



علوم و تحقیقات بذر ایران
سال پنجم / شماره چهارم / ۱۳۹۷ (۳۴ - ۲۵)

DOI: 10.22124/jms.2018.2943

تأثیر پرایمینگ‌های مختلف روی خصوصیات جوانه‌زنی بذر و عملکرد جمعیت بزرک مبارکه

مهرداد تجویدی^۱، مهرباب یادگاری^{۲*}، بهزاد حامدی^۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۷/۱۲

چکیده

به منظور بررسی اثر پرایمینگ بذر بر خصوصیات جوانه‌زنی و عملکرد گیاه بزرک (*Linum usitatissimum* L.)، تحقیق حاضر در آزمایشگاه به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و تیمارها شامل ۱۱ سطح پرایمینگ (پلی‌اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ در سه سطح ۵-، ۱۰- و ۱۵- بار؛ نیترات پتاسیم و اسید جیبرلیک در سه سطح ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر، هیدروپرایم و شاهد)، تحت دماهای ۱۵/۲۵، ۲۰/۲۵، ۲۵/۲۵، ۳۰/۲۵ (روز/شب) درجه سانتیگراد انجام شد. نتایج نشان داد، اثر پرایمینگ بر صفات جوانه‌زنی بذر تأثیر معنی‌داری داشت. تیمار پلی‌اتیلن گلیکول در مقایسه با سایر تیمارها، موجب کاهش بیشتر صفات جوانه‌زنی بذر گردید. بیشترین مقادیر طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، درصد و سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر در تیمار نیترات پتاسیم (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و اسید جیبرلیک (۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر) تحت دمای ۲۰/۲۵ (روز / شب) درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد. به نظر می‌رسد باتوجه به اثرگذاری مطلوب نیترات پتاسیم در رشد و نگهداری گیاه و نقش افزایش دهندگی اسید جیبرلیک در رشد سلول‌ها و فتوسنتز، این برتری به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: اسموپرایمینگ، بزرک، ترموپرایمینگ، هالوپرایمینگ، هورمون پرایمینگ

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، شهرکرد، ایران

۲- استادیار، گروه زراعت و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، شهرکرد، ایران

*نویسنده مسئول: mehrab_yadegari@yahoo.com

مقدمه

گیاه بزرک (*Linum usitatissimum* L.) یک گیاه دیپلوئید، خودگرده افشان، یک‌ساله، با ارقام معمولاً کوتاه، پر شاخه و از تیره *Linaceae* است (Huis et al., 2010; Rastogi et al., 2013; Mueller et al., 2010). تحمل بزرک به تنش‌های زیستی و غیر زیستی به‌طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته و این گیاه به‌عنوان گونه‌ای متحمل به تنش آبی به‌خوبی پاسخ داده است (Deyholos, 2006; Moghaddasi, 2011; Huis et al., 2010). در بسیاری از خاک‌ها که مشکل قلیایی بودن و نیز شوری مطرح است، تندش بذر با مشکل روبروست. این مسأله در مورد بزرک نیز وجود دارد و لذا پیش تیمار (پرایمینگ) بذر یکی از روش‌هایی است که می‌تواند قدرت جوانه‌زنی و رویش بذر را در شرایط برخورد با تنش افزایش داده و منجر به بهبود کارکرد بذر و افزایش کیفیت بذر در شرایط نامساعد محیطی بشود (Ansari and Sharif-Zadeh, 2012; Guo et al., 2014; Sedghi, 2014). در پرایمینگ به بذر اجازه داده می‌شود مقداری آب جذب کند، به‌طوری‌که مراحل اولیه جوانه‌زنی (شامل فعال شدن آنزیم‌ها) انجام می‌شود، اما ریشه‌چه خارج نمی‌شود. بعد از تیمار پرایمینگ، بذرها خشک می‌شوند و همانند بذرهای بدون تیمار (شاهد) ذخیره و کشت می‌شوند. هدف از فرآیند آبیگری بذر، افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی، خروج یکنواخت‌تر و سریع‌تر جوانه‌ها، پیشرفت بلوغ و افزایش یکنواختی استقرار گیاهچه (Fredj et al., 2013) است، تحمل دامنه درجه حرارت‌های وسیع برای جوانه‌زنی، اصلاح سلول آسیب‌دیده، ضعیف کردن موانع رشدی جنین، مقابله با آفات و بیماری‌ها، کاهش زمان نگهداری، حذف خفتگی (Gholizadeh et al., 2016)، بهبود کیفیت محصول و برداشت، مقاومت به شرایط نامساعد محیطی در هنگام کاشت و افزایش در قدرت نمو گیاه بیان شده است (Kazemi and Yadegari, 2015; Sheykhbaglou et al., 2014). پیش تیمار بذر می‌تواند از طریق روش‌های مختلف نظیر اسموپرایمینگ (پرایمینگ اسمزی)، ترموپرایمینگ (پرایمینگ دمایی)، هیدروپرایمینگ (پرایمینگ آبی)، هالوپرایمینگ (پرایمینگ شوری) و هورمون پرایمینگ (پرایمینگ هورمونی) انجام شود (Tulsi and Darshan, 2016). هیدروپرایمینگ همراه با ترموپرایمینگ، منجر به افزایش جوانه‌زنی بذر

