

ارزیابی تأثیر پرایمینگ و مدت آن بر خصوصیات جوانه‌زنی دو ژنوتیپ عدس (*Lens culinaris Medic.*) در شرایط آزمایشگاهی

سیدجلال آذری^۱، مهدی پارسا^{۲*}، احمد نظامی^۳، رضا توکل افشاری^۴ و جعفر نباتی^۵

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد؛ sjamnt@gmail.com

۲- دانشیار گروه آگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی و عضو پیوسته گروه پژوهشی بقولات پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استاد گروه آگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی و عضو پیوسته گروه پژوهشی بقولات پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد؛

nezami@um.ac.ir

۴- استاد گروه آگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد؛ tavakolafshari@um.ac.ir

۵- استادیار گروه پژوهشی بقولات پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد، nabati@um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۲۸

چکیده

با توجه به رشد روزافزون جمعیت و محدودیت منابع پروتئین حیوانی، اهمیت منابع پروتئین گیاهی خصوصاً حبوبات، از جمله عدس در تأمین پروتئین مورد نیاز انسان و نقش آن در تنظیم جیره غذایی ضروری به نظر می‌رسد. پرایمینگ بذر یک روش ساده قبل از جوانه‌زنی برای بهبود سبز شدن و کاهش اثرات عوامل تنش‌زا می‌باشد. به منظور تعیین مناسب‌ترین تیمار پرایمینگ و زمان آن بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر و گیاهچه عدس (*Lens culinaris Medic.*) آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه فیزیولوژی تنش‌های محیطی پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا گردید. تیمارها شامل دو ژنوتیپ عدس (رباط و کالپوش)، شش سطح پرایمینگ [شاهد (عدم پرایمینگ)، اسید جیبرلیک ($C_{19}H_{22}O_6$) ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، نیترات پتاسیم (KNO_3) ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، سولفات روی ($ZnSO_4$) ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، محلول آب‌نوش بذر دایان چهار میلی‌لیتر در یک لیتر آب و هیدروپرایمینگ] و مدت پرایمینگ (۷ و ۱۶ ساعت) بودند. درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، بنیه بذر بر مبنای وزن خشک گیاهچه و طول گیاهچه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج آزمایش نشان داد که ژنوتیپ رباط در تمامی صفات به‌جز وزن خشک ریشه‌چه و گیاهچه برتری معنی‌داری نسبت به ژنوتیپ کالپوش داشت. همچنین بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمار شاهد (عدم پرایمینگ) مشاهده شد، اما تفاوت معنی‌داری با تیمار پرایمینگ سولفات روی نداشت. نتایج حاصل از اثر ساده مدت پرایمینگ نشان داد که مدت زمان هفت‌ساعت پرایمینگ تأثیر بیشتری در مقایسه با مدت زمان ۱۶ ساعت روی صفات ارزیابی شده داشته است. می‌توان نتیجه گرفت که بذر ژنوتیپ رباط از بنیه و وضعیت بهتری نسبت به ژنوتیپ کالپوش برخوردار بود و به‌طور کلی می‌توان بیان کرد که صفات تعداد کل بذور جوانه‌زده، سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه و بنیه بذر در ژنوتیپ رباط و صفات وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه در ژنوتیپ کالپوش برتر بودند.

واژه‌های کلیدی: آب‌نوش بذر، بنیه بذر، پروتئین گیاهی، حبوبات

مقدمه

نگهداری خوبی هستند و در رژیم غذایی بیشتر مردم جهان نقش مهمی را ایفا می‌کنند (Majnoon Hosseini, 1994). عدس (*Lens culinaris Medic.*) یکی از قدیمی‌ترین منابع غذایی بشر است که به‌دلیل سهولت هضم و محتوای پروتئین بالا، در بین حبوبات دارای اهمیت خاصی است (Asgharian, 1998). عدس به‌عنوان یکی از بقولات دانه‌ای مهم، در بسیاری از نقاط جهان کاشت می‌شود. این گیاه نقش مهمی در بهبود سلامت انسان، حیوانات و خاک دارد

حبوبات پس از غلات به‌عنوان دومین منبع غذایی انسان، عمده‌ترین منبع پروتئین گیاهی محسوب می‌شوند. حبوبات گیاهانی از خانواده نخود (لگومینوز) هستند که دارای ۱۶۰۰۰ تا ۱۹۰۰۰ گونه و تقریباً ۷۵۰ جنس هستند. بذور رسیده و خشک بقولات دارای ارزش غذایی زیاد و قابلیت

*نویسنده مسئول: parsa@um.ac.ir

پرایمینگ به دست آمد که نسبت به زمان ۱۲ ساعت پرایمینگ به ترتیب افزایش ۲۰ و ۲۵/۲ درصدی را برای این خصوصیات نشان می‌دهد و بیشترین طول ریشه‌چه از پلی‌اتیلن گلاپکول پنج درصد در مدت زمان چهار ساعت پرایمینگ به دست آمد (Ramezani & Rezaei Sokht-Abandani, 2013).

با توجه به این که عدس معمولاً به صورت دیم کشت می‌گردد و در شرایط دیم غالباً امکان فراهم شدن رطوبت کافی در مراحل ابتدای رشد و جوانه‌زنی برای استقرار گیاهچه دارای مشکلاتی است، تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ و مدت پرایمینگ بر وضعیت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه و انتخاب مناسب‌ترین تیمار و مدت پرایمینگ بذور دو ژنوتیپ عدس انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در آزمایشگاه فیزیولوژی تنش‌های محیطی پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد، به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در سال ۱۳۹۶ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل دو ژنوتیپ عدس (رباط و کالپوش)، پرایمینگ در شش سطح [عدم پرایمینگ (شاهد)، اسید جیبرلیک ($C_{19}H_{22}O_6$) با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (Azarnia *et al.*, 2015)، محلول آبنوش بذور دایان چهارمیلی‌لیتر در یک لیتر آب (شرکت خوشه پروران زیست‌فناور)، نیترات پتاسیم (KNO_3) با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر (Eskandari & Alizade Amaraei, 2014)، سولفات روی ($ZnSO_4$) با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر (Abutalebian & Mohagheghi, 2015) و هیدروپرایمینگ (Golzazani *et al.*, 2008)] و مدت پرایمینگ (۷ و ۱۶ ساعت) بودند. جهت اجرای آزمایش و اعمال تیمارها، تعداد ۱۰۰ عدد بذور به صورت تصادفی برای هر تیمار انتخاب و بذور در دمای 20 ± 1 درجه سانتی‌گراد (Ghasem Golzazani & Dalil, 2011) در داخل دستگاه ژرمیناتور مدل گروک و در شرایط تاریکی قرار داده شدند. پس از پایان دوره های پرایمینگ (۷ و ۱۶ ساعت) بذور از محلول‌ها خارج و سپس تا خشک شدن کامل در محیط آزمایشگاه به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. در ادامه ابتدا بذور با محلول هیپوکلریت سدیم ($NaClO$) یک درصد به مدت پنج دقیقه ضدعفونی شدند و سپس سه مرتبه با آب مقطر شستشو داده شدند. پتری‌ها نیز با محلول هیپوکلریت سدیم پنج درصد ضدعفونی شدند. در مرحله بعد تعداد ۲۵ عدد بذور از تیمارهای پرایم شده در پتری های شیشه‌ای با قطر ۱۲ سانتی‌متر بین دو لایه کاغذ صافی واتمن قرار داده شدند و به هر پتری به میزان لازم آب مقطر

