دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره چهارم، شماره اول، فروردین و اردیبهشت ۹۶
http://arpe.gonbad.ac.ir

تأثیر دما و مدت زمان قرار دادن بذور در دماهای مختلف بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر جو

عباس بیابانی[۱*]، مهدی زارعی[۲]، سمیه سنچولی[۳]، اعظم رومانی[۴]

[۱]دانشیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
[۲]استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
[۳]دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
[۴]دانشجو کتری گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۲۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۵/۷

چکیده

مقدمه: دما و رطوبت از عوامل اصلی جوانه‌زنی بذر بوده که سرعت جوانه‌زنی بذرهای فاقد خواب را تعیین می‌کنند. لذا این تحقیق به‌منظور بررسی تأثیر دما و مدت زمان قرار دادن بذور در دماهای مختلف بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر جو رقم خرم اجرا شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه تحقیقات بذر دانشگاه گنبد کاووس در سال ۱۳۹۳ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل دامنه دمایی در چهار سطح (۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد) و مدت زمان قرار دادن بذور در آون در چهار سطح (۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ ساعت) بودند. صفات مانند مجموع وزن‌تر و خک گیاهچه‌ها، ریشه‌چه‌ها و بذور جوانه‌زده، طول گیاهچه، طول ریشه‌چه و همچنین شاخص‌های جوانه‌زنی اندازه‌گیری شدند.

*نویسنده مسئول: abs346@yahoo.com

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

نتایج: نتایج نشان داد که اثر دما و اثر متقابل دما و مدت زمان قرار دادن بذور در آون بر درصد جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی در روز، شاخص جوانه‌زنی، شاخص سرعت جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی بذر جو رقم خرم معنی‌داری بود، ولی مدت زمان قرار دادن بذور جو در آون به‌جز در شاخص سرعت جوانه‌زنی بر سایر خصوصیات جوانه‌زنی تأثیر معنی‌داری نداشت. در این تحقیق با توجه به مقایسه میانگین اثر متقابل دما و مدت زمان؛ بهترین درصد جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی در روز، شاخص جوانه‌زنی، شاخص سرعت جوانه‌زنی و ضریب سرعت جوانه‌زنی بذور جو به تیمار دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان ۲۴ ساعت قرار دادن در آون اختصاص داشت.

نتیجه‌گیری: مطابق نتایج، افزایش دما از ۳۰ درجه سانتی‌گراد به بالا و هم‌چنین افزایش مدت زمان قرار گرفتن بذور در دماهای مختلف از ۲۴ ساعت به بالا باعث کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی شد، که حاکی از اثر تنش‌های محیطی (دما) در کاهش سرعت جوانه‌زنی بذور جو می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: دما، زمان، شاخص‌های جوانه‌زنی، جو

مقدمه

جو یکی ازمهم‌ترین گیاهان زراعی است که از نظر سطح زیر کشت بعد از گندم حائز رتبه دوم در کشور می‌باشد. براساس طرح آمارگیری نمونه‌ای گندم و جو در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ حدود ۱/۶۸ میلیون هکتار سطح زیر کشت کشور به محصول جو اختصاص داشت، که در این بین ۴۳/۱۶ درصد آن آبی و ۵۶/۸۴ درصد آن دیم بود. میزان تولید جو در کشور حدود ۳/۴۵ میلیون تن برآورد شده که ۶۹/۱۰ درصد آن از اراضی آبی و ۳۰/۹۰ درصد از کشت دیم حاصل شده است؛ که این امر نشان‌دهنده افزایش ۱۰۰ درصدی تولید در یک دهه گذشته می‌باشد.

پیش‌بینی زمان سبز شدن، انتخاب تاریخ کاشت مناسب و استقرار سریع و کامل گیاهچه‌ها لازمه یک زراعت موفق است و از آن‌جایی‌که این موارد به‌شدت تحت تأثیر عوامل محیطی مانند دما و رطوبت خاک قرار می‌گیرد، بنابراین درک اساسی از عوامل محیطی مؤثر بر سبز شدن آن، در گیاهان زراعی ضروری می‌باشد (Seefeldt *et al.*, 2002). سبز شدن سریع و یکنواخت، استقرار کامل گیاهچه‌های قوی می‌توانند به پوشیده شدن سریع سطح زمین و در نتیجه به افزایش عملکرد منتهی شود (Soltani *et al.*, 2001) هم‌چنین استقرار پوشش گیاهی کافی برای افزایش قدرت رقابت گیاه زراعی با علف‌های‌هرز ضروری است (Soltani *et al.*, 2001). از این‌رو، هر عاملی که از طریق کاهش سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی منجر به استقرار نامناسب و تراکم پایین گیاهچه شود، منجر به کاهش عملکرد خواهد شد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

