تأثیر تنش فرسودگی بذر بر جوانه‌زنی و مؤلفه‌های رشد گیاهچه‌های سه رقم گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)

حمیدرضا بلوچی[۱]*، راضیه کایدنظامی [۲]و فهیمه باقری [۳]

۱*- نویسنده مسوول: عضو هیئت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج، (balouchi@yu.ac.ir)

۲و۳- دانشجویان کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه یاسوج

تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۲/۷/۳

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش فرسودگی بذر (آزمون پیری تسریع شده)، بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه، آزمون پیری بذر با آرایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، در سه دمای ۳۰، ٤٠ و ٥٠ درجه سانتی‌گراد و چهار دوره‌ی ٢٤، ٧٢، ١٢٠ و ١٤٤ ساعته، در رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد روی سه رقم گلرنگ (صفه، اراک ۲۸۱۱، PI) با سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج در سال ۱۳۸۹ اجرا گردید. نتایج نشان داد که برهم‌کنش رقم، دما و زمان فرسودگی، بر درصد و سرعت جوانه‌زنی اثر معنی‌داری داشت. در کل با افزایش دما و زمان زوال بذر میزان صفات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای از جمله طول و وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه و ضریب آلومتریک ارقام گلرنگ کاهش یافت. با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد، بین ارقام مورد مطالعه در شرایط انبار داری طولانی و آب و هوای گرم و مرطوب، رقم اراک۲۸۱۱ بیشترین و صفه و PI به ترتیب کمترین کیفیت بذر، از جمله درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول و وزن خشک ساقه‌چه و بنیه بذر را دارا می‌باشند. در بین صفات مورد بررسی، طول ساقه‌چه، وزن ریشه‌چه، ضریب آلومتری و بنیه بذر کمتر تحت تأثیر ژنوتیپ قرار داشتند و بیشتر به شرایط فرسودگی واکنش نشان دادند. در نتیجه در مناطق یا انبارهای فاقد امکانات مناسب انبارداری بذر (بدون کنترل دما و رطوبت) با دمای بالاتر از ٤٠ درجه برای مدت زمان‌های بیش از ۷۲ ساعت و رطوبت اشباع بهتر است از رقم اراک ۲۸۱۱ که قابلیت حفظ بنیه و جوانه‌زنی بذر بیشتری را در این شرایط دارد، بجای ارقام صفه و PI استفاده نمود.

کلید واژه‌ها: گلرنگ، فرسودگی بذر، جوانه‌زنی، بنیه‌ی بذر، شرایط انبار

مقدمه

جوانه‌زنی بذر، سبز شدن گیاهچه و استقرار گیاه جنبه‌های مهمی از تولید هستند، و بخش‌ها یا اجزاء اصلی از قدرت بذر یا گیاهچه را شامل می‌شود (دوایاه و همکاران[۱]، ۲۰۰۷). جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در گیاهان زراعی به عواملی از جمله درصد و سرعت جوانه‌زنی، قوه‌ی نامیه‌ی بذر و شرایط محیطی بستگی دارد (سلطانی و همکاران[۲]، ۲۰۰۶). کیفیت بالای بذر از نظر زراعی و اقتصادی دارای اهمیت زیادی می‌باشد، و شامل سرعت جوانه‌زنی بالا و محتوای ثابت بعد از انبارداری می‌شود. دفیگوردو و همکاران[۳] (۲۰۰۳) گزارش کردند که اثر قوه‌ی نامیه بذر، بر قدرت رویش گیاهچه‌ها و به شرایط محیطی در طول مراحل رشد گیاه وابسته است. کاهش کیفیت بذر، منجر به جوانه‌زنی نامطلوب و کاهش قدرت رشد گیاهچه‌ها، بخصوص تحت شرایط فرسودگی می‌گردد (دفیگوردو و همکاران، ۲۰۰۳؛ رحمان و همکاران[۴]، ۱۹۹۹).