(Grusak, 2009). عدس یکی از حبوبات اصلی در کشورهای در حال توسعه است که می‌تواند به همراه غلات به عنوان مکمل غذایی به ویژه در الگوی غذایی اقشار کم‌درآمد گنجانده شود (FAO, 2013). جوانه‌زنی بذور معمولاً بحرانی‌ترین عامل تعیین کننده موفقیت یا شکست استقرار گیاه است (Kader & Jutzi, 2004).

نتایج تحقیقات حاکی از آن است که می‌توان با استفاده از تیمارهای افزایش‌دهنده قدرت بذور به جوانه‌زنی سریع، ظهور یکنواخت و استقرار قوی گیاه دست یافت (Farooq *et al.*, 2005; Ashraf & Foolad, 2006). از جمله مهم‌ترین تیمارهای افزایش‌دهنده قدرت جوانه‌زنی بذور می‌توان به پرایمینگ اشاره نمود. پرایمینگ به تعدادی از روش‌های مختلف بهبوددهنده بذور اطلاق می‌شود که در تمامی آن‌ها آب دهی کنترل شده بذور اعمال می‌شود. در پرایمینگ اجازه داده می‌شود که بذرها مقداری آب جذب کنند، به طوری که مراحل اولیه جوانه‌زنی انجام شود، اما ریشه‌چه خارج نشود. به عبارت دیگر، بذرها تا مرحله دوم جذب آب پیش می‌روند، اما وارد مرحله سوم (خروج ریشه‌چه) نمی‌شوند. بعد از پرایمینگ تیمارها، بذرها خشک و همانند بذورهای تیمار نشده ذخیره و کشت می‌شوند (McDonald, 1999). به طور کلی بذورهای پرایم شده نسبت به پرایم نشده جوانه‌زنی سریع‌تر و یکنواخت‌تری دارند (Soughir *et al.*, 2013). هیدروپرایمینگ ساده‌ترین روش برای افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی و یکنواختی استقرار تحت شرایط تنش به ویژه مناطق خشک می‌باشد (Berchie *et al.*, 2010). گزارش شده است که پرایمینگ با نیترات پتاسیم باعث افزایش وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد دانه، زیست توده و شاخص برداشت گیاهچه‌های عدس شده است (Pakbaz *et al.*, 2014). در تحقیقی که روی بذور هیبرید آفتابگردان (*Helianthus annuus*) صورت گرفت، نتایج حاکی از آن بود که تهییج با محلول نمک نیترات پتاسیم برای ۱۲ ساعت، بر روی استقرار گیاهچه، عملکرد و مقدار بذور هیبرید آفتابگردان به طور معنی‌داری تأثیر گذاشت و زمان جوانه‌زنی را ۵۰ درصد کاهش داد (Mubshar *et al.*, 2006). در آزمایشی که روی پرایمینگ بذور ذرت (*Zea mays*) صورت گرفت، مشاهده شد که پرایمینگ بذور باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی گردید، در حالی که پلی‌اتیلن گلاپکول باعث کاهش سرعت جوانه‌زنی شد. به علاوه، هیدروپرایمینگ بذور به مدت ۳۶ ساعت باعث افزایش جوانه‌زنی نهایی، طول ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه گردید (Moradi Dezfuli *et al.*, 2008). بیشترین سرعت جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه از پرایمینگ با پلی‌اتیلن گلاپکول پنج درصد در مدت زمان هشت ساعت

اضافه شد و جهت جوانه‌زنی به دستگاه ژرمیناتور با تنظیم دمای 20 ± 1 درجه سانتی‌گراد و محیط تاریک منتقل شدند. ظهور ریشه‌چه به طول دو میلی‌متر به‌عنوان شروع جوانه‌زنی بذر در نظر گرفته شد (AOSA, 2000) و شمارش بذره‌های جوانه‌زده به‌صورت روزانه صورت گرفت و در پایان روز چهاردهم پس از شمارش تعداد بذره‌های جوانه‌زده، ریشه‌چه و ساقه‌چه از محل اتصال به بذور قطع و شاخص‌هایی مانند درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، بنیه بذر بر مبنای وزن خشک گیاهچه و طول گیاهچه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه اندازه‌گیری شدند. لازم به ذکر است که توزین نمونه‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت 0.001 انجام گرفت. همچنین جهت اندازه‌گیری درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، بنیه بذر بر مبنای وزن خشک گیاهچه و طول گیاهچه از معادله‌های ۱ تا ۴ استفاده شد.

$$GP = \sum n/N \times 100 \quad (1)$$

در این معادله، GP درصد جوانه‌زنی، n تعداد کل بذره‌های جوانه‌زده و N تعداد کل بذور می‌باشد (Agraval, 1997).

$$GS = \sum n/D \quad (2)$$

در این معادله GS سرعت جوانه‌زنی، n تعداد بذره‌های جوانه‌زده در هر بار شمارش، و D تعداد روز پس از آغاز آزمایش است.