اثرات شرایط نامطلوب در طول دوره جوانه‌زنی و مراحل اولیه رشد گیاه نسبت به سایر مراحل رشد از اهمیت بیش‌تری برخوردار است. بنابراین، جوانه‌زنی خوب و مناسب تحت محدوده وسیعی از شرایط محیطی برای استقرار گیاهچه ضروری می‌باشد (Brar *et al.*, 1991; Jakopsen *et al.*, 1998). در بین عوامل محیطی؛ دما و رطوبت در صورت تهویه مناسب خاک، برای بذرهای بدون خواب از اهمیت بیشتری برخوردار هستند (Brodford, 2002). دما و رطوبت می‌توانند با هم‌دیگر یا به‌طور جداگانه بر درصد و سرعت جوانه‌زنی اثر بگذارند (Baskin and Baskin, 2001).

دما یکی از عواملی است که از طریق تنظیم خواب بذر بر ظرفیت جوانه‌زنی و هم‌چنین بر سرعت جوانه‌زنی بذرهای بدون خواب تأثیر می‌گذارد (Kbrab and Mardvch, 2000). سرعت جوانه‌زنی با افزایش دما تا حد دمای مطلوب جوانه‌زنی، افزایش و بعد از آن کاهش می‌یابد (Akram-Ghaderi et al., 2008). علاوه بر دما، رطوبت خاک نیز یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی است که بر جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه‌ها تأثیر می‌گذارد (Anda and Pintr, 1994). توانایی جوانه‌زنی بذرها در شرایط رطوبتی متفاوت؛ شانس استقرار بیشتر گیاه و تراکم بالاتر را در پی دارد، که می‌تواند به افزایش عملکرد منجر شود (Balbaki *et al.*, 1999). به‌طور معمول با بهبود قابلیت دسترسی به آب؛ درصد جوانه‌زنی به‌صورت خطی افزایش می‌یابد (Guerke et al., 2004).

جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه از مراحل بحرانی و مهم در چرخه زندگی گیاهان است (Windauer *et al.*, 2007). جوانه‌زنی یک فرآیند فیزیولوژیک پیچیده است که تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی قرار می‌گیرد (Foley and Fennimore, 1998; Meyer and Pendleton, 2000). جوانه‌زنی با جذب آب توسط بذر شروع می‌شود و با طویل شدن محور جنینی و خروج ریشه‌چه پایان می‌یابد (Bewley, 1997). در شروع مرحله خیساندن، سرعت جذب آب تا رسیدن به رطوبت ۳۷ درصد بالاست، اما به تدریج کاهش می‌یابد. ارتباط خطی معکوسی بین دما و زمان خیساندن تا رسیدن به‌میزان رطوبت معین وجود دارد. با افزایش دما؛ زمان خیساندن در یک رطوبت معین کاهش می‌یابد. با محاسبات ریاضی و قوانین تجربی می توان زمان لازم برای خیساندن در دماهای مختلف را تعیین کرد. با توجه به کاشت قابل توجه جو، اطلاعات زیادی در ارتباط با واکنش جوانه‌زنی آن به دما، رطوبت و دیگر پارامترهای جوانه‌زنی وجود ندارد. هم‌چنین نظر به این‌که در بین عوامل محیطی، دما دارای اهمیت زیادی در جوانه‌زنی بذرهای بدون خواب می‌باشد، تحقیقات حاضر با هدف بررسی تأثیر دما بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر جو رقم خرم صورت گرفت.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۳ در آزمایشگاه تحقیقات بذر دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس به‌منظور بررسی واکنش جوانه‌زنی بذور گیاه جو رقم خرم انجام شد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل دما در چهار سطح (۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد) و مدت زمان قرار دادن بذور در آون در چهار سطح (۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ ساعت) بود. قبل از آزمون جوانه‌زنی، بذور در آون با دماهای تعریف شده و مدت زمان مشخص قرار گرفتند. بذرها قبل از آزمایش با محلول هیپوکلرید سدیم ۱۰ درصد به‌مدت یک دقیقه ضدعفونی و سپس ۳ بار با آب مقطر استریل شستشو گردیدند. سپس تعداد ۲۵ عدد بذر به داخل پتری‌دیش (به قطر ۱۲ سانتی‌متر و حاوی کاغذ صافی واتمن شماره یک به‌عنوان بستر جوانه‌زنی بذر) انتقال یافته و به هر پتری‌دیش به اندزه کافی آب مقطر اضافه شد و در ژرميناتور با دمای تعیین شده منتقل شدند. معیار جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر یا بیش‌تر بود.

