دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره پنجم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۹۷
http://arpe.gonbad.ac.ir

تأثیر دما، غلظت و مدت زمان پرایمینگ با اسیدسالیسیلیک بر خصوصیات جوانه‌زنی و درصد بقاء گیاهچه عدس (*Lens culinaris* Medik.)

جعفر نباتی[1*]، سید جلال آذری[2]
[1]استادیار پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد
[2]دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشگاه تربیت مدرس
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۴/۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۲۹

چکیده

مقدمه: شرایط اقلیمی ایران به‌نحوی است که دارای انواع تنش‌ها مانند سرما می‌باشد. تنش سرما هنگام جوانه‌زنی بذر اغلب گیاهان موجب اختلال در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی و در نهایت ممانعت از خروج ریشه‌چه و کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌گردد. یکی از کاربردی‌ترین راه‌ها برای رفع این مشکل پرایمینگ است. پرایمینگ به‌عنوان یک تکنیک آسان، کم هزینه و سریع برای بهبود جوانه‌زنی بذور پیشنهاد شده است. اسیدسالیسیلیک یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی است که در مقادیر کم در گیاهان وجود داشته و نقش مهمی در ایجاد مقاومت به تنش‌های محیطی از جمله تنش سرما در برخی گیاهان بر عهده دارد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور تعیین مناسب‌ترین غلظت و زمان پرایمینگ با اسیدسالیسیلیک آزمایشی در دو مرحله اجرا گردید. عوامل آزمایشی شامل چهار غلظت محلول اسیدسالیسیلیک (۳۸، ۵۰، ۶۳ و ۷۵ میلی‌گرم در لیتر)، سه زمان پرایمینگ (۴، ۸ و ۱۴ ساعت) و دو دما (۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد) بود. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در مرحله اول و پنج تکرار در مرحله دوم در سال ۱۳۹۶ در پژوهشکده علوم گیاهی

*نویسنده مسئول: jafarnabati@ferdowsi.um.ac.ir

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

دانشگاه فردوسی مشهد بـه اجـرا در آمـد. مرحلـه اول آزمـایش در شـرایط آزمایشـگاه و مرحلـه دوم بـا اسـتفاده از گیاهچه‌های حاصل از مرحله قبل و در شرایط طبیعی در گلدان اجرا شد.

نتایج: نتایج نشان دادند که سرعت ۵۰ درصد جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی تحت تأثیر دما قرار گرفت؛ به‌طوری‌که در هر دو خصوصیت بهترین نتیجه از دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب با ۰/۰۷۱۰ و ۰/۴۲۸ به‌دست آمد. در مورد مدت زمان آبنوشی تنها صفت یکنواختی جوانه‌زنی و در دماهای مورد آزمایش صفات سرعت ۵۰ درصـد جوانـه‌زنـی، شاخص جوانه‌زنی وزنی و یکنواختی جوانه‌زنی معنی‌دار گردیدند. یکنواختی جوانه‌زنی بیش‌تـرین درصـد بقـا پـس از زمستان از غلظت ۳۸ میلی‌گرم در لیتر اسیدسالیسیلیک و مدت ۱۴ ساعت پرایمینگ حاصل شد که نسبت به غلظت ۷۵ میلی‌گرم در لیتر اسیدسالیسیلیک و همین مدت پرایمینگ افزایش ۴۲/۸ درصدی نشان داد. با وجود این‌که تأثیر غلظت‌های مختلف اسیدسالیسیلیک بر شاخص‌های تعداد بذر جوانه‌زده، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار نبود؛ اما بیش‌ترین مقدار این شاخص‌ها (به‌ترتیب ۱۴/۴، ۹۵/۹ و ۰/۰۴۳۴) از غلظت ۷۵ میلی‌گرم در لیتـر بـه‌دسـت آمد.

نتیجه‌گیری: این پژوهش بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بین سطوح پرایمینگ با اسیدسالیسیلیک در مورد خصوصـیات جوانه‌زنی بذر عدس می‌باشد؛ اما پرایمینگ با اسیدسالیسیلیک توانسته است که باعـث بهبـود مقاومـت گیـاه عـدس نسبت به تنش سرما شود و بیش‌ترین درصد بقاء پس از زمستان از غلظت ۳۸ میلی‌گرم در لیتـر اسیدسالیسـیلیک و مدت زمان آبنوشی ۱۴ ساعت حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: اسیدسالیسیلیک، تنش سرما، سرعت جوانه‌زنی، درصد بقاء، یکنواختی جوانه‌زنی

مقدمه

حبوبات به‌عنوان دومـین منبـع غـذایی بشـر پـس از غـلات، عمده‌تـرین منبع پروتئین گیاهی محسوب می‌شـوند. حبوبات گیاهانی از خانواده نخود (لگومینوز) هستند که دارای ۱۶۰۰۰ تـا ۱۹۰۰۰ گونـه و تقریباً ۷۵۰ جنس هستند. لگوم‌ها در سراسر دنیا کشت می‌شوند و گونـه‌هـای زراعی آن‌هـا به شرایط آب و هوایی متفاوتی از معتدل تا گرمسیر، مرطوب تا خشک سازگاری یافته‌اند. طبق آمارنامه کشاورزی سـال ۹۵-۱۳۹۴ کل سطح زیرکشت حبوبات ۷۸۷/۳ هزار هکتار می‌باشد که ۱۶/۷ درصد آن (۱۳۱/۴ هزار هکتار) مربوط بـه سطح زیرکشـت عـدس مـی‌باشـد. بذور رسیده و خشک بقولات دارای ارزش غذایی زیاد و قابلیت نگهـداری خوبی هستند و در رژیم غذایی بیشتر مردم جهان نقش مهمی را ایفا مـی‌کننـد (Rawia *et al.*, 2006). عدس (*Lens culinaris* Medik.) یکی از حبوبات اصلی در کشورهای درحـال‌توسـعه است که می‌تواند به

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

همراه غلات به‌عنوان مکمل غذایی به‌ویژه در الگوی غذایی اقشار کم‌درآمد گنجانده شود. عدس یکی از قدیمی‌ترین منابع غذایی بشر است که به دلیل سهولت هضم و محتوای پروتئین بالا، در بین حبوبات دارای اهمیت خاصی است (Majnoon Hosseini, 2015).