عدس (Derya, 2012)، نخود (Kaur et al., 2006)، پنبه و ذرت (Murungu et al., 2005) می‌شود. اسموپرایمینگ در بذور سه گونه ارزن (*P. antidotale*، *S. italic*، *P. miliacoum*) منجر به افزایش درصد و سرعت جوانه زنی، تسریع و یکنواختی جوانه‌زنی و افزایش رشد و نمو جوانه‌ها نسبت به بذور پرایم نشده (Reyazi et al., 2007)؛ بهبود جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه‌ها در گونه‌های مختلف (Ghasemi golezani et al., 2008) می‌شود. اسموپرایمینگ به همراه هیدروپرایمینگ، منجر به بهبود مؤلفه‌های جوانه‌زنی و تحمل به دما در بذور پنبه (Akramghaderi et al., 2008)، افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور پنبه (Basra et al., 2004)، افزایش درصد جوانه‌زنی، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، تحمل به تنش شوری و خشکی در بذر کتان (Kadkhodaie and Bagheri, 2012)، افزایش ذخایر غذایی چاودار کوهی (*Secale montanum*) (Ansari and Sharif-Zadeh, 2012) و سورگوم (Sheykhbaglou et al., 2014) می‌شود. هورمون پرایمینگ اثر معنی‌دار و افزایش‌دهنده رشد در بذور پنج گونه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*)، آویشن دناپی (*Thymus daensis*)، بادیان رومی (*Anisum Pimpinella*)، بومادران (*Achillea millefolium*) و کلوس (*Odoratascima daensis*) (Ghasemi et al., 2007)؛ زودرسی، افزایش طول ساقه، تعداد میانگره و تعداد برگ ذرت (Rama and Rashad, 2014) گردید. هورمون پرایمینگ با هورمون اسید جیبرلیک، اثر مثبت بر درصد جوانه‌زنی، سرعت و قدرت جوانه‌زنی بذر، متوسط زمان جوانه زنی بذر، وزن خشک گیاهچه، مدت زمان جوانه‌زنی، درصد گیاهچه طبیعی و محتوای پرولین و افزایش تحمل گیاهان همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) (Rashidi and Yadegari, 2014) و گاوزبان (*Borago officinalis* L.) به تنش شوری (Ahmadi and Yadegari, 2014)؛ افزایش غلظت قند گیاهان نیشکر (Subedi and Ma, 2005) شد. استفاده از هورمون اسید جیبرلیک منجر به کاهش اثرات شوری و رشد بیشتر گیاه می‌گردد (Rama and Rashad, 2014). هورمون پرایمینگ به همراه هالوپرایمینگ در بذور سویا

مبارکه به دلیل میزان عملکرد بالا (تا ۳ تن در هکتار) از شرکت پاکان بذر اصفهان، خریداری گردید. این توده در تیرماه ۱۳۹۴ تولید شده بود. تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، سطوح تیماری شامل ۱۱ نوع پرایمینگ (سطوح ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر از اسید جیبرلیک و نیترات پتاسیم: سطوح ۵-، ۱۰- و ۱۵- بار از پلی‌اتیلن گلیکول، هیدروپرایمینگ و شاهد) و چهار سطح دمایی (روز/شب ۲۵/۱۵، ۲۵/۲۰، ۲۵/۲۵، ۲۵/۳۰ درجه سانتی‌گراد) با چهار تکرار بود.

تعداد ۱۰۰ عدد بذر با استفاده از هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد به مدت ۴۵ ثانیه و سپس با قارچ‌کش بنومیل ۲ در هزار ضدعفونی گردید و سه بار با آب مقطر شستشو داده شد و به پتری‌های استریل به قطر ۹ سانتی‌متر حاوی کاغذ صافی واتمن شماره یک، منتقل گردیدند. به منظور کاهش تبخیر آب دور پتری‌ها با پارافیلیم بسته شد. پس از انتقال بذرها به پتری، تیمارهای مختلف بر بذور اعمال شد. این کار تحقیقی با توجه به تیمارهای فوق‌الذکر در مدت دو هفته در دو مرتبه مجزا، تحت تیمارهای فوق‌الذکر با اعمال تیمار تاریکی (به مدت ۱۲ ساعت به عنوان شب) و تیمار نور (به مدت ۱۲ ساعت به عنوان روز) در ژرمیناتور انجام شد. معیار جوانه‌زنی بذرها در شرایط آزمایشگاهی، خروج ریشه‌چه حداقل به طول دو میلی‌متر در نظر گرفته شد (Guo et al., 2014; Ghasemi Pirbaloti et al., 2007; Ansari et al., 2016).

بذور جوانه‌زنی هر تیمار بطور روزانه شمارش شد. صفات مورد مطالعه شامل درصد و سرعت جوانه‌زنی، بنیه بذور، طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه بود. محلول‌هایی با پتانسیل اسمزی مختلف از پلی‌اتیلن‌گلیکول ۶۰۰۰ مطابق با روش میشل‌کافمن از رابطه (۱) تهیه شد (Michel and Kaufman, 1973).

$$(1) \quad C2T \quad (39/8 \times 10^{-7}) \quad CT+ \quad (67/2 \times 10^{-4})$$

$\Psi S = - (1/18 \times 10^{-2}) C - (1/18 \times 10^{-4}) C2 + \Psi S$: پتانسیل اسمزی محلول بر حسب اتمسفر - C: غلظت پلی‌اتیلن‌گلیکول بر حسب گرم بر کیلوگرم آب - T: دما بر حسب سانتی‌گراد. درصد جوانه‌زنی از طریق تعداد تجمعی بذرهاي جوانه‌زده در هر شمارش، تقسیم بر تعداد کل بذور کشت شده در ابتدای آزمایش، ضرب در صد به دست آمد. سرعت جوانه‌زنی از رابطه زیر به دست آمد:

(۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک و ۲ میلی‌گرم در لیتر نیترات پتاسیم) و بذور کلزا (۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک با ۳ میلی‌گرم بر لیتر نیترات پتاسیم)، شاخص‌های جوانه‌زنی را افزایش داد (Azimi and Yadegari, 2015). بیشترین تحمل به تیمارهای شوری در بذور گیاهان دارویی بالنگو (*Lallematia iberica*)، بارهنگ (*Plantago major*)، شوید (*Anethum graveolens*)، زیره سبز (*Cuminum cyminum*)، شبدر گل زرد (*Trifolium subterraneum*)، زنیان (*Origanum ammi*)، مرزنجوش (*Trachyspermum ammi*)، کاهو (*Lactuca sativa*)، کنجد سیاه (*Sesamun indicum*)، شنبلیله (*Trigonella foenum*)، قدومه (*Alyssum desertorum*) و خرفه (*Portulaca oleracea* L)؛ در خرفه، قدومه و شنبلیله (تا ۴۵۰ میلی‌مول بر لیتر) و کمترین تحمل در بذور بارهنگ، بالنگو و شوید گزارش شد (Yadegari, 2015). در تحقیق مشابهی در بذور بزرک (*Linum usitatissimum* L)، سرخارگل (*Echinacea angustifolia*)، گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) و آرتیشو (*Cynara scolymus* L)، بالاترین میزان تحمل به تنش شوری در بذور بزرک و گلرنگ در مرحله جوانه‌زنی وجود داشت (Gholizadeh et al., 2016). هرچند گیاه بزرک تا حد زیادی به شوری متحمل است، لیکن بذر گیاه بزرک، جهت جوانه‌زنی در خاک‌های قلیا با مشکل جدی روبروست که علت آن بدلیل تحت تأثیر قرارگرفتن ساخت پرولین و کربوهیدرات‌ها می‌باشد (Guo et al., 2014).