شمارش بذرهای جوانه‌زده ۲۴ ساعت پس از انتقال آن‌ها به ژرميناتور شروع و تا ۷ روز ادامه داشت. در پایان روز هفتم طول گیاهچه، طول ریشه‌چه، مجموع وزن‌تر گیاهچه‌ها، مجموع وزن‌تر ریشه‌چه‌ها و مجموع وزن‌تر بذور جوانه‌زده اندازه‌گیری شد. سپس جهت اندازه‌گیری وزن خشک ساقه‌چه، ریشه‌چه و بذور در آون در دمای ۷۰ درجه به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند و وزن خشک آن‌ها ثبت شد. در پایان درصد و سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی در روز، شاخص جوانه‌زنی، شاخص ویگور بذر، میانگین زمان جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، سرعت ضریب جوانه‌زنی و ضریب شتاب اولیه طبق روابط زیر محاسبه شد (جدول ۱). محاسبات آماری به‌وسیله نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۲) و آزمون چند دامنه‌ای دانکن و رسم نمودارها با کمک نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

براساس نتایج تجزیه واریانس این تحقیق اثر دما و اثر متقابل دما و مدت زمان قرار دادن بذور در آون بر درصد جوانه‌زنی بذور جو رقم خرم در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌داری بود (جدول ۲). با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها با افزایش دما تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی افزایش یافت؛ به‌طوری که تیمار ۳۰ درجه سانتی‌گراد بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی (۸۳/۲۵ درصد) را داشت (جدول ۳)؛ در حالی‌که با افزایش دما به بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد، این درصد جوانه‌زنی روند کاهشی یافت؛ به‌طوری‌که کم‌ترین

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

درصد جوانه‌زنی (۷۵/۵۰ درصد) مربوط به دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد بود (جدول ۳). علاوه‌بر این کم‌ترین درصد جوانه‌زنی (۶۱ درصد) در تیمارهای تلفیقی دما × مدت زمان قرارگیری بذور در آون به تیمار دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و ۹۶ ساعت قرارگیری بذور در آون مربوط بود (جدول ۴).

جدول ۱- فرمول‌های محاسباتی شاخص‌های جوانه‌زنی

Table 1- Computational Formulas for Germination Indicators

صفات Characteristics	نحوه محاسبه How Calculations
درصد جوانه‌زنی Germination Percentage (GP)	$(n/N)*100$
درصد جوانه‌زنی در روز Germination Percentage in Day (GPD)	GP/D
شاخص جوانه‌زنی Germination Index (GI)	n/D
شاخص سرعت جوانه‌زنی Germination Rate Index (GRI)	$(G_1-N_1)+(G_2-N_2)+\ldots+(G_n-N_n)$
شاخص ویگور بذر Seed of Vigor Index (SVI)	SDW*GP
میانگین زمان جوانه‌زنی Mean Germination Time (MGT)	$\sum((n_1*d_1)/n)$
سرعت جوانه‌زنی Germination Rate (GR)	1/MGT
ضریب سرعت جوانه‌زنی Coefficient of Germination rate (CGR)	$(100/n)*\sum(n_1/d_1)$
سرعت ضریب جوانه‌زنی Speed of Germination Index (SGI)	$(N_{1+n}2+\ldots+n_n)/(n_1d_1)+(n_2d_2)+\ldots+(n_nd_n)$
ضریب شتاب اولیه Initial Velocity Coefficient (IVC)	$(N_1+n_2+\ldots+n_n)/(1n_1+2n_2+...n_n)$

n: تعداد کل بذور جوانه‌زده، N: تعداد کل بذور مورد استفاده، GP: درصد جوانه‌زنی، D: طول دوره آزمایش، G1، G2، G_n؛ تعداد گیاهچه‌های طبیعی در شمارش اول، دوم و پایانی، N_1، N2، Nn: تعداد روز در شمارش اول، دوم و پایانی، SDW: وزن خشک گیاهچه بر حسب میلی‌گرم، d: تعداد روز بعد از شروع آزمایش