با وجود مزایای بسیار زیاد کشت پاییزه که موجب بهبود عملکرد و استفاده بهتر از نزولات جوی و عدم برخورد با دوره‌های خشکی انتهای فصل می‌گردد (Kanouni *et al*., 2011)؛ اما همواره جوانه‌زنی بذرها تحت تنش سرما، سبب عدم یکنواختی استقرار گیاهچه‌ها و تولید گیاهچه‌های ضعیف می‌گردد که در نهایت باعث کاهش عملکرد می‌شود (Biabani *et al*., 2017). یکی از تکنیک‌های ساده‌ای که قدرت رشد و استقرار گیاهچه‌ها و در نتیجه کارایی گیاه را در مزارع بهبود می‌بخشد پرایمینگ بذر است. پیش تیمار بذر روشی است که در آن به بذر اجازه جذب آب به‌صورت کنترل‌شده داده می‌شود؛ تا فعالیت‌های اولیه جوانه‌زنی شروع گردد، اما از خروج ریشه‌چه جلوگیری می‌گردد، سپس رطوبت بذر به مقدار اولیه کاهش داده می‌شود (Khajeh hosseini *et al*., 2003). پیش تیمار بذر، روشی کارآمد برای افزایش درصد جوانه‌زنی و استقرار هر چه بهتر بذور در مزرعه است (Akbar *et al*., 2009).

هدف اصلی فناوری پیش تیمار بذر، بهبود کارایی بذر در شرایط محیطی خاص ازجمله پایین بودن دما و کمبود رطوبت است که سبب افزایش سرعت و درصد سبز شدن می‌شود (Hardegree *et al*., 2002). بذر هنگام کاشت زمان قابل توجهی را صرف جذب آب می‌کند، با کاهش این زمان می‌توان سرعت جوانه‌زنی و خروج جوانه از خاک را تسریع نمود (Still and Bradford, 1997). از جمله علل بهبود جوانه‌زنی بذور پرایم شده افزایش فعالیت آنزیم‌هایی مثل استروئاز، فسفاتاز و فسفوگلیسرید دهیدروژناز است که باعث متابولیسم مواد ذخیره‌ای بذر مثل کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها می‌شوند (Basra *et al*., 2003).

از عمومی‌ترین پاسخ‌ها به تنش‌های محیطی در گیاهان، می‌توان به تولید انواع مختلفی از ترکیب‌ها با نام عمومی محلول‌های سازگار از قبیل: پرولین، گلایسین بتائین، اسیدسالیسیلیک و غیره اشاره نمود که از طریق تنظیم اسمزی، سمیت‌زدایی، حفظ انسجام غشا و حفظ نسبت آنزیم‌ها و پروتئین ها، موجب بهبود وضعیت عمومی گیاه می‌گردند (Ashraf *et al*., 2007). اسیدسالیسیلیک ($C_7H_6O_3$) یک ترکیب فنلی است که در بسیاری از جنبه‌های رشد و نمو گیاهان و همچنین در تنظیم پاسخ به تنش‌های مختلف زیستی و غیرزیستی دخیل است (Khan *et al*., 2015). اسیدسالیسیلیک در تنظیم فرآیندهای مهم فیزیولوژیکی گیاه مانند متابولیسم نیتروژن، فتوسنتز، تولید آنتی‌اکسیدانت و روابط آب-گیاه در شرایط

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

تنش مشارکت کرده و درنتیجه، گیاه را در برابر تنش‌های زیست محیطی محافظت می‌کند (Faried *et al*., 2017). اسیدسالیسیلیک به‌وسیله سلول‌های ریشه تولید و نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف مثل رشد، تکامل گیاه، جذب یون و جوانه‌زنی ایفا می‌کند. القای گل دهی، جلوگیری از سنتز اتیلن، تأثیر در باز و بسته شدن روزنه‌ها و تنفس از دیگر نقش‌های مهم آن به شمار می‌رود (El-Tayeb *et al*., 2005).

بررسی اثر اسیدسالیسیلیک در عدس نشان داد که پرایمینگ کردن این بذور باعث بهبود خصوصیات جوانه‌زنی از جمله درصد جوانه‌زنی این گیاه تحت تنش شوری شده است (Kayednezami and Balouchi, 2013). بررسی تأثیر هیدروپرایمینگ روی جوانه‌زنی عدس تحت تنش خشکی نشان داد که با استفاده از بذور پرایم شده عدس می‌توان بر ممانعت جوانه‌زنی در تنش خشکی غلبه کرد (Saglam *et al*., 2010). در آزمایش صورت گرفته روی بذر یونجه (*Medicago sativa*) تحت سه دمای پایین (شب صفر، روز ۱۰ درجه سانتی‌گراد)، نیمه مطلوب (شب ۵، روز ۱۵ درجه سانتی‌گراد) و مطلوب (شب ۱۰، روز ۲۰ درجه سانتی‌گراد) بیان شد که ۱۶ ساعت پرایمینگ با اسیدسالیسیلیک ۰/۲ میلی‌مولار، برای متوسط سه دما سرعت جوانه‌زنی را نسبت به شاهد ۴۲ درصد افزایش و مدت زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی را ۵۹ درصد کاهش داد (Boroumand *et al*., 2013).