نظر به اهمیت زیاد دانه‌های روغنی از جمله بزرک و با توجه به اثرات مفید انواع مختلف پرایمینگ از جمله هالوپرایمینگ و هورمون‌پرایمینگ، انتظار می‌رود بتوان از این روش‌ها در بهبود جوانه‌زنی بذر و در نتیجه عملکرد بزرک بهره برد. هدف از این مطالعه بررسی اثرات هورمون‌پرایمینگ، هالوپرایمینگ و هیدروپرایمینگ بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر بزرک است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات پرایمینگ بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاه بزرک، تحقیق حاضر در بخش آزمایشگاه مرکز تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد انجام شد. بذر جمعیت (اکسشن)

تحت تیمار گردید و اعداد به دست آمده از نظر آماری در گروه‌های آماری مختلفی قرار گرفتند. بیشترین طول ساقچه (۵/۵-۵/۶ سانتی‌متر)، ریشه‌چه (۳/۳-۳/۴ سانتی-متر)، بنیه بذر (۴۴۶/۲۵-۴۵۸/۱۲)، جوانه‌زنی بذر (۸۷/۵-۸۸/۱ درصد)، سرعت جوانه‌زنی بذر (۳۶۲/۴۲-۳۶۰/۸ بذر در روز) تحت دمای °C ۲۵/۲۰ (روز/شب) و پیش تیمار بذر با نیترات پتاسیم ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر و اسید جیبرلیک ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود که نسبت به سایر سطوح تیماری، در گروه جداگانه‌ای قرار گرفت. با افزایش سطوح پلی‌اتیلن گلیکول، بنیه بذر، سرعت و درصد جوانه‌زنی بذر کاهش یافت. کمترین طول ساقچه (۰/۵-۰/۶ سانتی‌متر)، طول ریشه‌چه (۰/۴-۰/۴ سانتی‌متر)، بنیه بذر (۱۴/۴-۱۷/۷)، جوانه‌زنی بذر (۲۸/۸-۲۹/۵ درصد)، سرعت جوانه‌زنی بذر (۱۳۴/۳-۱۲۰/۱ بذر در روز) تحت دمای °C ۲۵/۳۰ (روز/شب) در تیمار ۱۵- بار پلی‌اتیلن گلیکول مشاهده شد. نتایج این بررسی تأثیر مثبت پیش تیمار بذر با اسید جیبرلیک و نیترات پتاسیم را نشان داد. نتایج حاکی از بالاترین مقادیر صفات مورد ارزیابی در تیمارهای اسید جیبرلیک (۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و نیترات پتاسیم (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بود (جداول ۴ و ۵).

GR = $\sum Ni/Ti$ (GR: سرعت جوانه‌زنی (بر حسب تعداد بذر جوانه زده در روز) - Ni: تعداد بذر جوانه زده در روز/ام - Ti: تعداد روز تا شمارش i ام (Bajji et al., 2002)). جهت محاسبه بنیه بذر از فرمول زیر استفاده گردید (Bajji et al., 2002).

$$SV = (PL + RL) \times GP \quad (RL : \text{طول}$$

درصد جوانه‌زنی: GP - طول ساقچه چه: PL - ریشه‌چه طول ساقچه چه و ریشه‌چه با استفاده از خط‌کش میلی‌متری اندازه‌گیری شد (Bajji et al., 2002).

تجزیه آماری اطلاعات به دست آمده از صفات مورد ارزیابی، با استفاده از نرم‌افزار SAS ver.9.2 و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (L.S.D) در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج برآمده از اطلاعات این تحقیق در دو مرتبه انجام، نشان داد اثر نوع پرایمینگ بر صفات طول ریشه‌چه، طول ساقچه، درصد و سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جداول ۳ و ۲). آزمون مقایسات میانگین نشان داد کاربرد نیترات پتاسیم و اسید جیبرلیک منجر به ایجاد اختلاف معنی‌داری در بین بذور

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی تحت تیمارهای مختلف در آزمایشگاه در مرتبه اول
Table 1. Analysis variances (mean of squares) in measured characters under various treatments in laboratory conditions in first step

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی منابع تغییرات df	سرعت جوانه‌زنی Germination Ratio	بنیه بذر Seed Vigour	درصد جوانه‌زنی Germination Percentage	طول ساقچه چه Length of Plumule	طول ریشه‌چه Length of Radicle
پرایمینگ (a)	10	88.45**	395816.5**	14566.3**	66.72**	45.23**
دما (b)	3	67.8**	55192.6**	4435.2**	55.2**	12.93**
a×b	30	44.2	55863.5**	4472.8**	22.27**	33.79**
خطا (Error)	132	0.78	222.18	55.89	0.66	0.89
ضریب تغییرات (C.V)		5.5	14.75	22.45	14.75	12.28

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی تحت تیمارهای مختلف در آزمایشگاه در مرتبه ۲
Table 2. Analysis variances (mean of squares) in measured characters under various treatments in laboratory conditions in second step

