- Seyedi, M., J. Hamzei. A. Bourbour, V. Dadrasi, and F. Sadeghi. 2013.** Effect of hydro-priming on germination properties and seedling growth of the safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under drought stress. J. Agron. Sci. 4(8):63-76. (In Persian, with English Abstract)
- Shalata, A., and P.M. Neumann. 2001.** Exogenous ascorbic acid (vitamin C) increases resistance to salt stress and reduces lipid peroxidation. J. Exp. Bot. 52 (364): 2207-11.
- Szepesi, A., J. Csiszar, S. Bajkan, K. Gemes, F. Horvath, L. Erdei, A. K. Deer, M. L. Simon, and I Tari. 2005.** Role of salicylic acid pre-treatment on the acclimation of tomato plants to salt- and osmotic stress. Acta Biol. Szegediensis. 49(1-2): 123-125.
- Tahmasbi., B. F. Ghaderi-Far, H.R. Sadeghipour, and S. Galeshi. 2015.** Enhanced accumulation of fatty acids and lipid hydroperoxides during ageing of sunflower seeds. J. Plant Process and Funct. 4(12): 73-84. (In Persian, with English Abstract)
- Taiz, L., E. Zeiger, I. M. Møller, and A. Murphy. 2015.** *Plant Physiology and Development*. Sixth Edition published by Sinauer Associates.
- Wang, D., M. C. Shannon, and C. M. Grieve. 2001.** Salinity reduces radiation absorption and use efficiency in soybean, Field Crops Res. 69: 267- 277.