معادله (۳)

قوه نامیه (٪) \times وزن خشک گیاهچه (گرم) = بنیه بذر بر مبنای وزن خشک گیاهچه (بنیه بذر) (Abdul-Baki & Anderson., 1973)

معادله (۴)

قوه نامیه (٪) \times طول گیاهچه (سانتی‌متر) = بنیه بذر بر مبنای طول گیاهچه (بنیه بذر)

داده‌های به‌دست‌آمده توسط نرم‌افزار آماری SAS 9.4 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و برای رسم نمودار از نرم‌افزار Excel 2013 استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج‌درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تعداد کل بذور جوانه زده، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی تحت تأثیر ژنوتیپ، پرایمینگ و اثر متقابل ژنوتیپ در زمان در سطح احتمال یک‌درصد قرار گرفتند (جدول ۱)، به‌طوری‌که در تمامی این سه خصوصیت ژنوتیپ رباط، و تیمار عدم پرایمینگ (شاهد) که با پرایمینگ سولفات روی اختلاف معنی‌داری نداشت، بیشترین مقدار را دارا بودند (جدول ۲ و ۳). ژنوتیپ رباط با ۱۶ ساعت پرایمینگ بیشترین تعداد کل بذور جوانه‌زده، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی را دارا بود، ولی با ژنوتیپ رباط با هفت ساعت پرایمینگ تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر ژنوتیپ، پرایمینگ و مدت پرایمینگ بر صفات مورد مطالعه بذر عدس

Table 1. Analysis of variance (mean square) of effect of genotype, priming and priming duration on studied traits of lentil seed

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعداد کل بذور جوانه‌زده TNOSG	درصد جوانه‌زنی GP%	سرعت جوانه‌زنی GR	طول ریشه‌چه RL	طول ساقه‌چه SL	طول گیاهچه SEEL
ژنوتیپ Genotype	1	645**	10333**	3.29**	4.48*	5.67**	20.2**
پرایمینگ Priming	5	15.1**	242**	0.07**	2.53**	2.16*	7.71**
زمان Time	1	12.7	204	0.06	1.58	19.1**	31.6**
ژنوتیپ \times پرایمینگ Priming \times Genotype	5	2.01	32.3	0.01	0.64	1.21	1.50
ژنوتیپ \times زمان Time \times Genotype	1	27**	433**	0.13**	0.26	0.15	0.82
پرایمینگ \times زمان Time \times Priming	5	4.73	75.7	0.02	1.10	0.61	2.98
ژنوتیپ \times پرایمینگ \times زمان Time \times Priming \times Genotype	5	6.16	98.7	0.03	1.38	0.46	2.65
خطا Error	72	3.64	58.38	0.01	0.73	0.68	2.13
ضریب تغییرات (درصد) CV(%)		9.10	9.10	9.12	16.37	22.62	16.44

**، * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک‌درصد و پنج‌درصد

TNOSG: تعداد کل بذور جوانه‌زده؛ GP: درصد جوانه‌زنی؛ GR: سرعت جوانه‌زنی؛ RL: طول ریشه‌چه؛ SL: طول ساقه‌چه؛ SEEL: طول گیاهچه

*, **: Significant at 5% and 1%, respectively

df: degree freedom; TNOSG: Total number of seeds germinated; GP: Germination percentage; GR: Germination rate; RL: Root length; SL: Shoot length; SEEL: Seedling length

نداشت؛ اما با مدت زمان هشت ساعت تفاوت معنی داری داشت (Ghassemi-Golezani et al., 2008). پرایمینگ بذر ذرت ۶۴۰ نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی تحت پرایمینگ با آب خالص و بعد پلی اتیلن گلیکول با غلظت‌های ۱۰ و ۵ درصد و نیترات پتاسیم با غلظت یک درصد حاصل شد (Rezaei et al., 2010). با توجه به این که ژنوتیپ رباط درصد و سرعت جوانه‌زنی و بنیه و همچنین تعداد کل بذر جوانه‌زده بیشتری نسبت به ژنوتیپ کالپوش داشت، مشخص می‌شود که این ژنوتیپ از قدرت بیشتری نسبت به ژنوتیپ کالپوش برخوردار بوده و با توجه به این که سرعت جوانه‌زنی بیشتری دارد، بذر این ژنوتیپ می‌تواند از منابع و زمان، بهتر استفاده کنند و فعالیت‌های متابولیکی را به سرعت آغاز کرده و آن‌ها را افزایش دهند و در نهایت، سایر خصوصیات رشدی از جمله طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بیشتری تولید کند.

نتایج مطالعه روی گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*) نشان داد که پرایمینگ، بر سرعت جوانه‌زنی این گیاه اثر منفی دارد (Nazarian et al., 2014). در مقابل مطالعه پرایمینگ تغذیه‌ای بذر سویا (*Glycine max*) با سولفات روی، سولفات منگنز و اسید بوریک، بهبود شاخص‌های سبز شدن و افزایش ریزمغذی‌ها در بذر مشاهده گردید (Imran et al., 2008). بیان شده است که پرایمینگ بذر عدس با سولفات روی باعث افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی این بذر نسبت به بذرهای شاهد شده است (Aliloo, 2014). افزایش مدت پرایمینگ از ۱۲ ساعت به ۲۴ ساعت در باریجه (*Ferula gummosa*) اثر معنی داری روی درصد و سرعت جوانه‌زنی داشت (Ahmadi et al., 2015). مطالعه هیدروپرایمینگ نخود (*Cicer arietinum*) به مدت ۲۴ ساعت موجب افزایش سرعت جوانه‌زنی گردید، ولی اختلاف معنی داری با زمان ۱۶ ساعت

جدول ۲- اثر پرایمینگ و مدت پرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر دو ژنوتیپ عدس

Table 2. The effect of priming and priming duration on seed germination indexes of two lentil genotype

تیمارها	تعداد کل بذر جوانه‌زده	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	طول گیاهچه
Treatments	TNOSG	GP (%)	GR	RL(cm)	SL(cm)	SEEL(cm)
رباط	23.5a*	94.3a	1.68a	5.43a	3.90a	9.34a
کالپوش	18.3b	73.5b	1.31b	5.00b	3.42b	8.42b
7 Hours	21.35a	85.41a	1.52a	5.34a	4.11a	9.46a
16 Hours	20.62a	82.50a	1.47a	5.09a	3.22b	8.31b

*میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر صفت در سطح احتمال پنج درصد، اختلاف معنی داری ندارند.

TNOSG: تعداد کل بذر جوانه‌زده؛ GP: درصد جوانه‌زنی؛ GR: سرعت جوانه‌زنی؛ RL: طول ریشه‌چه؛ SL: طول ساقه‌چه؛ SEEL: طول گیاهچه

*Means with similar letters in each treatment are not significantly different ($p \leq 0.05$).

TNOSG: Total number of seeds germinated; GP: Germination percentage; GR: Germination rate; RL: Root length; SL: Shoot length, SEEL: Seedling length

(Nabavi Kalat, 2013). بیشترین طول گیاهچه در تیمار پرایمینگ شاهد (عدم پرایمینگ) مشاهده شد که با پرایمینگ سولفات روی اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۳). بررسی تیمارهای مختلف پرایمینگ در برنج (*Oryza sativa*) نشان داد که مدت زمان پنج ساعت پرایمینگ باعث افزایش طول ساقه‌چه شد و بیشترین طول ریشه‌چه از تیمار پرایمینگ با پلی اتیلن گلیکول در غلظت پنج درصد به دست آمد (Ramezani & Sokht Abandani, 2011). مطالعه اسپرس (*Onobrychis sativa* L.) حاکی از افزایش طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه در تیمار پرایمینگ به مدت شش ساعت بود (Ramezani & Sokht Abandani, 2013). بررسی وزن خشک ریشه‌چه نشان داد که این ویژگی تنها تحت تأثیر ژنوتیپ و مدت پرایمینگ در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۵)، به طوری که ژنوتیپ کالپوش و مدت پرایمینگ هفت ساعت بیشترین وزن ریشه را تولید کردند (جدول ۶).