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

جدول ۲- تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای دما و مدت زمان قرار دادن در آون و اثرات متقابل آن‌ها بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر جو

Table 2- Analysis of variance effect of temperature and time put in the oven and their interaction on seed germination of barley

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	درصد جوانه‌زنی Ggermination Ppercentage	درصد جوانه‌زنی در روز Ggermination Ppercentage in Day	شاخص میزان جوانه‌زنی Ggermination Index	شاخص سرعت جوانه‌زنی Germination Rate Index	شاخص ویگور بذر Seed Vigor Index
دما Temperature	3	0.03*	0.04*	0.02*	0.04*	0.001**
زمان Time	3	0.46ns	0.54ns	0.36ns	0.03*	0.13ns
دما × زمان Temperature × Time	9	0.001**	0.002**	0.0008**	0.0005**	0.003*
ضریب تغییرات CV (%)		9.26	8.84	5.78	8.22	3.92

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.

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای دما و مدت زمان قرار دادن در آون و اثرات متقابل آن‌ها بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر جو

Table 2- Analysis of variance effect of temperature and time put in the oven and their interaction on seed germination of barley

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	میانگین زمان جوانه‌زنی Mean Germination Time	سرعت جوانه‌زنی Germination Rate	ضریب سرعت جوانه‌زنی Germination Rate Coefficientt	سرعت ضریب جوانه‌زنی Speed Germination Index	ضریب شتاب اولیه Initial Velocity Coefficient
دما Temperature	3	0.16ns	0.30ns	0.03*	0.20ns	0.19ns
زمان Time	3	0.20ns	0.28ns	0.66ns	0.58ns	0.72ns
دما × زمان Temperature × Time	9	0.50ns	0.55ns	0.001**	0.11ns	0.12ns
ضریب تغییرات CV (%)		4.23	7.62	9.78	10.08	6.75

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.

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای دما و مدت زمان قرار دادن در آون بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر جو
Table 3- compares the average effect of temperature and time put in the oven on the germination of barley seeds

تیمار Treatment	درصد جوانه‌زنی Ggermination Percentage	درصد جوانه‌زنی در روز Ggermination Percentage per Day	شاخص میزان جوانه‌زنی Ggermination Index
دما Temperature			
25	79.75 ab	11.39 ab	2.84 ab
30	83.25 a	11.89 a	2.99 a
35	81.75 a	11.67 a	2.92 a
40	75.50 b	10.78 a	2.69 b
SEM	3.82	0.54	1.36
زمان Time			
24	82.50 a	11.78 a	2.96 a
48	78.25 ab	11.17 ab	2.79 ab
72	79.75 ab	11.39 ab	2.84 ab
96	79.75 ab	11.39 ab	2.84 ab
SEM	5.40	0.77	0.19

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the % 5 probability level (LSD Test).

براساس نتایج تجزیه واریانس اثر دما و دما × مدت زمان قرار دادن بذور در آون بر ویژگی درصد جوانه‌زنی بذور در روز جو رقم خرم در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌داری بود (جدول ۲). با توجه به جدول ۳، با افزایش دما درصد جوانه‌زنی در روز بیشتر شده؛ به‌طوری‌که تیمار ۳۰ درجه سانتی‌گراد با بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی در روز (۱۱/۸۹ درصد) به‌عنوان دمای بهینه رشد انتخاب شد، به‌تدریج در دماهای بالاتر درصد جوانه‌زنی کاهش یافت؛ به‌طوری‌که در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد کم‌ترین درصد جوانه‌زنی در روز (۱۰/۷۸ درصد) مشاهده گردید. هم‌چنین کم‌ترین درصد جوانه‌زنی در روز (۸/۷۱ درصد) در تیمارهای تلفیقی دما × مدت زمان قرارگیری بذور در آون به تیمار دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و ۹۶ ساعت قرارگیری بذور در آون اختصاص داشت (جدول ۴).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل دما و مدت زمان قرار دادن در آون بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر جو