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F	سرعت جوانه‌زنی Germination Ratio	بنیه بذر Seed Vigour	درصد جوانه‌زنی Germination Percentage	طول ساقچه چه Length of Plumule	طول ریشه‌چه Length of Radicle
پرایمینگ (a)	10	114.4**	95815.5**	166112.5**	114.4**	144.4**
دما (b)	3	88.9**	66242.8**	5542.3**	44.9**	168**
a×b	30	55.2**	48566.4**	6424.8**	55.5**	55.7**
خطا (Error)	132	1.1	155.5	25.2	8.8	1.1
ضریب تغییرات (C.V)		6.6	11.5	9.6	8.5	10.1

n.s فاقد اختلاف معنی‌دار، * و ** اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد و پنج درصد

ns: Not Significant, *and** : Significant at P=0.05 and P=0.01 levels of probability, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ (نیترات پتاسیم، اسید جیبرلیک، پلی اتیلن گلیکول) و دما بر صفات تحت بررسی در آزمایشگاه در مرتبه نخست

Table 3. Mean comparisons of priming (KNO₃, Gibberellin, PEG) and temperature on measured characters under laboratory conditions in first step

پرایمینگ Priming	دما (روز/شب) Temperature (Day/Night)(°C)	بنیه بذر Seed Vigour	سرعت جوانه‌زنی Germination Ratio (Seed/Day)	درصد جوانه‌زنی Germination Percentage (%)	طول ساقچه Length of Plumule (cm)	طول ریشه‌چه Length of Radicle (cm)
شاهد Control	25/15	168.8±22.2 f	208.8±11 d	62.5±3.3 c	2.7±0.3 b	1.6±0.2 b
	25/20	189.6±14 e	260.5±19 c	67.7±3.9 b	2.8±0.4 b	1.7±0.1 b
	25/25	160.3±21.9 f	220.8±21 c	64.1±4.7 b	2.5±0.4 c	1.5±0.1 c
	25/30	156.5±9.5 f	198.2±12 d	60.2±5.8 c	2.6±0.1 c	1.4±0.2 c
هیدرو پرایم Hydro- priming	25/15	269.1±28 d	321.5±9.9 a	74.75±7.8 a	3.6±0.2 b	1.8±0.2 b
	25/20	238.6±22 d	298.9±9 b	64.5±4.7 b	3.7±0.5 b	1.4±0.2 c
	25/25	210±22.5 e	222.75±8 d	60±7.1 b	3.5±0.4 b	1.4±0.4 b
	25/30	188.7±14 e	210.3±7 d	55.5±2.2 d	3.4±0.2 b	1.3±0.2 c
نیترات پتاسیم KNO ₃ (200ppm)	25/15	304.8±22 c	249.3±9.2 c	63.5±3.9 b	4.8±0.2 ab	2.4±0.2 b
	25/20	446.2±9.9 a	362.4±9.3 a	87.5±9.5 a	5.1±0.2 a	2.9±0.2 a
	25/25	289.1±29 d	253.5±8.5 c	61.5±9.3 b	4.7±0.8 ab	2.4±0.3 a
	25/30	199.9±9.4 e	199.1±8 d	58.8±9.1 b	3.4±0.2 b	2.2±0.4 b
نیترات پتاسیم KNO ₃ (400ppm)	25/15	326.3±6.8 c	272.2±18 b	66.6±5.8 b	4.9±0.2 a	2.5±0.2 a
	25/20	371.9±7.7 b	312.2±12ab	75.9±9.9 ab	4.9±0.1 a	2.5±0.3 a
	25/25	330.2±9.1 c	310.4±14 ab	68.8±3.4 b	4.8±0.1 a	2.4±0.3 a
	25/30	313.3±9.8 c	293.4±9 b	68.1±2.2 b	4.6±0.3 ab	2.3±0.05 b
نیترات پتاسیم KNO ₃ (600ppm)	25/15	117.9±17 g	319.1±8 ab	65.5±2.2 b	1.8±0.3 c	1.4±0.1 c
	25/20	216.4±17 e	345.5±22 a	69.8±4.4 b	3.1±0.1 b	1.6±0.1 c
	25/25	173.7±18.9 f	333.75±19 a	69.5±1.3 b	2.5±0.1 c	1.4±0.2 c
	25/30	103.7±15 g	298.5±15 b	69.1±1.9 b	1.5±0.2 d	0.8±0.05
اسید جیبرلیک Gibberellin (200ppm)	25/15	319.7±5.5 c	188.5±12 d	66.6±2.9 b	4.8±0.4 ab	2.5±0.2 a
	25/20	362.4±9.2 b	287.6±11 b	69.7±3.9 b	5.2±0.3 a	2.8±0.2 a
	25/25	314.4±8.5 c	268.4±9.3 c	65.5±3.4 b	4.8±0.3 ab	2.7±0.1 a
	25/30	218.9±15 e	233.4±7.6 c	64.4±4.9 b	3.4±0.2 b	2.4±0.2 b
اسید جیبرلیک Gibberellin (400ppm)	25/15	266.4±9.4 d	207.1±14 d	55.5±5.9 cd	4.8±0.4 ab	2.1±0.2 b
	25/20	400.1±35 ab	340.7±8.9 a	72.75±6.9 ab	5.5±0.6 a	3.3±0.6 a
	25/25	269.5±19 d	218.4±9.1 d	55±6.4 c	4.9±0.4 ab	2.2±0.4 b
	25/30	236.4±23 d	199.9±14 d	51.4±2.2 c	4.6±0.3 ab	1.8±0.2 b
اسید جیبرلیک Gibberellin (600ppm)	25/15	119.7±15 g	196.6±12 d	49.9±4.4 c	2.4±0.2 c	0.8±0.1 d
	25/20	196.8±14 e	212.4±11 d	51.8±4.1 c	3.8±0.8 b	1.1±0.3 d
	25/25	126.3±9.3 g	154.5±9.6 e	50.5±2.2 c	2.5±0.1 c	0.9±0.1 d
	25/30	124.8±9.9 g	144.6±12 e	49.9±1.7 c	2.5±0.2 c	0.7±0.2 d
پلی اتیلن گلیکول PEG (-5 bar)	25/15	81.5±9.1 h	119.5±10 f	45.3±1.1 d	1.8±0.3 c	1.4±0.1 c
	25/20	101.2±6.9 g	165.7±11 e	46±2.2 d	2.2±0.3 c	1.6±0.2 bc
	25/25	76.3±9.9 h	145.5±9.8 e	42.4±3.1 d	1.8±0.3 c	1.4±0.3 c
	25/30	56.5±8.8 i	134.4±11 e	40.4±2.4 e	1.4±0.5 d	0.9±0.2 d
پلی اتیلن گلیکول PEG (-10 bar)	25/15	94.3±9.4 g	121.9±9.7 f	41±1.1 e	2.3±0.2 c	0.8±0.08 d
	25/20	106.3±9.9 g	158.2±5.8 e	42.5±1.3 d	2.5±0.3 c	1.1±0.2 d
	25/25	81.5±9.2 h	123.3±8.8 f	38.8±3.5 ef	1.3±0.1 d	0.9±0.1 d
	25/30	48.3±3.9 i	114.4±9.2 f	30.2±2.4 f	1.6±0.2 d	0.8±0.2 d
پلی اتیلن گلیکول PEG (-15 bar)	25/15	46.6±6.5 i	199.6±11 d	33.3±2.7 f	1.4±0.5 d	0.6±0.2 d
	25/20	63.7±9.4 h	202.2±12 d	35.4±4.3 e	1.8±0.4 cd	0.7±0.1 d
	25/25	15.1±2.1 j	155.4±8.9 e	30.3±2.3 f	0.5±0.1 e	0.5±0.1 e
	25/30	14.4±4.5 j	134.3±12 e	28.8±0.5 g	0.5±0.2 e	0.4±0.01 e