نتایج نشان داد که طول ریشه‌چه تحت تأثیر ژنوتیپ و پرایمینگ قرار گرفت (جدول ۱). بهترین ژنوتیپ برای این خصوصیت ژنوتیپ رباط و مناسب‌ترین تیمار پرایمینگ، شاهد (عدم پرایمینگ) بود که با تیمار پرایمینگ سولفات روی اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۲ و ۳). طول ساقه‌چه و گیاهچه تحت تأثیر ژنوتیپ، پرایمینگ و مدت پرایمینگ در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد قرار گرفتند (جدول ۱)، به طوری که برای هر دو خصوصیت بهترین ژنوتیپ، ژنوتیپ رباط و مناسب‌ترین زمان، هفت ساعت پرایمینگ بود (جدول ۲) و برای طول ساقه‌چه بهترین تیمار، عدم پرایمینگ (شاهد) بود که در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری با پرایمینگ‌های اسید جیبرلیک، نیترات پتاسیم و سولفات روی نداشت (جدول ۳). مطالعه خصوصیات جوانه‌زنی بذر عدس تحت تنش شوری صورت نشان داد که بیشترین طول ساقه‌چه (یک سانتی متر) از ژنوتیپ رباط حاصل شده است که افزایش ۴۰ درصدی را نسبت به رقم کیمیا نشان می‌دهد (Aghah &

جدول ۳- اثر پرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر دو ژنوتیپ عدس
Table 3. The effect of priming on germination indexes of two lentil genotype

ترکیبات Compounds	تعداد کل بذور جوانه‌زده TNOSG	درصد جوانه‌زنی GP (%)	سرعت جوانه‌زنی GR	طول ریشه‌چه RL (cm)	طول ساقه‌چه SL (cm)	طول گیاهچه SEEL (cm)
Gibberellic acid اسید جیبرلیک	19.81 ^{c*}	79.25 ^c	1.41 ^c	4.85 ^c	3.89 ^{ab}	8.74 ^b ^c
Dayan seed solution محلول بذر دایان	20.50 ^c	82.00 ^c	1.46 ^c	4.92 ^{bc}	3.18 ^c	8.11 ^c
Zinc sulfate سولفات روی	21.87 ^{ab}	87.50 ^{ab}	1.56 ^{ab}	5.47 ^{ab}	3.96 ^a	9.44 ^{ab}
Potassium nitrate نیترات پتاسیم	20.56 ^{bc}	82.25 ^{bc}	1.48 ^{bc}	4.99 ^{bc}	3.51 ^{a-c}	8.50 ^{bc}
Hydroperiming هیدروپرایمینگ	20.75 ^{bc}	83.00 ^{bc}	1.48 ^{bc}	5.17 ^{bc}	3.34 ^{bc}	8.52 ^{bc}
control شاهد	22.43 ^a	89.75 ^a	1.60 ^a	5.89 ^a	4.09 ^a	9.98 ^a

*میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر صفت در سطح احتمال پنج درصد، اختلاف معنی‌داری ندارند.

TNOSG: تعداد کل بذور جوانه‌زده؛ GP: درصد جوانه‌زنی؛ GR: سرعت جوانه‌زنی؛ RL: طول ریشه‌چه؛ SL: طول ساقه‌چه؛ SEEL: طول گیاهچه

*Means with similar letters in each treatment are not significantly different ($p \leq 0.05$).

TNOSG: Total number of seeds germinated; GP: Germination percentage; GR: Germination rate; RL: Root length; SL: Shoot length, SEEL: Seedling length

جدول ۴- اثر ژنوتیپ و پرایمینگ بر تعداد بذور جوانه‌زده، درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر دو ژنوتیپ عدس

Table 4. The effect of genotype and priming on the number of germinated seeds, percentage and rate of germination of two lentil genotypes

تیمارها Treatments	تعداد بذور جوانه‌زده Number of seeds germinated	درصد جوانه‌زنی Germination (%)	سرعت جوانه‌زنی Germination rate
Genotype Rabat 7 hours priming ژنوتیپ رباط ۷ ساعت پرایمینگ	23.41 ^{a*}	93.66 ^a	1.67 ^a
Genotype Rabat 16 hours priming ژنوتیپ رباط ۱۶ ساعت پرایمینگ	23.75 ^a	95.00 ^a	1.69 ^a
Genotype Calposh 7 hours priming ژنوتیپ کالپوش ۷ ساعت پرایمینگ	19.29 ^b	77.16 ^b	1.37 ^b
Genotype Calposh 16 hours priming ژنوتیپ کالپوش ۱۶ ساعت پرایمینگ	17.50 ^c	70.00 ^c	1.24 ^c

*میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر صفت در سطح احتمال پنج درصد، اختلاف معنی‌داری ندارند.

*Means with similar letters in each treatment are not significantly different ($p \leq 0.05$).

گیاه و در نتیجه سرعت جذب آب بالاتر آن باشد و زمان بیشتر باعث آسیب به بذر خواهد شد. مطالعه درصد جوانه‌زنی بذر گندم نشان داد که مدت کم پرایمینگ تأثیر بهتری بر این ویژگی دارد، اما افزایش طول دوره پرایمینگ تا ۱۲ ساعت باعث کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی شد (Giri & Schillinger, 2003). پرایمینگ بذر برنج نشان داد که بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی به ترتیب برای تیمارهای با زمان شش ساعت (۱۰۰ درصد) و زمان ۱۸ ساعت (۹۲ درصد) حاصل شد (Rezaei & Ramezani, 2011). همچنین بررسی‌ها نشان داد که بهترین مدت برای هیدروپرایمینگ بذر تاج خروس (*Amaranthus cruentus* L.) دوساعت بود که باعث کاهش مدت لازم تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی و سبز شدن و افزایش درصد جوانه‌زنی شده است (Musa et al., 2014). مطالعه سه رقم فلفل (*Capsicum annuum* L.) نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی برای رقم Beldi با پرایمینگ پتاسیم کلرید در غلظت ۱۰ میلی‌مولار و مدت ۳۶ ساعت، برای رقم Baklouti با پرایمینگ کلسیم کلرید با غلظت ۱۰ میلی‌مولار و مدت ۳۶ ساعت و برای رقم Anaheim Chili با پرایمینگ سدیم کلرید با غلظت ۵۰ میلی‌مولار و مدت ۲۴ ساعت حاصل شد (Aloui et al., 2014).