Table 4- compares the average effect of temperature and time put in the oven and their interaction on seed germination of barley

تیمار Treatment		درصد جوانه‌زنی Ggermination Percentage	درصد جوانه‌زنی در روز Ggermination Percentage per Day	شاخص جوانه‌زنی Ggermination Index
دما Temperature	زمان Time			
25	24	75 ab	10.71 ab	2.67 cd
25	48	82 ab	11.71 ab	2.92 abcd
25	72	77 ab	11 ab	2.75 abcd
25	96	85 ab	12.14 ab	3.03 abcd
30	24	87.04 ab	12.42 a	3.17 a
30	48	76 ab	10.85 ab	2.71 bcd
30	72	85 ab	12.14 ab	3.03 abcd
30	96	85 ab	12.14 ab	3.03 abcd
35	24	87 a	12.41 a	3.10 abc
35	48	73 ab	10.42 b	2.60 d
35	72	79 ab	11.28 ab	2.82 abcd
35	96	87 ab	12.41 a	3.14 ab
40	24	81 ab	11.57 ab	2.89 abcd
40	48	82 ab	11.71 ab	2.92 abcd
40	72	78 ab	11.14 ab	2.78 abcd
40	96	61 c	8.71 c	2.17 e
SEM		0.27	1.09	7.64

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the % 5 probability level (LSD Test).

خلیلی و همکاران (Khalili *et al.*, 2014) گزارش کردند که با افزایش دما تا دمای مطلوب درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر جو افزایش و بعد از آن کاهش یافت که همسو با نتایج به‌دست آمده در این تحقیق بود. این نتیجه در ارقام مختلف پنبه توسط گالشی و همکاران (Galeshi *et al.*, 2005) و در گندم توسط بالباکی و همکاران (Balbaki *et al.*, 1999) نیز گزارش شده است. محمدوند و همکاران

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

(Mohammadvand *et al*., 2014) نیز بیش‌ترین جوانه‌زنی بذور سوروف را در دمای ۲۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده نمودند و گزارش کردند که در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد میزان جوانه‌زنی ۲/۳ درصد کاهش یافت.

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر تیمارهای دما و دما × مدت زمان قرار دادن بذور در آون بر شاخص میزان جوانه‌زنی در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج به‌دست آمده از مقایسات میانگین تفاوت معنی‌داری در بین تیمارهای دما و دما × مدت زمان قرار دادن بذور در آون از نظر شاخص میزان جوانه‌زنی نشان داد. بیش‌ترین وکم‌ترین میزان شاخص جوانه‌زنی به‌ترتیب در تیمار دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و ۲۴ ساعت با میزان ۳/۱۷ و دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و ۹۶ ساعت با میزان ۲/۱۷ مشاهده گردید (جدول ۳). با توجه به جدول ۴، بیشترین شاخص میزان جوانه‌زنی در تیمارهای تلفیقی دما × مدت زمان قرار دادن بذور در آون در تیمار دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۲۴ ساعت و کمترین میزان آن در تیمار دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۹۶ ساعت بدست آمد.

علوی و همکاران (Alavi *et al*., 2014) در بررسی اثر درجه حرارت‌های مختلف بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر علف مورچه (*Cressa cretica*) اعلام نمودند که با افزایش دما؛ جوانه‌زنی هم بیش‌تر شد، ایشان دماهای ۱۰، ۳۰ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد را به‌عنوان دمای حداقل، بهینه و حداکثر جهت جوانه‌زنی بذور علف مورچه گزارش کردند. قاسمی‌نژاد و همکاران (Ghaseminejad *et al*., 2012) نیز در بررسی تأثیر دما و نور بر جوانه‌زنی گیاه دارویی شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra*)، بهترین تیمار دمایی که منجر به حداکثر جوانه‌زنی شد را دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد گزارش نمودند.