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، تفاوت معنی‌داری در سطح (p ≤ 0.05) ندارند.

Means in each column followed by the same letters are not significantly different (P<0.05).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ (نیترات پتاسیم، اسید جیبرلیک، پلی اتیلن گلیکول) و دما بر

صفات تحت بررسی در آزمایشگاه در مرتبه دوم

Table 4. Mean comparisons of priming (KNO₃, Gibberellin, PEG) and temperature on measured characters under laboratory conditions in second step

پرایمینگ Priming	دما (روز/شب) Temperature (Day/Night)(°C)	بنیه بذر Seed Vigour	سرعت جوانه زنی Germination Ratio (Seed/Day)	درصد جوانه زنی Germination Percentage (%)	طول ساقچه Length of Plumule (cm)	طول ریشه چه Length of Radicle (cm)
شاهد Control	25/15	175.3±14 d	210.9±27.4 b	62.7±5.4 b	2.8±0.1 d	1.9±0.2 d
	25/20	196.6±17cd	258.8±20.1 b	67.8±4.4 b	2.9±0.6 cd	2.2±0.2 c
	25/25	167.2±16 d	222.3±27.7 b	64.3±5.4 b	2.6±0.3 d	1.6±0.3 d
	25/30	165.8±11 d	200.8±6.6 c	61.4±6.1 b	2.7±0.2 d	1.5±0.5 d
هیدرو پرایم Hydro- priming	25/15	277.1±12 b	319.9±5.9 a	74.9±8.7 ab	3.7±0.6 c	1.9±0.2 d
	25/20	295.3±11 b	322.9±8.3 a	77.7±3.4 a	3.8±0.2 c	2.4±0.2 c
	25/25	223.2±10 c	224.9±8.4 b	62±5.4 b	3.6±0.3 c	1.5±0.2 d
	25/30	201.25±14c	212.1±6.4 b	57.5±3.4	3.5±0.4 c	1.4±0.3 d
نیترات پتاسیم KNO ₃ (200ppm)	25/15	316.05±11b	250.8±5.8 b	64.5±3.4b	4.9±0.2 ab	2.6±0.1 b
	25/20	458.1±37 a	360.5±9.4 a	88.1±7.4 a	5.2±0.1 a	3.1±0.2 a
	25/25	304.8±14 b	255.5±5.9 b	63.5±3.4 b	4.8±0.2 a	2.5±0.2 b
	25/30	207.9±15cd	200.1±5.7 b	59.4±3.1 c	3.5±0.4 c	2.3±0.08 c
نیترات پتاسیم KNO ₃ (400ppm)	25/15	350.8±12 b	275.5±19.4 a	68.8±2.6 b	5.1±0.08a	2.6±0.2 b
	25/20	393.2±35ab	314.2±11.4 a	77.1±7.4 ab	5.1±0.1 a	2.6±0.1 b
	25/25	342.02±10b	313.2±15.1 a	69.8±3.4 b	4.9±0.2 ab	2.5±0.2 b
	25/30	324.77±12b	291.4±5.4 a	69.1±4.4 b	4.7±0.2 b	2.4±0.3 b
نیترات پتاسیم KNO ₃ (600ppm)	25/15	126.35±11d	322.8±5.4 a	66.5±2.4 b	1.9±0.1d	1.5±0.6 d
	25/20	220.2±12 c	350.5±7.4 a	68.8±1.4 b	3.2±0.3 c	1.7±0.3 d
	25/25	178.1±14 d	335.7±6.6 a	68.5±1.9 b	2.6±0.7 d	1.5±0.3 d
	25/30	107.4±14de	300.1±14.9 ab	67.1±1.8 b	1.6±0.3 d	0.9±0.3 e
اسید جیبرلیک Gibberellin (200ppm)	25/15	331.2±15 b	189.5±15.4 bc	67.6±1.4 b	4.9±0.2 a	2.6±0.1 b
	25/20	374.7±16 b	288.7±5.4 ab	70.7±2.3 b	5.3±0.3 a	2.9±0.3 ab
	25/25	316.05±10b	279.9±5.2 b	64.5±3.1 b	4.9±0.1 ab	2.8±0.2 b
	25/30	221.9±11 c	234.5±8.6 b	63.4±1.4 b	3.5±0.1 c	2.5±0.3 b
اسید جیبرلیک Gibberellin (400ppm)	25/15	276.85±16c	210.3±5.8 b	56.5±3.4 c	4.9±0.2 ab	2.2±0.5 bc
	25/20	413±12 a	341.6±25.4 a	73.75±7.7 a	5.6±0.6 a	3.4±0.2 a
	25/25	288.15±15c	219.3±11.4 b	56.5±3.4 c	5.1±0.1 a	2.3±0.1 c
	25/30	246.3±11 c	200.1±5.4 b	52.4±4.2 c	4.7±0.1 b	1.8±0.1 d
اسید جیبرلیک Gibberellin (600ppm)	25/15	127.25±13d	197.6±5.4 bc	50.9±3.4 d	2.5±0.4 d	0.8±0.06
	25/20	204.7±15 c	214.4±15.4 b	52.5±2.5 d	3.9±0.4c	1.1±0.1 e
	25/25	128.7±12 d	158.9±14.4 d	44.5±3.7 d	2.6±0.1 d	0.9±0.3 e
	25/30	127.14±17d	145.6±5.4 d	48.9±1.1 d	2.6±0.09d	0.7±0.3 f
پلی اتیلن گلیکول PEG (-5 bar)	25/15	83.98±11 e	121.8±4.8 c	44.2±3.3 d	1.9±0.2 d	1.4±0.3 de
	25/20	104.6±11de	167.9±6.2 c	45.5±2.4 d	2.3±0.1 d	1.6±0.1 d
	25/25	82.8±9.1 e	147.5±8.8 c	43.6±2.1 e	1.9±0.2 d	1.4±0.3 d
	25/30	63.6±8.4 e	136.4±7.1 c	42.4±1.3 e	1.5±0.1 e	0.9±0.3 e
پلی اتیلن گلیکول PEG (-10 bar)	25/15	101.8±14de	120.9±6.9 c	42.2±1.1 e	2.4±0.1 d	0.8±0.1 f
	25/20	113.1±8.4 d	160.5±8.8 c	43.5±3.4 e	2.6±0.2 d	1.1±0.1 e
	25/25	55.7±5.9 e	125.3±7.9 c	39.8±2.2 e	1.4±0.1 e	0.9±0.1 f
	25/30	52.7±5.4 e	111.1±5.4 c	32.2±1.1 f	1.7±0.2 d	0.8±0.05f
پلی اتیلن گلیکول PEG (-15 bar)	25/15	51.45±8.9 e	192.8±5.4 bc	34.3±1.1 e	1.5±0.2 e	0.6±0.05 f
	25/20	69.1±9.7 e	195.2±6.1 bc	36.4±3.3 e	1.9±0.2 de	0.7±0.07 f
	25/25	21.9±5.8 f	145.1±15.9 cd	31.3±2.4 f	0.7±0.1 f	0.5±0.06 f
	25/30	17.7±5.9 f	120.1±11.4 d	29.5±3.7 f	0.6±0.1 f	0.4±0.05 f