وزن خشک ساقه‌چه تنها تحت تأثیر مدت پرایمینگ در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۵) و بیشترین وزن ساقه‌چه در تیمار هفت ساعت پرایمینگ تولید شد (جدول ۶). وزن خشک گیاهچه تحت تأثیر ژنوتیپ و پرایمینگ در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۵). بهترین ژنوتیپ برای این خصوصیت ژنوتیپ کالپوش و بهینه‌ترین زمان، هفت ساعت پرایمینگ بود (جدول ۶). بیشترین وزن خشک گیاهچه عدس تحت تنش شوری از هیدروپرایمینگ این بذور و تحت تنش خشکی از پرایمینگ با نیترات پتاسیم به دست آمده است که نسبت به هیدروپرایمینگ این بذور افزایش ۵/۶ درصد را تحت تنش خشکی نشان می‌دهد (Eskandari & Alizadeh-Amraie, 2014).

گزارش شده است که هیدروپرایمینگ به مدت ۱۲ ساعت باعث افزایش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در گیاه گندم (*Triticum aestivum* L.) شد (Shafiei Abnavi & Ghobadi, 2012). پرایمینگ با سولفات روی باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک ساقه‌چه باریجه شد (Ahmadi et al., 2015). تأثیر مدت پرایمینگ بر جوانه‌زنی در گونه‌های مختلف گیاهی متفاوت است. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که احتمالاً برای بذور عدس مدت کمتر پرایمینگ (هفت ساعت) مناسب باشد. دلیل این امر ممکن است پروتئینی بودن بذر این

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر ژنوتیپ، پرایمینگ و مدت پرایمینگ بر صفات گیاهچه عدس

Table 5. Analysis of variance (mean square) of effect of genotype, priming and priming duration on studied traits of lentil seedlings

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن خشک ریشه‌چه RDW	وزن خشک ساقه‌چه SDW	وزن خشک گیاهچه SEEDW	بنیه بذر ۱ SV1	بنیه بذر ۲ SV2
ژنوتیپ Genotype	1	7.32**	1.01	13.76**	168421**	1579014**
پرایمینگ Priming	5	0.64	0.89	2.23	59246**	136366**
زمان Time	1	27.2**	9.99**	70.09**	666500**	350175**
ژنوتیپ×پرایمینگ Priming×Genotype	5	1.07	0.78	2.86	22338	13822
ژنوتیپ×زمان Time×Genotype	1	0.02	0.95	1.27	32156	43861
پرایمینگ×زمان Time×Priming	5	0.94	0.34	1.87	23422	48476*
ژنوتیپ × پرایمینگ × زمان Time×Priming×Genotype	5	0.32	0.36	1.01	11957	36095
خطا Error	72	0.72	0.38	1.71	11522	15796
ضریب تغییرات (درصد) CV(%)		20.07	20.48	18.05	17.69	16.70

**، * به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک‌درصد و پنج‌درصد

RDW: وزن خشک ریشه‌چه؛ SDW: وزن خشک ساقه‌چه؛ SEEDW: وزن خشک گیاهچه؛ SV1: بنیه بذر ۱ (بنیه بذر بر مبنای وزن خشک گیاهچه)؛ SV2: بنیه بذر ۲ (بنیه بذر بر مبنای طول گیاهچه)

*, **: Significant at 5% and 1%, respectively.

RDW: Root dry weight; SDW: Shoot dry weight; SEEDW: Seedling dry weight; SV1: Seed vigor1 (Seed vigor based on seedling dry weight); SV2: Seed vigor2 (seed vigor based on seedling seed length)

جدول ۶- تأثیر پرایمینگ و مدت آن بر وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه، گیاهچه و بنیه بذر ۱ و ۲ دو ژنوتیپ عدس

Table 6. The effect of priming and priming duration on root, stem and seedling dry weight and seed vigor 1 and 2 of two lentil genotype

تیمارها Treatments	وزن خشک ریشه‌چه RDW (mg)	وزن خشک ساقه‌چه SDW (mg)	وزن خشک گیاهچه SEEDW (mg)	بنیه بذر ۱ SV1	بنیه بذر ۲ SV2
رباط Robat	3.95 ^b	2.92 ^a	6.88 ^b	648 ^a	880 ^a
کالپوش Calposh	4.51 ^a	3.12 ^a	7.63 ^a	564 ^b	624 ^b
7 Hours	4.76 ^a	3.34 ^a	8.11 ^a	689 ^a	812 ^a
16 Hours	3.70 ^b	2.70 ^b	6.40 ^b	523 ^b	691 ^b

*میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر صفت، در سطح احتمال پنج‌درصد، اختلاف معنی‌داری ندارند.

RDW: وزن خشک ریشه‌چه؛ SDW: وزن خشک ساقه‌چه؛ SEEDW: وزن خشک گیاهچه؛ SV1: بنیه بذر ۱ (بنیه بذر بر مبنای وزن خشک گیاهچه)؛ SV2: بنیه بذر ۲ (بنیه بذر بر مبنای طول گیاهچه)

*Means with similar letters in each treatment are not significantly different ($p \leq 0.05$).

RDW: Root dry weight; SDW: Shoot dry weight; SEEDW: Seedling dry weight; SV1: Seed vigor1 (Seed vigor based on seedling dry weight); SV2: Seed vigor2 (Seed vigor based on seedling length)

و طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه حاصل می‌شوند و ژنوتیپ رباط، هم درصد جوانه‌زنی و هم وزن خشک گیاهچه و طول گیاهچه‌ی بیشتری داشت، لذا در این دو شاخص نیز برتری خود را حفظ کرد. مطالعات نشان داده است که بیشترین بنیه بذر بر مبنای وزن خشک گیاهچه و طول گیاهچه بذرهای اسپرس، در پرایمینگ با محلول پلی‌اتیلن‌گلیکول و کلرید پتاسیم با غلظت پنج‌درصد به‌دست آمده است (Ramezani & Sokht Abandani, 2013). در بررسی اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر بذرهای اسپرس و یونجه (*Medicago sativa*) گزارش شده است که بیشترین شاخص بنیه بذر با تیمار بدون پرایمینگ در یونجه و کمترین شاخص بنیه بذر برای تیمار کلرید کلسیم با غلظت سه‌درصد برای گیاه اسپرس حاصل شده است (Farhangian & Jafary, 2009). گزارش شده است که قدرت بذور عدس تحت پرایمینگ با اسید جیبرلیک باعث افزایش ۵۶/۹ درصدی این خصوصیت نسبت به بذرهای شاهد شده است (Azarnia et al., 2015).