1- Devaiah *et al.*
2- Soltani *et al.*
3- De Figueiredo *et al.*
4- Rehman

آزمون تسریع فرسودگی، یکی از مهم‌ترین آزمون‌های استفاده شده برای ارزیابی پتانسیل فیزیولوژیکی گونه‌های مختلف بذرها می‌باشد. مهمترین تغییراتی که ضمن زوال در بذر ایجاد می‌شود، شامل کاهش یکپارچگی غشا، تغییر ساختمان ملکولی هسته و کاهش فعالیت آنزیم‌هاست (تکرونی[1]، ۱۹۹۵). یک نگرانی بزرگ کشاورزان، فرسودگی بذر برخی از ارقام، به دلیل کاهش قدرت بذر است، و شاید این موضوع قبل از کشت مشخص نشده باشد. به هر حال، بذرها به تدریج در طول انبارداری طولانی مدت فرسوده می‌شوند و قوه‌ی نامیه‌ی آن‌ها کاهش می‌یابد (مک‌دونالد[2]، ۱۹۹۹). علاوه براین، تاریخ کشت نامناسب یا زمان برداشت تحت شرایط گرما و رطوبت، می‌تواند باعث فرسودگی در بذر شود. این فرسودگی به صورت کاهش در درصد جوانه‌زنی و گیاهچه‌های ضعیف حاصل از بذرهای جوانه‌زده آشکار می‌شود (وسلووا و وسلواسکی[3]، ۲۰۰۳).

محمدی و همکاران[4] (۲۰۱۱) کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و درصد گیاه‌چه‌های طبیعی سویا را در شرایط زوال بذر گزارش نمودند. همچنین چیترادوی و همکاران[5] (۲۰۰۳) نشان دادند که بذرهای بزرگتر خردل با دوره انباری کمتر، درصد سبزشدن و دوره انباری بیشتری نسبت به بذرهای کوچک داشتند. باسرا و همکاران [6] (۲۰۰۳) نشان دادند که، درصد سبز شدن بذرهای پنبه با افزایش در دوره تسریع پیری کاهش پیدا می‌کند؛ به طوری که درصد سبز شدن از ۸۷ درصد در بذرهای شاهد، به صفر درصد در بذرهایی با ۱۵ روز پیری تسریع شده رسید. با زوال بذر، بنیه بذر اولین جزئی از کیفیت بذر است که کاهش می‌یابد، و به دنبال آن ظرفیت جوانه زنی و قوه نامیه نیز کاهش نشان می‌دهد (باسرا و همکاران، ۲۰۰۳؛ دفیگوردو و همکاران، ۲۰۰۳؛ مک‌دونالد، ۱۹۹۹). کاهش درصد جوانه‌زنی در اثر فرسودگی بذر، توسط محققان زیادی از جمله کاپور و همکاران[7] (۲۰۱۰ و ۲۰۱۱)، بیشنوئی و سانتوز[8] (۱۹۹۶) و داهیا و همکاران[9] (۱۹۹۷) در مورد ماش و نخود تأیید شده است. در آزمایش‌های قرینه و همکاران (۱۳۸۷) روی فرسودگی بذر ارقام مختلف کلزا مشخص شد که، تنش فرسودگی بذر روی شاخص‌های مزرعه‌ای اندازه‌گیری شده، به ویژه استقرار گیاهچه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک تأثیر گذار بوده و باعث کاهش این شاخص‌ها شده است. همچنین، با افزایش فرسودگی، درصد جوانه‌زنی بذور کاهش یافته است. گزارش‌ها نشان دادند که پیری بذر، جوانه‌زنی، سبزشدن (باسرا و همکاران، ۲۰۰۳؛ ورما و همکاران[10]، ۱۹۹۹)، وزن خشک ساقه و ریشه (رایس و دیر[11]، ۲۰۰۱)، طول گیاهچه (ورما و همکاران[12]، ۲۰۰۳)، درصد گیاهچه‌های طبیعی (دل‌آکوئیلا و دی‌توری[13]، ۱۹۹۶) و درصد پیدایش برگ را کاهش داده است (سلطانی و همکاران[14]، ۲۰۰۸).