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، تفاوت معنی‌داری در سطح (p ≤ ۰/۰۵) ندارند.

Means in each column followed by the same letters are not significantly different (P<0.05).

افزایش رشد رویشی می‌تواند برای بالا رفتن ظرفیت نور در ساخت برگ و القای دسترسی بالاتر به آسمیلات‌های بیشتر و برخی فرآیندهای مورد نیاز برای تقویت و افزایش رشد و نمو رویشی باشد. افزایش در رشد رویشی و کیفیت بذر با نقش پتاسیم در انتقال قند و مواد مغذی در گیاه و فشار آماس در یاخته‌های گیاهی توصیف می‌شود. اسید جیبرلیک منجر به افزایش تقسیم سلولی و رشد سلول‌ها می‌شود و در نتیجه طول ریشه‌چه و ساقه‌چه را افزایش می‌دهد. این هورمون، هیدرولیز نشاسته، فروکتان و ساکارز را به گلوکز و فروکتوز افزایش می‌دهد که منجر به منفی‌تر شدن پتانسیل آبی سلول‌ها می‌شود و در نتیجه میزان جذب آب افزایش یافته و رشد سلول‌ها نیز افزایش می‌یابد (Rama and Rashad, 2014). پرایمینگ بذر با نیترات پتاسیم، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاهچه‌های بذور جوانه‌زده در گیاهان مختلف را تحت شرایط شوری افزایش می‌دهد (Azimi and Yadegari, 2015). پتاسیم در بزرگ شدن یاخته و در تازه نگه‌داشتن بافت‌های جوان و در رشد مریستمی گیاه دخالت دارد (Gholizadeh et al., 2016). در تحقیق حاضر مشخص گردید کاربرد نیترات پتاسیم (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و اسید جیبرلیک (۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر) اثر مثبت بر صفات رویشی و عملکردی گیاه دارویی بزرگ داشت. احتمالاً افزایش این پارامتر صفات رشدی باعث رشد بیشتر قسمت هوایی گیاه و در نهایت موجب بیشتر شدن وزن خشک برگ و قسمت‌های هوایی شده است (Emongor, 2007). دور از انتظار نیست که افزایش آسمیلاسیون در گیاه باعث افزایش مسیره‌های متابولیسمی در داخل گیاه گردیده و بدین طریق ارتباط بین مسیره‌های متابولیسمی اولیه و ثانویه را به نفع تولید متابولیت‌های ثانویه دستخوش تغییر گرداند (Sheykhbaglou et al., 2014). اسید جیبرلیک همچنین منجر به شکسته شدن خواب و شروع رشد گردیده که در ادامه، این امر منجر به افزایش وزن تر و خشک اندام‌های هوایی گیاه می‌شود (Rastogi, 2013; Emongor, 2007). اعمال تیمارهای هورمونی می‌تواند بر پاسخ گیاهان به تنش شوری اثر گذاشته و از اثرات مخرب آن بر گیاه بکاهد (Emongor, 2007). تیمار جیبرلین با غلظت ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر روی بوته‌های نیشکر، منجر به افزایش

غلظت قند گردید، ولی هنگامی که تیمار جیبرلین چندین دفعه تکرار شد، آنگاه عملکرد قند نیز ۲۵ درصد افزایش یافت (Subedi and Ma, 2005). اسید جیبرلیک منجر به جوانه‌زنی بذر، طولیل شدن ساقه، تقسیم سلولی و افزایش میزان اسانس و مواد مؤثره گیاه مریم گلی گردید (Schmiderer et al., 2010). تیمارهای پرایمینگ باعث کاهش دمای پایه جوانه‌زنی می‌شوند (Foti et al., 2002). کاهش دمای پایه باعث می‌شود که بذر جوانه‌زنی خود را زودتر آغاز کند و گیاه در رقابت با علف‌های هرز موفق‌تر باشد و شرایط محیطی به نحو مطلوب‌تری صورت گیرد. پرایمینگ باعث بهبود مؤلفه‌های جوانه‌زنی و تحمل به دما (Basra et al., 2004; Akramghaderi et al., 2008) می‌شود. طی تحقیقی گزارش شد که هیدروپرایمینگ در مدت زمان ۱۲ ساعت و در درجه حرارت ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به اسموپرایمینگ، هالوپرایمینگ و شاهد در مدت زمان‌های مختلف و در درجه حرارت‌های مختلف نتایج بهتری داشت و سبب افزایش جوانه‌زنی بذر گیاه عدس شد (Derya, 2012).