هنگامی که دما به کمتر از حداقل مورد نیاز رشد گیاه می رسد، ممکن است، گیاه غیرفعال و یا فعالیت‌های متابولیکی به آهستگی ادامه یابد. ادامه کاهش دما باعث زردی برگ‌ها و درنهایت مرگ بافت‌ها خواهد شد. مرگ گیاه در دماهای زیر صفر به دلیل رسوب پروتئین‌ها، یخ زدن آب بین سلولی و حرکت آب از پروتوپلاسم به فضای بین سلولی و تشکیل کریستال‌های یخ در داخل پروتوپلاسم صورت می‌گیرد (Nasiri Mahallati *et al*., 2001). طی مطالعه‌ای گزارش شده که استفاده از اسیدسالیسیلیک باعث کاهش اثرات تنش سرما در ذرت می‌شود (طریق الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۶).

برای اندازه‌گیری تحمل به سرما در گندم (*Triticum aestivum* L.) شاخص بقاء[1] ابداع شد و نتایج نشان داد که ارقام گندم درصد بقاء متفاوتی در شرایط زمستان دارند؛ به‌نحوی‌که در برخی ارقام نظیر آلیانوفلیا و آلاباسکاجا دارای ۱۰۰ درصد بقا زمستانه بودند؛ درحالی‌که ارقام دیگر مانند جونزفایف ۱۰ درصد و بزوستایا پنج درصد بقاء زمستانه داشتند (Fowler and Gusta, 1979).

[1] Field Survival Index (FSI)

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

با توجه به اثر سرما بر بقای گیاهان در زمستان و کاهش تراکم آن‌ها و با عنایت به مزایای پرایمینگ هدف از این آزمایش تعیین بهترین غلظت و زمان پرایمینگ با محلول اسیدسالیسیلیک و تأثیر این سطوح بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر و درصد بقا گیاهچه‌های عدس برای کشت در شرایط دمای پایین در کشت پاییزه بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در دو مرحله در شرایط آزمایشگاهی و طبیعی در گلدان در سال ۱۳۹۶ انجام شد. مرحله اول آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه فیزیولوژی تنش‌های محیطی پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل پرایمینگ با اسیدسالیسیلیک در چهار غلظت (۳۸، ۵۰، ۶۳ و ۷۵ میلی‌گرم در لیتر معادل ۳، ۴ و ۵ و ۶ میلی‌لیتر در لیتر محلول آبنوش دایان محصول شرکت خوشه پروران زیست فناور)، زمان پرایمینگ در سه سطح (۴، ۸ و ۱۴ ساعت) و دما در دو سطح (۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد) روی بذر عدس ژنوتیپ رباط اعمال شد. پرایمینگ‌های مختلف طبق غلظت‌های مورد آزمایش تهیه، سپس ۴۵ عدد بذر به‌صورت تصادفی برای هر تیمار انتخاب و در دمای ۱±۲۰ درجه سانتی‌گراد (Golazani and Dalil, 2011) در دستگاه ژرمیناتور (مدل گروک) در شرایط تاریکی پرایم شدند. پس از پایان زمان پرایمینگ، بذور از محلول‌ها خارج و در محیط آزمایشگاه به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. در ادامه بذور با هیپوکلریت سدیم (NaClo) یک درصد به مدت پنج دقیقه ضدعفونی و سه مرتبه با آب مقطر شستشو شدند. سپس برای ارزیابی، تعداد ۱۵ عدد بذر از تیمارهای پرایم شده در پتری‌هایی با قطر ۱۰ سانتی‌متر بین دو لایه کاغذ صافی واتمن قرار گرفت و برای جوانه‌زنی به دستگاه ژرمیناتور با دمای ۱± ۵ و ۱±۲۰ درجه سانتی‌گراد و بدون نور منتقل شدند.

ظهور ریشه‌چه به طول دو میلی‌متر به‌عنوان شروع جوانه‌زنی بذر در نظر گرفته شد (Qaderi *et al.*, 2008). شمارش بذور جوانه‌زده به‌صورت روزانه به مدت ۱۰ روز صورت پذیرفت و شاخص‌هایی مثل تعداد کل بذور جوانه‌زده، درصد جوانه‌زنی[1]، سرعت ۵۰ درصد جوانه‌زنی[2]، شاخص جوانه‌زنی وزنی[3] و یکنواختی

[1] Germination percentage
[2] 50% Germination rate
[3] Weight germination index

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

جوانه‌زنی[1] تعیین شدند. برای اندازه‌گیری درصد جوانه‌زنی، سرعت ۵۰ درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی وزنی و یکنواختی جوانه‌زنی به ترتیب از معادله‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ استفاده شد.

$$GP=\sum n/N\times 100$$ معادله (۱)

در این معادله GP: درصد جوانه‌زنی، n: تعداد کل بذرهای جوانه‌زده و N: تعداد کل بذور می‌باشند (Agrawal, 1997).

$$RS = \sum_{i=1}^{n} \frac{S_i}{D_i}$$ معادله (۲)

Rs، Si، Di و n: به‌ترتیب نرخ ۵۰ درصد جوانه‌زنی، بذور جوانه‌زده روزانه، تعداد روز تا رسیدن به روز nام و تعداد روزهای شمارش‌شده هستند (Kamkar *et al*., 2012).

$$WGI = [N\times n_1 + (N-1)\times n_2 + (N-2)\times n_3]/NS$$ معادله (۳)

WGI: شاخص جوانه‌زنی وزنی، N: تعداد کل روزهای مورد آزمایش، n_1، n_2 و ... به ترتیب تعداد بذرهای جوانه‌زده روز اول، روز دوم و... و S تعداد کل بذرهای مورد آزمایش (Bu *et al*., 2009).

$$GU = 1/N$$ معادله (۴)

GU: یکنواختی جوانه‌زنی و N: تعداد روزی که جوانه‌زنی بذرها از ۱۰ درصد به ۹۰ درصد می‌رسد (Roohollahi *et al*., 2009).