شاخص‌های بنیه بذر در مقایسه با وزن یا طول گیاهچه به دلیل این‌که اطلاعات جامع‌تری در ارتباط با وضعیت بذر در اختیار قرار می‌دهند، دارای ارزش بیشتری در مطالعه جوانه‌زنی هستند. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که بنیه بذر بر مبنای وزن خشک گیاهچه تحت تأثیر ژنوتیپ، پرایمینگ و مدت آن در سطح احتمال یک‌درصد قرار گرفت و بنیه بذر بر مبنای طول گیاهچه تحت تأثیر ژنوتیپ، پرایمینگ، مدت پرایمینگ و برهمکنش پرایمینگ در مدت آن و در سطح احتمال پنج‌درصد قرار گرفت (جدول ۵). ژنوتیپ رباط و مدت هفت‌ساعت بیشترین بنیه بذر ۱ و ۲ را داشتند و تیمار شاهد (عدم پرایمینگ) نیز از این نظر برتر بود، اگرچه با پرایمینگ سولفات روی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۶ و ۷). برهمکنش پرایمینگ در مدت آن تأثیر معنی‌داری بر شاخص بنیه بذر بر مبنای گیاهچه داشت و تیمار شاهد (عدم پرایمینگ) و مدت هفت‌ساعت برتری نشان داد (شکل ۱). با توجه به این‌که این دو شاخص از حاصل‌ضرب درصد جوانه‌زنی

جدول ۷- اثر پرایمینگ بر وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه، گیاهچه و بنیه بذرا و ۲ دو ژنوتیپ عدس

Table 7. The effect of priming on root, soot, and seedling dry weight and seed vigor1 and 2 of two lentil genotype

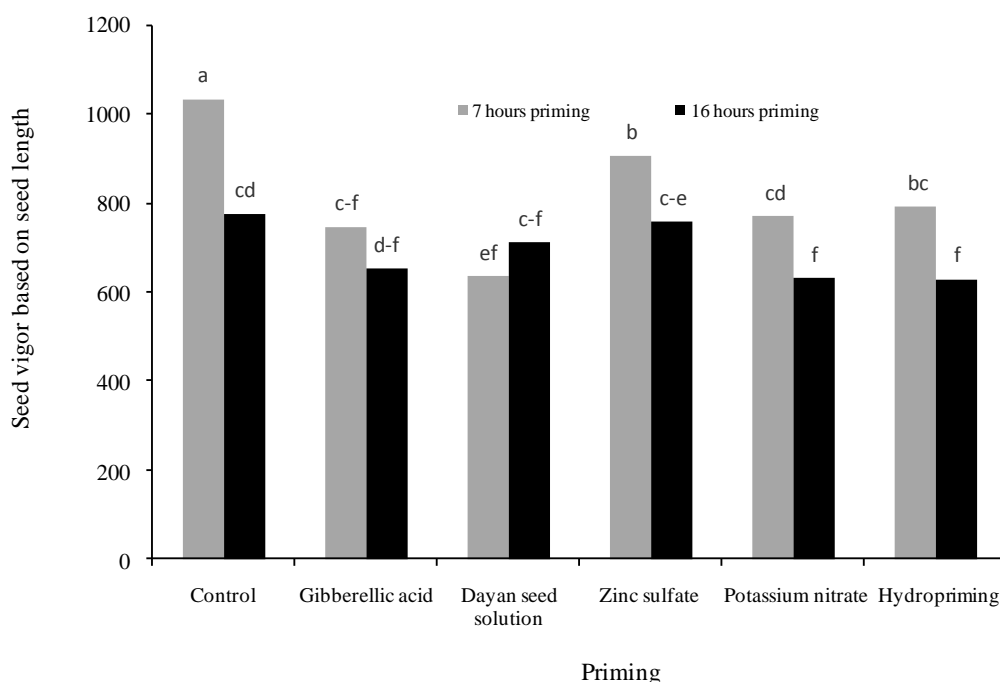
ترکیبات Compounds	وزن خشک ریشه‌چه RDW (mg)	وزن خشک ساقه‌چه SDW (mg)	وزن خشک گیاهچه SEEDW (mg)	بنیه بذرا ۱ SV1	بنیه بذرا ۲ SV2
Gibberellic acid جیبرلیک اسید	4.16 ^{a*}	2.59 ^a	6.76 ^a	530 ^c	699 ^b
Dayan seed solution محلول بذرا دایان	3.95 ^a	3.04 ^a	6.99 ^a	571 ^c	672 ^b
Zinc sulfate سولفات روی	4.44 ^a	3.09 ^a	7.53 ^a	655 ^{ab}	830 ^a
Potassium nitrate نیترات پتاسیم	4.08 ^a	3.03 ^a	7.12 ^a	580 ^{bc}	699 ^b
Hydropriming هیدروپرایمینگ	4.30 ^a	3.05 ^a	7.36 ^a	602 ^{bc}	709 ^b
control شاهد	4.45 ^a	3.32 ^a	7.78 ^a	698 ^a	903 ^a

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر صفت در سطح احتمال پنج‌درصد، اختلاف معنی‌داری ندارند.

RDW: وزن خشک ریشه‌چه؛ SDW: وزن خشک ساقه‌چه؛ SEEDW: وزن خشک گیاهچه؛ SV1: بنیه بذرا ۱ (بنیه بذرا بر مبنای وزن خشک گیاهچه)؛ SV2: بنیه بذرا ۲ (بنیه بذرا بر مبنای طول گیاهچه)

*Means with similar letters in each treatment are not significantly different ($p \leq 0.05$).

RDW: Root dry matter; SDW: Shoot dry matter; SEEDM: Seedling dry weight; SV1: Seed vigor1 (Seed vigor based on seedling dry weight); SV2: Seed vigor2 (Seed vigor based on seedling seed length)



شکل ۱- تأثیر سطوح مختلف پرایمینگ و مدت آن بر بنیه بذرا (بر مبنای طول گیاهچه) در گیاهچه عدس

Fig. 1. Effect of different levels of priming and it's duration on seed vigor1 (based on seed length) in lentil seedlings

گیاهچه بود. به‌طور کلی بر اساس نتایج این مطالعه، بذور این دو ژنوتیپ عدس واکنش مثبت قابل‌توجهی از نظر ویژگی‌های جوانه‌زنی به پرایمینگ با اسید جیبرلیک، نیترات پتاسیم، سولفات روی، محلول آبنوش بذرا دایان و هیدروپرایمینگ نشان نمی‌دهند. به‌نظر می‌رسد مطالعات تکمیلی در رابطه با سایر ترکیبات برای بهبود جوانه‌زنی ضروری باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که ژنوتیپ رباط از نظر بنیه بذرا و سایر خصوصیات جوانه‌زنی نسبت به ژنوتیپ کالپوش برتری دارد که می‌توان برای کشت از این ژنوتیپ بهره برد. پرایمینگ با سولفات روی بعد از تیمار شاهد دارای بیشترین سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی و بنیه بذرا بر مبنای طول