نتایج یک مطالعه نشان داد که استفاده از روش هیدروپرایمینگ، درصد جوانه‌زنی، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در بذر کتان (*Linum usitatissimum* L.) را افزایش داد. نتایج نشان داد که استفاده از دو تکنیک هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ بذر می‌تواند تحمل این گیاه نسبت به استرس شوری و خشکی را بهبود ببخشد که با نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر انطباق دارد (Kadkhodaie and Bagheri, 2012).

نتیجه‌گیری کلی

در تحقیق حاضر اثر پرایمینگ‌های مختلف بر خصوصیات جوانه‌زنی گیاه دارویی بزرگ بررسی گردید. بر اساس نتایج این تحقیق، جوانه‌زنی بذر در نتیجه استفاده از تیمارهای شیمیایی تغییر یافت. پیش تیمار پلی اتیلن گلیکول، اثرات منفی بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر داشت و موجب کاهش صفات رشد و جوانه‌زنی بذر گردید. در بین تیمارهای مختلف، تحت دمای ۲۵/۲۰ درجه سانتی‌گراد کاربرد نیترات پتاسیم (۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و اسید جیبرلیک (۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، بیشترین مقادیر صفات مورد ارزیابی را تولید نمود.

منابع

- Akramghaderi, F., Soltani, E., Soltani, E. and Miri, A. 2008. Effect of seed priming on germination response to temperature in cotton. *Journal of Agricultural Science and Natural Resources*. 15(3): 51-44. (In Persian) **(Journal)**
- Ansari, O. and Sharif-Zadeh, F. 2012. Osmo and hydro priming improvement germination characteristics and enzyme activity of Mountain Rye (*Secale montanum*) seeds under drought stress. *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*. 8(4):253-261. (In Persian) **(Journal)**
- Ansari, Kh., Salehi, A., Movahedi Dehnavi, M., Heydari, S. 2016. Effect of different seed priming on germination characteristics and some antioxidant enzymes activity of *Echinacea purpurea*. *Iranian Journal of Seed Science and Research*. 3(3): 1-10. (In Persian) **(Journal)**
- Asadi, A. and Sedghi, M. 2014. The Effect of osmo and hormone priming on germination and seed reserve utilization of millet seeds under drought stress. *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*. 10(1): 214-221. (In Persian) **(Journal)**
- Azimi, E. and Yadegari, M. 2015. The Effect of potassium nitrate and gibberellin on germination characteristics of *Glycine max* and *Brassica napus*. *International Journal of Reviwe Life Science*. 5(9): 1131-1138. (In Persian) **(Journal)**
- Bajji, M., Kinet, J. and Lutts, S. 2002. Osmotic and ionic effects of NaCl on germination, early seedling growth, and ion content of *Atriplex halimus* (Chenopodiaceae). *Canadian Journal of Botany*. 80: 297-304. **(Journal)**
- Basra, S.M.A., Ashraf, M., Iqbal, N., Khaliq, N. and Ahmad, R. 2004. Physiological and biochemical aspects of presowing heat stress on cotton seed. *Seed Science and Technology*. 32: 765-774. **(Journal)**
- Derya, O. 2012. The effect of different priming treatments and germination temperatures on germination performance of lentil (*Lens culinaris* Medik) seeds. *Journal of Agriculture and Biology Sciences*. 7(12): 977-981. **(Journal)**
- Deyholos, M.K. 2006. Bast fiber of flax (*Linum usitatissimum* L.): biological foundations of its ancient and modern uses. *Israel Journal of Plant Science*. 54: 273-280. **(Journal)**
- Emongor, V. 2007. Gibberellic acid (GA3) influence on vegetative growth, nodulation and yield of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) Walp. *Journal of Agronomy*. 6: 509-517. **(Journal)**
- Foti, S., Cosentiono, S.L., Patane, C. and Agosta, D. 2002. Effect of osmo-conditioning upon seed germination of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) under low temperature. *Seed Science and Technology*. 30: 521-531. **(Journal)**
- Fredj, M., Zhani, K., Hannachi, C. and Mehwachi, T. 2013. Effect of NaCl priming on seed germination of four coriander cultivars (*Coriandrum sativum* L.). *Eurasean Journal of Biosciences*. 7: 21-29. **(Journal)**
- Ghasemi golezani, K., Aliloo, A.A., Valizadeh, M. and Moghaddam, M. 2008. Effects of hydro and osmo-priming on seed germination and field emergence of lentil (*Lens culinaris* Medik). *Nutral Botany Horticulture*. 36(1): 29-33. (In Persian) **(Journal)**
- Ghasemi Pirbaloti, A., Golparvar, A., Reyahi, M. and Navid, M. 2007. The effect of different treatments on seeds dormancy and germination of five species of medicinal plants of Chahar Mahal & Bakhteyari province. *Pajouhesh & Sazandegi*. 74:185-192 (In Persian) **(Journal)**
- Gholizadeh, F., Manzari-Tavakkoli, A. and Pazoki, A. 2016. Evaluation of salt tolerance on germination stage and morphological characteristics of some medicinal plants artichoke, flax and safflower. *International Journal of Farmacological Allied Sciences*. 5(3): 229-237. (In Persian) **(Journal)**
- Guo, R., Zhou, J., Hao, W., Gu, F.X., Liu, Q., Li, H.R., Xia, X. and Mao, L. 2014. Germination, growth, chlorophyll fluorescence and ionic balance in linseed seedlings subjected to saline and alkaline stresses. *Plant Production Science*. 17(1): 20-31. **(Journal)**
- Huis, R., Hawkins, S. and Neutelings, G. 2010. Selection of reference genes for quantitative gene expression normalization in flax (*Linum usitatissimum* L.). *Plant Biology*. 10: 71-77. **(Journal)**
- Kadkhodaie, A. and Bagheri, M. 2012. Seed treatment to overcome salt and drought stresses during germination in linseed. *Journal of Research Agricultural Sciences*. 8(2): 141-151. **(Journal)**