آنالیز واریانس به‌دست آمده (جدول ۲) نشان داد که سطوح مختلف دما و زمان و اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر شاخص سرعت جوانه‌زنی داشته است. مقایسه میانگین داده‌ها نیز نشان داد که با افزایش دما و مدت زمان شاخص سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت (جدول ۵). تیمارهای دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و ۲۴ ساعت با میزان ۱۰۱/۵۰ و دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد و ۲۴ ساعت با میزان ۱۰۰/۷۵ بیش‌ترین شاخص سرعت جوانه‌زنی را داشتند، که با سایر تیمارها فاقد اختلاف معنی‌دار بودند و تیمار دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و ۹۶ ساعت با ۶۱/۲۵ کم‌ترین میزان را به‌خود اختصاص داد (جدول ۶).

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که تیمارهای دما و دما × مدت زمان قرار دادن بذور در آون در سطح احتمال یک و پنج درصد بر روی ضریب سرعت جوانه‌زنی اثر معنی‌داری داشت (جدول ۲). در نتایج مقایسه میانگین‌ها برای ضریب سرعت جوانه‌زنی مشخص شد که بین تیمارهای دما × مدت زمان قرار دادن بذور در آون، به‌جزء تیمار دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد و ۴۸ ساعت (۰/۳۹) و تیمار دمای ۴۰

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

درجه سانتی‌گراد و ۹۶ ساعت (۰/۳۲) که کم‌ترین ضریب سرعت جوانه‌زنی را داشتند، تفاوت معنی‌داری از نظر ضریب سرعت جوانه‌زنی مشاهده نشد (جدول ۶).

سرعت جوانه‌زنی عکس زمان لازم جهت حصول درصد خاصی از جوانه‌زنی است، هر عاملی که این مدت زمان را طولانی نماید، سرعت جوانه‌زنی را کاهش خواهد داد (Ghanbari *et al*., 2006). به‌علاوه بیان شده است که انعقاد پروتئین و اختلال در کار غشاها از جمله عواملی هستند که باعث کاهش سرعت جوانه‌زنی بذرها در دماهای بالاتر از دمای مطلوب می‌شوند (Brodford, 2002). تیگرسون و همکاران (Tigrsoun *et al*., 2002) نیز کاهش کارایی متابولیکی بذرها را از دیگر عوامل کاهش سرعت جوانه‌زنی در دماهای بالاتر از دمای مطلوب گزارش کردند.

جدول ۵- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای دما و مدت زمان قرار دادن در آون بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر جو

Table 5- compares the average effect of temperature and time put in the oven on the germination of barley seeds

تیمار Treatment	شاخص سرعت جوانه‌زنی Germination Rate Index	شاخص ویگور بذر Seed Vigor Index	ضریب سرعت جوانه‌زنی Germination Rate Coefficient
دما Temperature			
25	90.25 a	14.87 a	0.42 ab
30	93.31 a	15.57 a	0.44 a
35	89.43 ab	11.88 b	0.44 a
40	81.93 a	11.59 b	0.40 b
SEM	5.64	1.29	1.021
زمان Time			
24	94.43 a	14.81 a	0.44 a
48	82.43 b	12.92 ab	0.43 a
72	88.31 ab	13.28 ab	0.42 ab
96	89.75 ab	12.91 ab	0.42 ab
SEM	7.97	1.83	0.030

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the % 5 probability level (LSD Test).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل دما و مدت زمان قرار دادن در آون بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر جو

Table 6- compares the average effect of temperature and time put in the oven and their interaction on seed germination of barley

تیمار Treatment		ضریب سرعت جوانه‌زنی Germination Rate Coefficient	شاخص ویگور بذر Seed Vigor Index	شاخص سرعت جوانه‌زنی Germination Rate Index
دما Temperature	زمان Time			
25	24	0.39 a	13.63 bc	86.25 abc
25	48	0.44 a	15.26 abc	88 abc
25	72	0.40 a	12.25 cd	78 abc
25	96	0.45 a	18.35 a	99.75 ab
30	24	0.46 a	17.35 ab	101.50 a
30	48	0.41 a	12.55 cd	75.75 cd
30	72	0.45 a	17.32 ab	97.75 ab
30	96	0.45 a	15.05 abc	98.25 ab
35	24	0.46 a	15.01 abc	100.75 a
35	48	0.39 b	9.06 de	76 cd
35	72	0.43 a	11.11 cd	81.25 cd
35	96	0.46 a	12.34 cd	97.75 ab
40	24	0.43 a	13.25 bcd	89.25 abc
40	48	0.44 a	14.81 abc	90 abc
40	72	0.41 a	12.44 cd	87.25 abc
40	96	0.32 b	5.89 e	61.25 d
SEM		0.043	2.59	11.28

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the % 5 probability level (LSD Test).