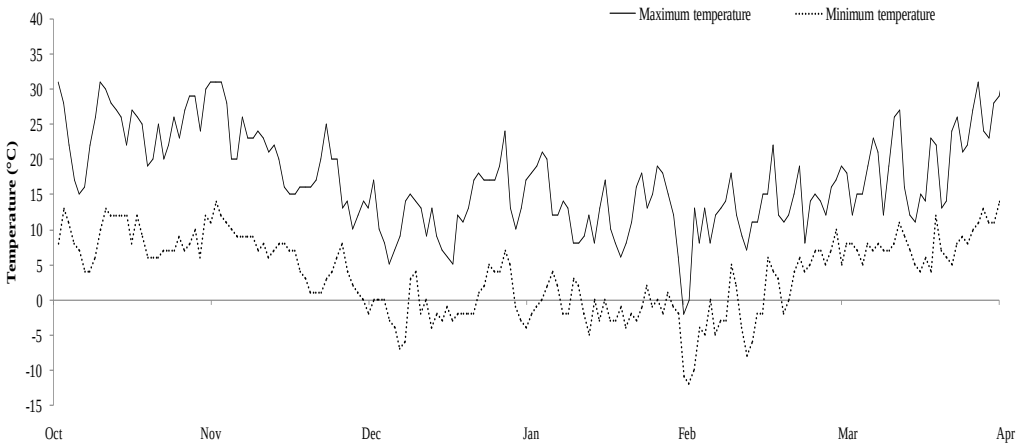
مرحله دوم در شرایط طبیعی در گلدان به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار در پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۶ اجرا شد. در ادامه مرحله اول ۱۰ روز پس از قرارگیری بذور در ژرمیناتور، هفت عدد بذر جوانه‌زده در دمای ۱± ۵ درجه سانتی‌گراد (از گیاهچه‌های حاصل از تیمار دمایی ۱± ۲۰ درجه سانتی‌گراد به دلیل رشد زیاد و عدم استقرار آن‌ها استفاده نشد) به گلدان‌هایی با قطر ۱۱ سانتی‌متر حاوی خاک سبک (خاک زراعی، ماسه و خاک برگ به نسبت یکسان) منتقل شدند. به‌منظور تعیین درصد بقاء ۱۵ روز پس از انتقال گیاهچه‌ها و همچنین بلافاصله پس از زمستان، تعداد گیاهان هر تیمار شمارش و درصد بقا محاسبه شد. درصد بقا از معادله ۵ از گیاهان باقی‌مانده نسبت به تعداد اولیه به دست آمد (Kheir Khah *et al*., 2002).

معادله (۵) درصد بقاء = تعداد گیاهان پس از زمستان / تعداد گیاهچه‌های سبز شده × ۱۰۰

در طول دوره رشد آمار هواشناسی از اداره کل هواشناسی خراسان رضوی دریافت و حداقل درجه حرارت در طی این دوره ثبت گردید (شکل ۱).

[1] Germination uniformity

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]



شکل ۱- حداقل و حداکثر درجه حرارت روزانه مشهد طی فصل رشد عدس در سال ۱۳۹۶

Figure 1- Daily minimum and maximum temperature during 2017 lentil growing season, Mashhad

تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS 9.4 انجام شد و مقایسه میانگین براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

براساس داده‌های هواشناسی سال ۱۳۹۶ گیاهان در طی دوران رشد رویشی ۵۰ روز دمای زیر صفر درجه سانتی‌گراد را تجربه کردند و حداقل درجه حرارت در طول دوره رشد ۱۲- درجه سانتی‌گراد بود که در تاریخ نه بهمن ماه ۱۳۹۶ به وقوع پیوست (شکل ۱).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از بین صفات مورد بررسی در شرایط آزمایشگاهی سرعت ۵۰ درصد جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی وزنی تحت تأثیر دمای آزمایش در سطح احتمال یک درصد و یکنواختی جوانه‌زنی تحت تأثیر مدت زمان پرایمینگ و دمای آزمایش در سطح احتمال پنج و یک درصد قرار گرفتند (جدول ۱).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر غلظت‌های مختلف اسیدسالیسیلیک، زمان پرایمینگ و دما بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر عدس ژنوتیپ رباط در شرایط کنترل شده

Table 1- Analysis of variance (MS) of effect of salicylic acid concentration, priming time and temperature on seed germination traits of Robat lentil genotype in control conditions

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی DF	تعداد بذر جوانه‌زده No. of seeds germinated	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت ۵۰ درصد جوانه‌زنی 50% Germination rate
اسیدسالیسیلیک Salicylic acid (S)	3	0.310^{ns}	13.8^{ns}	0.000007^{ns}
زمان Time (T)	2	0.370^{ns}	16.7^{ns}	0.000082^{ns}
دما Temperature (Te)	1	1.120^{ns}	50.2^{ns}	0.058000^{**}
اسیدسالیسیلیک × زمان S × T	6	0.230^{ns}	10.0^{ns}	0.000016^{ns}
اسیدسالیسیلیک × دما S × Te	3	0.570^{ns}	25.3^{ns}	0.000034^{ns}
زمان × دما T ×Te	2	0.290^{ns}	12.9^{ns}	0.000096^{ns}
اسیدسالیسیلیک × زمان × دما S × T × Te	6	0.290^{ns}	12.9^{ns}	0.000033^{ns}
خطا Error	48	0.550^{ns}	24.7^{ns}	0.000031^{ns}
ضریب تغییرات CV (%)		5.20	5.20	13.00

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

ادامه جدول ۱- جدول تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر غلظت‌های مختلف اسیدسالیسیلیک، زمان پرایمینگ و دما بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر عدس ژنوتیپ رباط در شرایط کنترل شده

Table 1- Analysis of variance (MS) of effect of salicylic acid concentration, priming time and temperature on seed germination traits of Robat lentil genotype in control conditions