- Kaur, S., Gupta, A.K. and Kaur, N. 2006. Effect of hydro and osmopriming of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds on enzymes of sucrose and nitrogen metabolism in nodules. *Plant Growth Regulators*. 49: 177-182. **(Journal)**
- Kazemi, A. and Yadegari, M. 2015. Effect of zinc on seed germination of barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes under salinity stress. *Advances in Environmental Biology*. 9(2): 30-37. **(Journal)**
- Michel, B.E. and Kaufman, M.R. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*. 51: 914-916. **(Journal)**
- Moghaddasi, M.S. 2011. Linseed and usages in humanlife. *Advances in Environmentl Biology*. 5(6): 1380-1392. **(Journal)**
- Mueller, K., Eisner, P., Yoshie-Stark, Y. and Kirchhoff, E. 2010. Functional properties and chemical composition of fractionated brown and yellow linseed meal (*Linum usitatissimum*). *Journal of Food Engenering*. 98(4): 453- 460. **(Journal)**
- Murungu, F., Chiduza, S.C., Nyamugafata, P., Chiduza, C. and Whalley, W.R. 2005. Effects of seed priming and water potentiol on germination of cotton (*Gossypium hirsulum* L.) and maize (*Zea mays* L.) in laboratory assays. *African Journal of Plant Sciences*. 22(1): 64-70. **(Journal)**
- Rama, T.R. and Rashad, A.H. 2014. A comparison study on the effect of some growth regulators on the nutrients content of maize plant under salinity conditions. *Annals Agricultural Sciences*, 59:89-94. **(Journal)**
- Rashidi, M. and Yadegari, M. 2014. The effect of salinity and drought stress on seed germination, seedling growth and biochemical changes in marigold. *Advances in Environmentl Biology*. 8(21): 510-515. **(Journal)**
- Rastogi, A. 2013. Effect of auxin and gibberellic acid on growth and yield components of linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Crop Breeding Applied Biotechnology*. 13: 136-143. **(Journal)**
- Reyazi, A., Sharifzadeh, F. and Ahmadi, A. Osmopriming effect on germination of *P.antidotale*, *P.miliacoum* and *S.italic*. 2007. *Journal of Agronomy and Horticulture*. 77: 72-82. (In Persian) **(Journal)**
- Schmiderer, C., Groger, S.G., Grassi, P., Steinborn, R. and Novak, J. 2010. Influence of gibberellin and daminozide on the expression of terpene synthases and on monoterpens in common sage (*Salvia officinalis*). *Journal of Plant Physiology*. 167: 779-786. **(Journal)**
- Sheykhbaglou, R., Rahimzadeh, S., Ansari, O. and Sedghi, M. 2014. The effect of salicylic acid and gibberellin on seed reserve utilization, germination and enzyme activity of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) seeds under drought stress. *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*. 10(1): 5-13. **(Journal)**
- Subedi, K.D. and Ma, B.L. 2005. Seed priming does not improve corn yield in a humid temperate environment. *Agriculture Journal*. 97: 211-218. **(Journal)**
- Tulsi, P. and Darshan, M. 2016. Flaxseed: A nutritional smash for superior health. *International Journal of Science Technology*. 2: 113-116. **(Journal)**
- Yadegari, M. 2015. Investigation of germination ratio and speed of twelve medicinal plants under salinity stress. *Iranian Journal of Seed Science and Research*. 2(1): 27-36. (In Persian) **(Journal)**



Effects of various priming conditions on seed germination characters in Mobarakeh population of linseed (*Linum usitatissimum* L.)

Mehrdad Tajvidi^{*1}, Mehrab Yadegari², Behzad Hamed²

Received: January 17, 2018

Accepted: December 24, 2017

Abstract

To investigate the effects of seed priming in *Linum usitatissimum* L. on germination characteristics and yield, experiments were conducted in the laboratory conditions. In laboratory a completely randomized design in factorial layout with 11 treatments (Poly Ethylene Glycol -5, -10 and -15 bar, gibberellin in 200, 400 and 600 ppm, KNO₃ in 200, 400 and 600 ppm concentrations, hydro-priming and control) in ranges of temperatures (15/25, 20/25, 25/25 and 30/25 °C -day/night) with 4 replication. The results showed that priming had a significant effects on seed germination characters. PEG treats had the most negative effects on germination characters. The most of seed vigour, percentage and ratio of germination, length of radicle and length of plumule amounts were made by KNO₃ (200 ppm) and gibberellin (400 ppm) under temperature range of 20/25 °C (day/night). It seems this influence made by the beneficial effects of potassium nitrate in growth and plant maintenance and effectiveness of gibberellin in cell growth and photosynthesis.

Key word: Flax; Halo-priming; Hormo-priming; Osmo-priming; Thermo-priming

How to cite this article

Tajvidi, M., Yadegari, M. and Hamed, B. 2019. Effects of various priming conditions on seed germination characters in Mobarakeh population of linseed (*Linum usitatissimum* L.). Iranian Journal of Seed Science and Research, 5(4): 25-34. (In Persian)(**Journal**)
DOI: [10.22124/jms.2018.2943](https://doi.org/10.22124/jms.2018.2943)

COPYRIGHTS

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research
The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit <http://jms.guilan.ac.ir/>

1. MSc. Graduate of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran

2. Assistant Professor, Department of Agronomy and Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran

*Corresponding author Email: mehrab_yadegari@yahoo.com