محمدوند و همکاران (Mohammadvand *et al*., 2014) گزارش کردند که سرعت جوانه‌زنی بذور سوروف واکنش بهتری به درجه حرارت‌های کم نشان داد؛ به‌طوری‌که در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد سرعت جوانه‌زنی ۰/۱ در روز بود و با افزایش درجه حرارت تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد ابتدا سرعت جوانه‌زنی افزایش و سپس کاهش یافت. در مطالعه‌ای که به‌منظور بررسی اثر دماهای مختلف بر جوانه‌زنی گیاه دارویی کرامب (*Crambe kotschyana*) انجام شد، بیش‌ترین درصد و سرعت جوانه‌زنی

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

در دماهای بین ۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد حاصل شد و پس از آن با افزایش دما، در دماهای ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد، درصد و سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت و در نهایت به صفر رسید (Naghedinia and Rezvani Moghadam, 2009).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از اختلاف معنی‌دار تیمارهای دما و دما × مدت زمان قرار دادن بذور در آون بر شاخص ویگور بذر بود (جدول ۲). با افزایش دما و مدت زمان قرار دادن بذور در آون شاخص ویگور بذر به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۵). بیش‌ترین شاخص ویگور بذر در تیمار دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و ۹۶ ساعت با ۱۸/۳۵ و کم‌ترین میزان آن در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و ۹۶ ساعت با ۵/۸۹ مشاهده شد (جدول ۶). شاخص ویگور بذر با درصد جوانه‌زنی رابطه مستقیم دارد با افزایش دما و مدت زمان قرار دادن بذور در آون شاخص ویگور بذر در تبعیت از پارامتر مذکور کاهش یافت.

رحیمی و یوسفی (Rahimi and Yousfi, 2011) در بررسی تأثیر دما و نور بر جوانه‌زنی بذر گیاه علف چای (*Hypericum perforatum* L.) هفت منطقه؛ بهترین تیمار دمایی را ۲۰ درجه سانتی‌گراد گزارش کردند. آن‌ها هم‌چنین اذعان داشتند که در دمای متناوب ۳۰ درجه سانتی‌گراد بالاترین قوه نامیه مربوط به جمعیت اصفهان بود. بررسی اثر درجه حرارت بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر کندل (*Dorema ammoniacum*) نشان داد که بیش‌ترین مقدار شاخص‌های جوانه‌زنی شامل؛ درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر در دمای ۶ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد و کم‌ترین آن‌ها در دماهای ۲ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد حاصل شد (Ghasemi-Arian *et al*., 2016).

مطابق با جدول ۲، نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها حاکی از عدم تأثیر معنی‌دار تیمارهای دما و مدت زمان قرار دادن بذور در آون بر خصوصیات میانگین زمان جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، سرعت ضریب جوانه‌زنی و ضریب شتاب اولیه بود (داده‌ها گزارش نشده است).

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج این تحقیق نشان داد دما و مدت زمان قرار دادن بذور در آون بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی گیاه جو رقم خرم تأثیر معنی‌داری داشت؛ به‌طوری‌که بهترین درصد جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی در روز، شاخص جوانه‌زنی و شاخص سرعت جوانه‌زنی و ضریب سرعت جوانه‌زنی، دانه جو مربوط به تیمار با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان ۲۴ ساعت قرار دادن در آون بود. نتایج بدست آمده حاکی از اثر تنش‌های محیطی (دما) در کاهش سرعت جوانه‌زنی بذور جو می‌باشد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

منابع

Akram-Ghaderi F. 2008. The study of seed quality development, germination, longevity and deterioration in some medicinal plants: medicinal pumpkin (*Cucurbitapepo convar* L.), cumin blank (*Nigella sativa* L.) and borago (*Borago officinalis* L.). Ph.D. Thesis in Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

Alavi S.H., Zand E., Delkhosh B., Ghajar F., Alipour H. 2014. Study on the effect of different temperatures on the seed germination of rosinweed (*Cressa cretica*) in the Rafsanjan pistachio orchards. Journal of Pistachio Iran, 1 (1): 49-57.