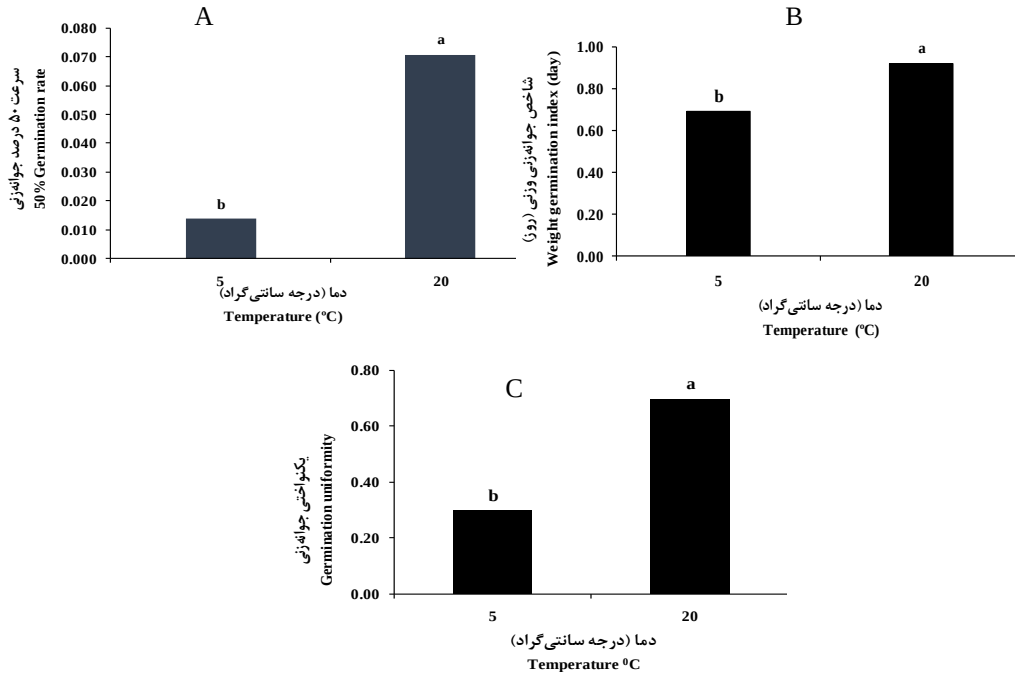
منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی DF	شاخص جوانه‌زنی وزنی Weight germination index	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity
اسیدسالیسیلیک Salicylic acid (S)	3	0.0008^{ns}	0.020^{ns}
زمان Time (T)	2	0.0019^{ns}	0.180^{*}
دما Temperature (Te)	1	0.9300^{**}	2.870^{**}
اسیدسالیسیلیک × زمان S × T	6	0.0070^{ns}	0.010^{ns}
اسیدسالیسیلیک × دما S × Te	3	0.0004^{ns}	0.004^{ns}
زمان × دما T ×Te	2	0.0046^{ns}	0.008^{ns}
اسیدسالیسیلیک × زمان × دما S × T × Te	6	0.0021^{ns}	0.050^{ns}
خطا Error	48	0.0020^{ns}	0.040^{ns}
ضریب تغییرات CV (%)		5.66	40.80

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

افزایش مقدار سرعت ۵۰ درصد جوانه‌زنی نشان‌دهنده زمان کمتر برای رسیدن به مقدار مشخصی از جوانه‌زنی است. در بین دماهای مورد آزمایش، دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بیش‌ترین مقدار سرعت جوانه‌زنی را دارا بود (شکل ۲A) که نسبت به دمای پنج درجه سانتی‌گراد افزایش ۸۰ درصدی نشان داد.



شکل ۲- تأثیر دما بر سرعت ۵۰ درصد جوانه‌زنی (A)، شاخص جوانه‌زنی وزنی (B) و یکنواختی جوانه‌زنی (C) بذر عدس ژنوتیپ رباط در شرایط آزمایشگاهی

Figure 2- Effect of temperature on 50% germination rate (A), weight germination index (B) and germination uniformity (C) of Robat lentil genotype in control conditions

بیان‌شده است که سرعت جوانه‌زنی بذر یونجه یک‌ساله (*Medicago scutellata* L.) در تیمار هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ به‌صورت خطی و با شیب نسبتاً تندی کاهش‌یافته است؛ به‌گونه‌ای که تیمار هیدروپرایمینگ در دماهای ۶، ۱۲ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد (جز در دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد که با تیمار هالوپرایمینگ هم‌سطح بود) نسبت به تیمار اسموپرایمینگ و سایر تیمارها (هالوپرایمینگ و شاهد)

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

برتری داشت؛ اما در دماهای ۳ و ۹ درجه سانتی‌گراد تیمار اسموپرایمینگ در سطح بالاتری نسبت به تیمار هیدروپرایمینگ و سایر تیمارها قرار گرفت؛ ولی به‌طورکلی بیشترین سرعت جوانه‌زنی از تیمار هیدروپرایمینگ و دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد به‌دست‌آمد (Yousefi Tanha and Fallah, 2016). احتمالاً بذر مورداستفاده از ژنوتیپ رباط از بنیه بذر بالایی برخوردار بوده که باعث شده تیمارهای مختلف غلظت و زمان پرایمینگ نتوانند به‌خوبی اثر خود را نمایان سازند و باعث بهبود خصوصیات جوانه‌زنی بذر عدس شوند. به‌طورکلی پرایمینگ بیشتر در مورد بذرهایی به کار می‌رود که از بنیه بذر ضعیف‌تری برخوردار بوده و یا تحت شرایط نامساعد محیطی باشند که باعث تقویت این بذور می‌شود. به همین خاطر زمانی که گیاهچه‌های عدس تحت تنش سرمای محیط قرار گرفتند، تیمارهای مختلف غلظت و زمان پرایمینگ توانستند به خوبی اثر خود را نمایان سازند. با توجه به اینکه با افزایش دما شرایط برای رشد مناسب می‌شود و از طرفی سرعت واکنش‌های بیوشیمیایی نیز افزایش می‌یابد؛ لذا سرعت جوانه‌زنی نیز افزایش پیدا کرده است.