بقای بذر ارقام یا گروه‌های مختلف، تحت شرایط یکسان انبارداری بذرها، متفاوت می‌باشد. به هر حال با توضیح این نکته، کشاورزان قبل از کشت به شیوه‌ای برای ارزیابی قدرت انبارداری و قدرت زیست بذر برای هر ناحیه و انتخاب بهترین رقم نیاز دارند. با توجه به اهمیت دانه‌های روغنی و تولید روغن در کشور ایران، هدف از این پژوهش، ارزیابی تغییرات موجود در شاخص‌های کیفی بذر مانند درصد و سرعت جوانه‌زنی و همچنین چگونگی رشد گیاهچه، تحت سطوح مختلف فرسودگی بود، تا شاید بتوان بهترین روش انبارداری را

1- Tekrony
2- McDonald
3- Veselova & Veselovasky
4- Mohammadi *et al.*
5- Chitra Devi *et al.*
6- Barsa *et al.*
7- Kapoor *et al.*
8- Bishnoi & Santos
9- Dahiya *et al.*
10- Verma *et al.*
11- Rice & Deyr
12- Verma *et al.*
13- Dell' Aquila & Di Turi
14- Soltani *et al.*

برای حفظ قوه‌ی نامیه‌ی بذرها به مدت طولانی‌تر مشخص کرد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر درجه حرارت‌های بالا و مدت زمان اعمال آن بر فرسودگی بذر ارقام مختلف گلرنگ، تحقیق حاضر در آزمایشگاه فناوری بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج، در سال ۱۳۸۹، روی سه رقم گلرنگ انجام گرفت. تمامی بذرهای ارقام مورد مطالعه در شهریور سال ۱۳۸۷ از مزرعه تحقیقاتی دانشگاه یاسوج برداشت و تا زمان آزمایش در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشگاه یاسوج در شرایط یکنواختی نگهداری شده بودند. این آزمایش، با آرایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، در سه دمای مختلف ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد و چهار دوره‌ی ۲۴، ۷۲، ۱۲۰ و ۱۴۴ ساعته، روی سه رقم گلرنگ (صفه، اراک ۲۸۱۱ و PI)، با سه تکرار اجرا گردید. برای اعمال تیمارهای فرسودگی، بذرها به صورت یک لایه روی توری‌های آلومینیومی بالای ظروف آب درون انکوباتور، طبق زمان‌های مورد نظر و در رطوبت نسبی ۵±۱۰۰٪ قرار گرفتند. پس از اعمال تیمارهای فرسودگی بذور، ۳۰ عدد بذر برای هر تیمار در هر تکرار درون پتری‌دیش قرار داده شد و جهت آزمون استاندارد جوانه‌زنی طبق قوانین انجمن بین المللی آزمون بذر در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد درون ژرمیناتور قرار داده شد (قاسمی گلعذانی و دلیل، ۱۳۹۰). در هر روز تعداد بذور جوانه‌زده شمارش شدند. معیار بذرهای جوانه‌زده، خروج ریشه‌چه به اندازه‌ی حداقل دو میلی‌متر بود (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۱). در روز چهاردهم آزمایش طبق قوانین انجمن بین المللی آزمون بذر پس از شمارش بذرهای جوانه‌زده، از هر پتری دیش ۱۰ نمونه به طور تصادفی انتخاب و طول ساقه‌چه و ریشه‌چه به کمک خط‌کش میلی‌متری مدرج و وزن خشک ساقچه و ریشه‌چه با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم بعد از قرار دادن آنها در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت اندازه‌گیری شد (قاسمی گلعذانی و دلیل، ۱۳۹۰). بعد از قرار دادن بذور درون پتری دیش با شمارش روزانه بذور سبز شده و به کمک برنامه Germin، صفت D50 (یعنی مدت زمانی که طول می‌کشد تا سبز شدن به ۵۰ درصد حداکثر خود برسد) را برای هر تکرار و هر تیمار بذری از طریق درون‌یابی منحنی افزایش سبز شدن در مقابل زمان محاسبه شد. همچنین حداکثر سرعت سبز شدن ۵۰ درصد بذور از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۱):

$R50= 1/D50$ (سرعت سبز شدن)

D50، تعداد روزهای تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی

میزان درصد جوانه‌زنی بذرها از تقسیم کردن مجموع تعداد بذرهای جوانه‌زده بر کل بذرهای هر پتری دیش محاسبه گردید. سرعت جوانه‌زنی بذرها نیز با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (به نقل از کابلی و صادقی، ۱۳۸۱):

$GR=\sum Ni/Ti$

Ni= تعداد بذرهای جوانه زده در هر روز

Ti= شماره روز که از روز اول تا روز آخر جوانه زنی ادامه دارد.

ضریب آلومتریک از تقسیم میانگین وزن خشک ریشه‌چه به وزن خشک ساقه‌چه به دست آمد (به نقل از کابلی و صادقی، ۱۳۸۱).