Anda A., Pinter L. 1994. Sorghum germination and development as influenced by soil temperature and water content. American Society of Agronomy, 86 (4): 621-624.

Balbaki R.Z., Zurayk R.A., Blelk M.M., Tahouk S.N. 1999. Germination and seedling development of drought tolerant and susceptible wheat under moisture stress. Seed Science and Technology, 27: 291-302.

Baskin C.C., Baskin J.M. 2001. Seeds, Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination. Nordic journal of Botany, 20 (5): 598 p.

Bewley J.D. 1997. Seed germination and dormancy. Plant Cell, 9: 1055-1066.

Brar G.S., Gomez J.F., McMichael B.L., Matches A.G., Taylor H.M. 1991. Germination of twenty forage legumes as influenced by temperature. Journal of Agricultural, 83: 173-175.

Brodford K.J. 2002. Applications of hydrothermal time to quantifying and modeling seed germination and dormancy. Weed Science, 50: 248-260.

Foley M.E., Fennimore S.A. 1998. Genetic basis for seed dormancy. Seed Science and Research, 8: 173-179.

Galeshi S., Farzaneh S., Soltani A. 2005. Investigation of drought tolerance at seedling stage in forty genotypes of cotton (*gossypium hirsutum* L.). Seed and Plant, 21 (1): 65-79.

Ghanbari A., Rahimian Mashhadi H., Nassiri Mahallati M., Kafi M., Rastgoo M. 2006. Ecophysiological aspects of liquorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) germination under different temperatures. Iranian Journal of Field Crop Research, 3: 275-263. (In Persian).

Ghasemi Nejad P., Rastifar M., Bahman Yar, M., Hosseini M. 2012. Effect of temperature and light on germination of *Glycyrrhiza glabra*. National Conference on Natural Products and Medicinal Plants, Bojnourd, North Khorasan University of Medical Sciences.

Ghasemi-Arian A., Ghorbani R., Naseripour-Yazdi M., Mesdaghi M. 2016. The effect of temperature on seed germination characteristics of *Dorema ammoniacum.* Journal of Plant Breeding (Iranian Biology Journal), 29 (3): 686-693.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

Guerke W.R., Gutormson T., Meyer D., Mc Donald M., Mesa J.C., Robinson J.C., Tekrony D. 2004. Application of hydrotime analysis in seed testing. Seed Technology, 26 (1): 75-85.

Khalili N., Soltani A., Zeinali E., Ghaderi F. 2014. Evaluation of nonlinear regression models to quantify barley germination rate response to temperature and water potential. European Journal of Clinical Pharmacology (EJCP), 7 (4): 23-40

Meyer S.E., Pendleton R.L. 2000. Genetic regulation of seed dormancy in *Purshi atridentata* (Rosaceae). Annals of Botany, 85: 521-529.

Mohammadvand E., Koocheki A., Nassiri Mahallati M., Shahdi A. 2014. Response of germination of two species of two Echinochloa weed species to temperature and period of light with emphasis on invasion capability in newly arrived species. Journal of Iranian Crop Science, 45 (4): 639-648.

Naghedinia N., Rezvani Moghaddam P. 2009. Investigations on the cardinal temperatures for phenology, morphology and yield characteristics of two Echinochloa weed species. Iranian Journal of Crop Protection, In Press. (In Persian).

Rahimi H., Yousefi M. 2011. Effect of temperature and light on seed germination of *Hypericum perforatum* L. First National Conference on Sustainable Agricultural Sustainability Strategies, 5 p.

Seefeldt S.S., Kidwell K.K., Waller J.E. 2002. Base growth temperature, germination rate and rowth response of contemporary spring wheat cultivars from the USA Pacific North West. Field Crop Research, 75: 47-52.

Shafii B., Price W.J. 2001. Estimation of cardinal temperatures in germination data analysis. Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics., 6: 356-366.

Soltani A., Zeinali E., Galeshi S., 2001b. Simulating geophysical fluid dynamics laboratory predicted climate change impacts on rice cropping in Iran. Journal of Agricultural Science and Technology, 3: 81-90.

Windauer L., Altuna A., Benech-Arnold R. 2007. Hydro time analysis of *Lesquerella fendleri* seed germination responses to priming treatments. Industrial Crops and Products, 25: 70-74.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]