بررسی شاخص جوانه‌زنی وزنی نشان داد که در میان تیمارهای مورد مطالعه تنها اثر دما بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۱). در بین دماهای مورد آزمایش بیش‌ترین مقدار این شاخص از دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد (شکل ۲B). با توجه به اینکه کشور ایران منطقه‌ای خشک و نیمه‌خشک است و دارای انواع تنش‌ها و کیفیت پایین خاک است، لذا جوانه‌زنی با مشکل مواجه شده که این باعث کاهش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و عدم یکنواختی جوانه‌زنی خواهد شد. یکنواختی جوانه‌زنی نشان‌دهنده قدرت بذر است که هر چه مقدار این شاخص بالاتر باشد، نشان‌دهنده قدرت بالای بذر خواهد بود. در بین اثر زمان‌های مختلف پرایمینگ، مدت زمان ۱۴ ساعت پرایمینگ نسبت به سایر زمان‌ها (۴ و ۸ ساعت) از یکنواختی جوانه‌زنی بالاتری برخوردار بود (داده‌ها ارائه نشده است) که البته با مدت زمان هشت ساعت اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۱). ازنظر دمای مورد آزمایش نیز دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به دمای پنج درجه سانتی‌گراد از یکنواختی جوانه‌زنی بالاتری برخوردار بود (شکل ۲C). در آزمایشی که روی اکوتیپ‌های کنجد (*Sesamum indicum* L.) تحت تنش شوری صورت گرفته بود بیش‌ترین یکنواختی جوانه‌زنی از شوری سه دسی زیمنس بر متر به‌دست آمد (Fazeli Kakhki *et al*., 2014).

بیان شده است که با افزایش سطوح شوری به‌طور طبیعی و به‌صورت خطی از درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور پونه‌سا بی‌کرک (*Nepeta nuda* L.) کاسته شده است، به‌طوری‌که پایین‌ترین میزان درصد جوانه‌زنی (۰/۸۱) و سرعت جوانه‌زنی (۰/۰۲) در بالاترین سطح شوری (۱۵۰ میلی‌مولار)

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

مشاهده گردیده است که یک روند کاهشی را نسبت به تیمار شاهد نشان می‌دهد. استفاده از تخفیف دهنده اسیدسالسیلیک سبب خنثی نمودن اثرات مخرب تنش شوری شده و درصد و سرعت جوانه‌زنی با استفاده از این مواد بهبود یافته است (Mojarab *et al*., 2018).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر غلظت و بر هم‌کنش غلظت در زمان بر درصد بقاء گیاهچه عدس معنی‌دار بود (جدول ۲). در بین غلظت‌های مورد آزمایش غلظت ۳۸ میلی‌گرم در لیتر اسیدسالیسیلیک بیش‌ترین درصد بقا را داشت (شکل ۳). برهمکنش غلظت در زمان، غلظت ۳۸ میلی‌گرم در لیتر اسیدسالیسیلیک به مدت ۱۴ ساعت پرایمینگ بیش‌ترین مقدار درصد بقا را دارا بود (شکل ۴). نشان داده شده است که با افزایش مدت زمان پرایمینگ و غلظت اسیدسالیسلیک اثر منفی بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر عدس داشته است (آذرنیا و همکاران، ۱۳۹۵).

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر غلظت‌های مختلف اسیدسالیسیلیک و زمان پرایمینگ بر درصد بقاء گیاهچه عدس ژنوتیپ رباط در شرایط طبیعی

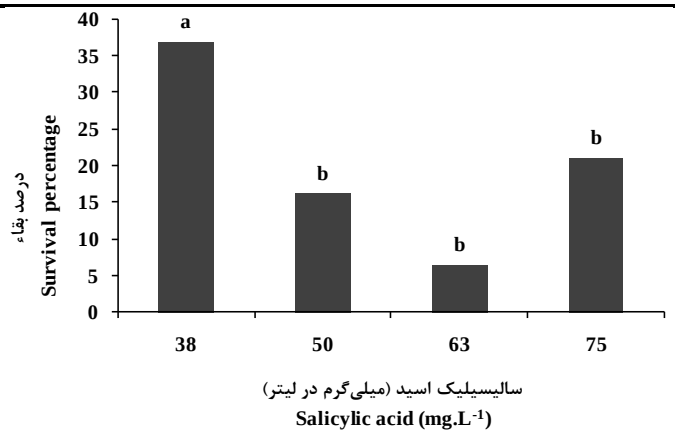
Table 2- Analysis of variance (MS) of effect of salicylic acid concentrations and priming time on survival percentage of Robat lentil genotype in natural conditions

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی DF	درصد بقاء Percentage of Survival
اسیدسالیسیلیک Salicylic acid	3	2426**
زمان Time	2	1217ns
اسیدسالیسیلیک × زمان Salicylic acid × Time	6	1508**
خطا Error	48	453

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

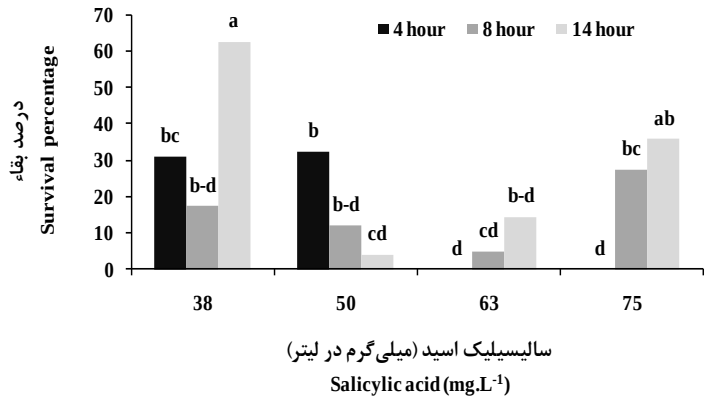
ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]