منابع

1. Abdul-Baki, A.A., and Anderson, J.D. 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. *Crop Science* 13: 630-633.
2. Abu Taliban, M.A., and Mohagheghi, A. 2015. Effect of different seed priming treatments on yield and yield components of lentil under drought stress conditions. *Journal of Crop Production and Processing* 5(15): 129-140.
3. Aghah, F., and Nabavi Kalat, M. 2013. Study of seed priming in improvement of lentil seed germination indices under salinity stress. *Journal of Science and Technology of Seeds* 3(2): 53-61. (In Persian).
4. Agrawal, R.L. 1997. *Seed Technology*. Oxford and IBH Publishing Co, PUT.LTD, New Delhi. p. 552.
5. Ahmadi, K., Parsa, S., Mahmoudi, S., and Ghazanchian, Gh. 2015. Effect of nutritional priming on germination and seedling growth of *Ferula gummosa* Boiss. *Journal of Seed Ecophysiology* 1(2): 137-151. (In Persian with English Summary).
6. Aliloo, A.A. 2014. Effects of priming with micronutrients on seed reserve mobilization of lentil at different temperatures. *Agroecology Journal* 10(3): 85-94. (In Persian with English Summary).
7. Aloui, H., Souguir, M., and Cherif, H. 2014. Determination of an optimal priming duration and concentration protocol for pepper seeds (*Capsicum annuum* L.). *Acta Agriculture Slovenica* 103(2): 213-221.
8. Asgarian, M. 1998. *Morphology, Agronomy of Lentil*. Seed and Plant Improvement Institute of Karaj. Legumes Part. Karaj. (In Persian).
9. Ashraf, M., and 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.
10. Association of Official Seed Analysts (AOSA). 2000. *Rules for Testing Seeds*.
11. Azarnia, M., Biabany, A., Esvand, H. R., and Gholam Ali Pour Alamdari, A. 2015. Study of the effect of mycorrhizal inoculation and seed priming on some root and aerial parts of lentil. *Journal of Plant Production Research* 22(3): 53-27. (In Persian).
12. Berchie, J.N., Adu-Dapaah, H., and Sarkodie-Addo, J. 2010. Effect of seed priming on seedling emergence and establishment of four bambara groundnut (*Vigna subterranea* L. Verdc.) landraces. *Journal of Agronomy* 9(4): 180-183.
13. Eskandari, H., and Alizadeh-amraie, A. 2014. Improvement of lentil germination performance under salt and drought conditions using seed priming treatments. *Seed Science and Technology* 1(42): 87-91.
14. FAO. 2013. *FAO Year Book*. FAO Publication. (<http://www.Faostat.Fao.org.site>).
15. Farhangian Kashani, S., and Jafari, A. 2009. Study of salinity effects on germination characteristics in sainfoin and alfalfa species. *Pasture Magazine* 1(3): 491-507. (In Persian with English Summary).
16. Farooq, M., Basra, S.M.A., Warraich, E.A., and Khaliq, A. 2006. Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration. *Seed Science and Technology* 34: 529-534.
17. Ghassemi-Golezani, K., Aliloo, A.A., Valizadeh, M., and Moghaddam, M. 2008. Effects of different priming techniques on seed invigoration and seedling establishment of lentil (*Lens culinaris* Medik). *Journal of Food, Agriculture and Environment* 6(2): 222-226.
18. Ghassemi-Golezani, K., Sheikhzade-Mosaddegh, P., and Valizadeh, M. 2008. Effect of hydropriming duration and limited irrigation on field performance of chickpea. *Research Journal of Seed Science* 1(1): 34-40.
19. Giri, G.S., and Schillinger, W.F. 2003. Seed priming winter wheat for germination, emergence and yield. *Crop Science* 43: 2135-2141.
20. Golazani, G.H., and Dalil, B. 2011. *Germination and Seed Vigor Tests*. Publications University of Mashhad. 104 p. (In Persian).
21. Grusak, M.A. 2009. Nutritional and health-beneficial quality. In: W. Erskine, F.J. Muehlbauer, A. Sarker & B. Sharma (Eds). *The Lentil: Botany, Production and Uses*. Wallingford: CABI, 368-390.
22. <https://www.khpggroup.com>
23. Imran, M., Neuman, G., and Rombeld, V. 2008. Nutrient seed priming improves germination rate and seedling growth under submergence stress at low temperature. *Competition for Resources in a Changing World: New Drive for Rural Development*. University of Hohenheim.
24. Kader, M.A., and Jutzi, S.C. 2004. Effect of thermal and salt treatments during imbibition on germination and seedling growth of sorghum at 42/19°C. *Journal of Agronomy and Crop Science* 190: 35-38.
25. Majnoon Hosseini, N. 1994. *Legumes in Iran*. Tehran University Jihad. p. 284. (In Persian).

26. McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. *Seed Science and Technology* 27: 177-237.
27. Moradi Dezfuli, P., Sharif-Zadeh, F., and Janmohammadi, M. 2008. Influence of priming techniques on seed germination behavior of Maize inbred lines (*Zea mays* L.). *ARNP Journal of Agricultural and Biological Science* 3(3): 233-271.
28. Mubshar, H., Farooq, M., Shahzad, M., Barsa, A., and Ahmad, N. 2006. Influence of seed priming techniques on the seedling establishment, yield and quality of hybrid sunflower. *International Journal of Agricultural and Biology* 8: 14-18.
29. Musa, M., Singh, A., and Lawal, A.A. 2014. Influence of priming duration on the performance of *Amaranthus (Amaranthus cruentus* L.) in Sokoto Semiarid zone of Nigeria. *International Journal of Agronomy* p. 1-4.
30. Nazarian, S., Bakhtiari, S., and Majidzadeh Heravi, R. 2014. Investigating the effect of seed priming under salinity stress on germination and vegetative growth of fennel seedlings (*Foeniculum vulgare*). *Journal of Seed Research* 4(4): 27-37. (In Persian).
31. Pakbaz, N., Barary, M., Ashraf Mehrabi, A., and Hatami, A. 2014. Effect of seed priming on growth and yield of lentil (*Lens culinaris* Medik) genotypes under rainfed and supplemental irrigation conditions. *International Journal of Biosciences* 5(9): 131-139.
32. Ramezani, M., and Rezaei Sokht Abandani, R. 2013. The effect of priming and its time on quality properties of seed germination with seedling and seedling saints (*Eski*) under laboratory conditions. *Agricultural Crops Management* 15(2): 1-15. (In Persian with English Summary).
33. Ramezani, M., and Rezaei Sokht Abandani, R. 2011. Effect of seed treatment and its duration on germination and seedling growth of rice (*Oryza sativa*) by Tarom Dilmani. *Journal of Life Sciences of Lahijan Unit* 5(4): 97-107. (In Persian with English Summary).
34. Ramezani, M., and Rezaei Sokht-Abandani, R. 2013. Effects of osmopriming on lentil seed germination components in arid areas. *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences* 3(17): 2002-2006.
35. Rezaei Sokht Abandani, R., and Ramezani, M. 2011. Effect of time and concentration of priming solutions on germination traits of rice seed (*Oryza sativa* L.) Neda cultivar. *Abstract Collection of Articles; second seminar on Science and Technology of Seed of Mashhad Azad University*. p. 18. (In Persian).
36. Rezaei Sokht Abandani, R., Mohseni, A., and Ramezani, M. 2010. Effect of priming on seed germination traits of maize 604. *Journal of New Agricultural Findings* 1(4): 49-61. (In Persian with English Summary).
37. Shafiei Abnavi, M., and Ghobadi, M. 2012. The effects of source of priming and post-priming storage duration on seed germination and seedling growth characteristics in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agricultural Science* 9(4): 256-268.
38. Soughir, M., Elouaer, M.A., and Hannachi, C. 2013. The effect of NaCl priming on emergence, growth and yield of fenugreek under saline conditions. *Cercetari Agronomice in Moldova* 46(2): 73-83.

Evaluation the effect of priming and its duration on germination characteristics of two lentil genotypes (*Lens culinaris* Medic.) under laboratory conditions

Azari¹, S.J., Parsa^{2*}, M., Nezami³, A., Tavakol Afshari⁴, V. & Nabati⁵, J.

1. MSc. Student of Agrotechnology, Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad; sjamnt@gmail.com
2. Contribution from Department Agrotechnology, Faculty of Agriculture, & Legumes Department, Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
3. Contribution from Department Agrotechnology, Faculty of Agriculture, & Legumes Department, Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad; nezami@um.ac.ir
4. Contribution from Department Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad; tavakolafshari@um.ac.ir
5. Contribution from Legumes Department, Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad; nabati@um.ac.ir

Received: 9 September 2018
Accepted: 19 November 2018

DOI: 10.22067/ijpr.v11i1.72920

Introduction

Lentil (*Lens culinaris* Medic.) as one of the oldest sources of human nutrition is of particular importance among beans due to the ease of digestion and high protein content. Priming method refers to a number of different seed characteristics improvements. In these methods, seeds are allowed to absorb some water so that the early stages of germination are performed, but the root can not grow. Due to the fact that lentil is usually cultivated in rain-fed areas and under dry conditions, it is often possible to provide sufficient moisture in the early stages of growth and germination for planting, in the early stage of growth and germination. Research results indicate that seed germination can be achieved through rapid germination, uniform appearance and strong establishment of the plant. One of the most important germination seed germination treatments is priming. Priming refers to a number of different seed improvement methods, in which all controlled seeding is applied. In priming, seeds are allowed to absorb some water so that the early stages of germination are performed, but the root can not be removed. In other words, the seeds go up to the second stage, but they do not enter the third stage. After priming treatments, the seeds are dried and cultivated as untreated seeds. Hydro priming is the simplest method for increasing the rate and percentage of germination and uniformity of deposition under stress conditions, especially in arid regions. In the experiment, which was performed on seed maize (*Zea mays*), it was observed that seed priming increased germination speed while the polyethylene glycol reduced the germination rate. In addition, hydro priming of seeds for 36 hours increased germination, root germination and seedling dry weight. The aim of this study was to investigate the effect of different priming treatments and the duration of priming on seed germination and growth seedling growth and selection of the most suitable treatment of two lentil genotypes.

Materials & Methods

This study was carried out in Ferdowsi University of Mashhad, Iran, as a factorial experiment based on completely randomized design with four replications in 2017. The treatments consisted of two lentil genotypes (Rabat and Kalposhch), six priming levels (non-priming (control), gibberellic acid ($C_{19}H_{22}O_6$) 100 mg.l⁻¹, Dayan seedlings solution 4 ml.l⁻¹, potassium nitrate (KNO₃) 500 mg.l⁻¹, zinc sulfate (ZnSO₄) 1000 mg.l⁻¹ and hydro priming and priming duration (7 and 16 hours). After priming seeds were removed from the solutions and then placed in a laboratory for 24 hours until complete drying. Seeds were then disinfected 1% NaCl solution (NaClO) for five minutes and then washed three times with distilled water. Petri were also disinfected with 5% sodium hypochlorite solution. In the next step, 25 seeds were prepared from 12 cm diameter primer treatments between two layers of Watman filter paper and each petri was added to the required amount of distilled water. To germinate to a germinator by setting a temperature of $\pm 20^\circ$ Celsius

*Corresponding Author: parsa@um.ac.ir

and the dark environment. The emergence of two-millimeter radicle length was considered as the beginning of seed germination and number of germinated seeds was daily recorded. At the end of 14th day, number of germinated seeds, seedling dry weight and length, root and shoot length and root and shoot dry weight were measured and germination indexes, such as germination percentage, germination rate and seed vigor were calculated.

Results & Discussion

Results indicated that total number of germinated seeds, germination percentage and germination rate were significantly affected by genotype, priming component and interaction of genotype and priming duration. Robat genotype at 16 hours of priming had the highest number of germinated seeds, germination percentage and germination rate, but in Robat genotype with seven hours of priming, there was no significant difference observed. Root length was significantly affected by genotype and priming components. The best genotype for this characteristic was Robat and the most suitable priming treatment was control (non-priming). There were no statistically significant differences with zinc sulfate. The length of stems and seedling were affected by genotype, priming components and priming durations. For both characteristics, the best genotype, Rabat and the most suitable time, seven hours priming and for stem length, non-priming (control) was the best treatment, but there were no statistically significant differences with gibberellic acid, potassium nitrate and zinc sulfate.

Conclusion

Results of this study showed that Robat genotype has superior characteristics than Kalpush genotype, which can be used for cultivation. Generally, according to the results of this study, seed germination characteristics of these two lentil genotypes were positively affected priming treatments of gibberellic acid, potassium nitrate, zinc sulfate, Dayan solution and hydro priming. It seems that complementary studies on other compounds are needed to find suitable treatments for germination improvement.

Keywords: Hydro priming, Plant proteins, Pulses, Seed vigor