شکل ۳- اثر غلظت‌های مختلف اسیدسالیسیلیک بر درصد بقاء عدس ژنوتیپ رباط در شرایط طبیعی

Figure 3- Effect of salicylic acid concentrations on lentil survival percentage of Robat genotype in natural conditions



شکل ۴- اثر غلظت‌های مختلف اسیدسالیسیلیک و زمان پرایمینگ بر درصد بقاء عدس ژنوتیپ رباط در شرایط طبیعی

Figure 4- Effect of salicylic acid concentrations and priming time on survival percentage of Robat lentil genotype in natural conditions

به‌طورکلی در بین اثرات متقابل زمان و غلظت پرایمینگ، در تمامی غلظت‌ها (به جز غلظت ۵۰ و ۳۸ میلی‌گرم در لیتر اسیدسالیسیلیک در زمان هشت ساعت پرایمینگ) با افزایش زمان پرایمینگ درصد بقاء

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

نیز بیشتر شد که نشان می‌دهد مدت زمان ۱۴ ساعت پرایمینگ احتمالاً مدت مناسبی برای پرایمینگ بذر عدس است (شکل ۴). گیاهان کشت شده در طول دوره‌ی رشد رویشی خود سه روز متوالی در دماهای پایین به ترتیب ۱۱-، ۱۲- و ۱۰- درجه سانتی‌گراد (به‌ترتیب در تاریخ‌های هشت، نه و ۱۰ بهمن‌ماه) را تجربه کردند و توانستند این دماها را تحمل کرده و زنده بمانند. بیان‌شده است که بیش‌ترین درصد بقا گندم (*Triticum aestivum* L.) از پرایمینگ با اسیدسالیسیلیک با غلظت ۲۰۰۰ میکرومولار در شرایط کشت مزرعه به‌دست‌آمده است (Abdolahi and Shekari, 2013).

به نظر می‌رسد اسیدسالیسیلیک از طریق توسعه واکنش‌های ضدتنش، نظیر افزایش تجمع پرولین، باعث تعدیل شرایط تنش‌زا می‌شود و باعث تسریع در بهبود رشد پس از رفع تنش می‌گردد (Sajedi and Golinezhad, 2012). نتایج مشابهی از ایجاد تحمل در گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) در مقابل تنش‌های گرما، سرما و خشکی توسط اسیدسالیسیلیک گزارش شده است (Senaratna *et al*., 1988). گزارش شده است که اسیدسالیسیلیک باعث افزایش فعالیت آنزیم‌هایی مثل سوپر اکسید دیسموتاز، پراکسیداز، پلی فنل اکسیداز، مقدار پروتئین محلول و پرولین در کلزای (*Brassica napus* L.) متحمل به سرما شده است (Keshavarz *et al*., 2014).

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی بیش‌ترین سرعت ۵۰ درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی وزنی و یکنواختی جوانه‌زنی از دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و بیش‌ترین درصد بقاء از غلظت ۳۸ میلی‌گرم در لیتر اسیدسالیسیلیک به مدت زمان ۱۴ ساعت پرایمینگ به دست آمد. با توجه به اینکه اسیدسالیسیلیک نقش مهمی در مقاومت به تنش‌ها ازجمله تنش سرما از طریق تولید ترکیبات آنتی‌اکسیدانت مختلفی ازجمله پرولین، سوپراکسید دیسموتاز و غیره دارد. می‌توان برای ایجاد مقاومت به تنش‌ها از آن استفاده کرد. در پایان بهترین ترکیب برای پرایمینگ بذر عدس با اسیدسالیسیلیک (محلول آبنوش دایان) در کشت پاییزه و یا کشت زود هنگام بهاره را می‌توان غلظت ۳۸ میلی‌گرم در لیتر اسیدسالیسیلیک به مدت ۱۴ ساعت پرایمینگ پیشنهاد کرد.

منابع

Abdolahi M., Shekari F. 2013. Effect of priming by salicylic acid on vigor and performance of wheat seedlings at different planting dates. Cereal Research, 3 (1): 17-32. (In Persian).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

Agrawal R.L. 1980. Seed Technology. Oxford and IBH Publishing Co, New Delhi, India. CRCPress, New York. Pp: 285-314.

Akbar M., Bashir A., Muhammad A., Gulzar A., Zubair SH., Wang J. 2009. Water absorption and priming with osmotica responses on germination of pearl millet cultivar. Sarhad Journal of Agriculture, 25: 7-13.

Ashraf A., Foolad M.R. 2007. Roles of glycin betaien and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany, 56: 206-216.

Azarnia M., Biabani A., Eisvand H.R., Gholamalipour Alamdari A., Safikhani S. 2016. Effect of seed priming with gibberellic acid and salicylic acid on germination characteristic and seed and seedlings physiological quality of lentil (*Lens culinaris* L.). Iranian Journal of Seed Research, 3 (1): 59-73. (In Persian).

Basra S.M, Ullah E, Warriach E.A, Cheema M.A, Afzal I. 2003. Effect of storage on growth and yield of primed canola (*Brassica napus*) seeds. International Journal of Agriculture and Biology, 5 (2): 117-120.

Biabani A., Zarei M., Sanchulli S., Romani A. 2017. Effect of temperature and duration of seed placement at different temperatures on seed germination characteristics of barley. Applied Research of Plant Ecophysiology, 4 (1): 173-186. (In Persian).

Boroumand M., Ghazanchian A., Ameri A. 2013. Effect of seed priming on germination and seedling growth of alfalfa (*Medicago sativa*) under cold stress. Journal of Science and Technology of Seed, 3 (1): 22-10. (In Persian).

Bu H.Y., Chen X.L., Wang Y.F. 2007. Germination time, other plant traits and phylogeny in an alpine meadow on the eastern Qinghai-Tibet plateau. Community Ecology, 8: 221-227.

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

Faried H.N., Ayyub C.M., Amjad M., Ahmed R., Wattoo F.M., Butt M., Bashir M., Shaheen M.R., Waqas M.A. 2017. Salicylic acid confers salt tolerance in potato plants by improving water relations, gaseous exchange, antioxidant activities and osmoregulation. Journal Science Food Agriculture, 97: 1868-1875.

Fazeli Kakhki F., Nezami A., Parsa M., Kafi M. 2014. Evaluation of germination indices and seedling growth in sesame ecotypes (*Sesamum indicum* L.) under salinity conditions. Environmental Stresses in Crop Sciences, 7 (2): 217- 232. (In Persian).

Fowler D.B., Gusta L.V. 1979. Selection for winterhardiness in wheat. I. Identification of genotypic variability. Crop Science, 19: 769-772.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

Golazani G.H., Dalil B. 2011. Germination and Seed Vigor Tests. Publications University of Mashhad, 104 p. (In Persian).

Hardegree S.P., Thomas A.J., Van Vactor S.S. 2002. Variability in thermal response of primed and non-primed seeds of Squirrel tail [(Raf.) Swezey and (J.G. Smith) M.E. Jonse]. Annals of Botany, 89: 311-319.

Kamkar B., Ahmadi M., Mahdavi-Damghani A., Villalobos F.J. 2012. Quantification of the cardinal temperatures and thermal time requirement of opium poppy (*Papaver somniferum* L.) seeds to germinate using non-linear regression models. Industrial Crop and Products, 35: 192-198.

Kanouni H., Taleei A., Okhovat M. 2011. Ascochyta blight (*Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab.) of chickpea (*Cicer arietinum* L.): Breeding strategies for resistance. International Journal of Plant Breeding and Genetics, 5: 1-22.

Kayednezami R., Balouchi H. 2013. Effect of salicylic acid priming on lens cultivars (*Lens culinaris* Medik.) germination and some physiological traits under salinity conditions. Iranian Journal of Plant Biology, 5 (18): 15-36.(In Persian).

Keshavarz H., Modaress A.M., Zarinkamar F. 2014. Differences in antioxidant responses of autumn and spring rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars affected by salicylic acid under the field condition. Journal of Plant Research (Biology of Iran), 27 (2): 288-298. (In Persian).

Khajeh hosseini A., Powell A., Bingham I.J. 2003. The interaction between salinity stress and vigour during germination of soyabean seeds. Seed Science and Technology, 31: 715-725.

Khan M.I.R., Fatma M., Per T.S., Anjum N.A., Khan N.A. 2015. Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants Front. Plant Science, 6 (462): 1-17.

Kheir Khah M., Bagheri A., Nasiri M., Nezami A. 2002. The setting in Kabuli chickpea germplasm for planting weather conditions expected in Mashhad. Journal of Agricultural Science and Technology, 16: 173-180.

Majnoon Hosseini N. 2015. Agriculture and Production Legumes. University Jahad, 284 p. (In Persian).

Mojarab S., Moghadam M., Narimani R. 2018. The effect of salicylic acid pre-treatment on some germination indices, total phenol content. And antioxidant activity of seedlings of *Nepeta nuda* L. under salinity stress conditions. Journal of Ecophytochemistry of Medicinal Plants, 21 (1): 21-32. (In Persian).

Nasiri Mahallati M., Koocheki A., Rezvani Moghaddam P., Beheshti A. 2001. Agroecology. University of Ferdowsi Mashhad Press, 459 p. (In Persian).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

Qaderi A., Kamkar F., Soltani B. 2008. Seed science and technology. Mashhad University Jahad, 512 p. (In Persian).

Rawia A., Eid S., Abo-sedera A., Attia M. 2006. Influence of nitrogen fixing bacteria incorporation with organic and/or inorganic nitrogen fertilizers on growth, flower yield and chemical composition of *Celosia argentea*. World Journal of Agricultural Sciences, 2: 450458.

Roohollahi I., Kafi M., Syyad Amin P., Arghavani M. 2009. Salinity effect on germination and initial growth of poa pratensis, Cynodon dactylon, lolium perenum. Pajouhesh and Sazandegi, 81: 147-153. (In Persian).

Saglam S., Day S., Kaya G., Gurbuz A. 2010. Hydroproming increases germination of lentil (*Lens culinaris* Medik) under water stress. Notulae Scienctia Biologicae, 2 (2): 103-106.

Sajedi,N.A., Gholinezhad E. 2012. Response of yield and component yield dryland wheat varieties to selenium and salicylic acid. Iranian Journal of Field Crops Research, 10 (3): 614-621. (In Persian).

Senaratna, T., Mackay C., Mckersie B., Fletcher R. 1988. Uniconazole-induced chilling tolerance in tomato and its relationship to antioxidant content. Journal of Plant Physiology, 133: 56-61.

Still D.W., Bradford K.J. 1997. Endo-B-manganese activity from individual tomato endosperm caps and radical tips in relation to germination rate. Plant Physiology, 113: 21-29.

Tarigh Islami M., Kafi M., Military A., Zarghami R. 2018. The effect of salicylic acid spray on reducing the effects of cold and drought stress on cereal yield and crop (*Zea mays* L.). Environmental Stresses in Crop Science, 10 (4): 615-625. (In Persian).

Yousefi Tanha A., Fallah S.A. 2016. Effect of seed priming on germination parameters Alfalfa seed (*Medicago scutellata* L.) under cold stress conditions. Journal of Plant Breeding (Iranian Journal of Biology), 29 (3): 659-674. (In Persian).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]