بنیه بذر از حاصل ضرب مجموع طول ریشه‌چه و ساقه‌چه (طول گیاه‌چه) در درصد جوانه‌زنی تقسیم بر ۱۰۰ بدست آمد (بکی و آندرسون[1]، ۱۹۷۲).

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

1- Baki & Anderson

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که درصد جوانه‌زنی تحت تاثیر زمان‌های مختلف فرسودگی، اثر متقابل ترکیب‌های تیماری دو گانه رقم در زمان، رقم در دما، دما در زمان و اثر متقابل سه جانبه رقم × دما × زمان، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد؛ اما بین ارقام مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری از نظر درصد جوانه‌زنی وجود نداشت (جدول ۱).

مقایسه میانگین اثر متقابل دما در زمان در ارقام مختلف نشان داد که، در هر رقم، درصد جوانه‌زنی از دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و ۱۲۰ ساعت و دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد و ۷۲ ساعت شروع به کاهش نمود. بیشترین کاهش درصد جوانه‌زنی، در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ ساعت به میزان ۹۷ درصد در مقایسه با کمترین تیمار دمایی (۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت) از ۱۰۰ به ۳ درصد در هر سه رقم دیده شد (جدول ۳). این می‌تواند ناشی از عدم تفاوت ذاتی بین ارقام در شرایط فرسودگی بذر باشد؛ زیرا هرکدام از ارقام در شرایط فرسودگی بذر عکس‌العمل‌های مشابهی را از خود نشان دادند. در شرایط فرسودگی بذر که به پیری زودرس منجر می شود کاهش فعالیت دو انزیم کاتالاز و پراکسیداز منجر به کاهش مولفه‌های درصد، سرعت و شاخص جوانه زنی شده‌اند (توکل افشار و همکاران، ۱۳۸۶).

بررسی اثر پیری بر صفات جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز در دو ژنوتیپ جو نشان داد که، پیری زودرس از طریق کاهش فعالیت این دو آنزیم، موجب کاهش مولفه‌های درصد، سرعت و شاخص جوانه‌زنی در جو می‌شود (توکل افشار و همکاران، ۱۳۸۶).

جدول ۱ - تجزیهٔ واریانس صفات جوانه‌زنی ارقام گلرنگ تحت آزمون فرسودگی بذر در دماها و زمان‌های مختلف

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات				
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی	سرعت تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی	بنیه بذر
رقم	۲	۲۲/۷۰ ns	۳۳/۱۲**	۰/۵۷**	۰/۱۴**	۸/۵۱**
دما	۲	۳۷۰۹۳/۵۱**	۳۰۱۹/۴۷**	۱۶۹/۵۹**	۸/۳۲**	۳۸۹/۲۰**
زمان	۳	۸۰۵۷/۰۲**	۹۵۷/۴۲**	۴۶/۴۸**	۳/۹۹**	۴۲۰/۳۳**
رقم × زمان	۴	۵۶/۲۶**	۱۴/۵۵**	۰/۲۰ **	۰/۰۹ **	۰/۵۴ ns
رقم × دما	۶	۷۰/۳۱**	۲/۱۸ ns	۰/۰۵ns	۰/۰۱ ns	۱/۹۷ ns
دما × زمان	۶	۶۴۳۷/۳۴**	۴۸/۲۲**	۲۲/۴۹**	۰/۱۸**	۵۸/۴۹**
رقم×دما × زمان	۱۲	۵۲/۱۸**	۵/۷۳**	۰/۰۹*	۰/۰۲ ns	۱/۰۳ ns
خطای آزمایش	۷۲	۱۵/۶۲	۱/۹۵	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۹۱
ضریب تغییرات	٪	۴/۹۶	۸/۷۹	۸/۴۰	۱۵/۴۹	۱۱/۵۰

ns، * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول۲- تجزیهٔ واریانس صفات رشد گیاهچه ارقام گلرنگ تحت آزمون فرسودگی بذر در دماها و زمان‌های مختلف

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات				
		طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	ضریب آلومتریک
رقم	۲	۵/۵۶**	۰/۳۵^{ns}	۰/۲۰^{ns}	۱۱/۷۳**	۰/۰۰۱^{ns}
دما	۲	۱۹/۷۹**	۲۷/۲۶**	۸/۴۰**	۸۳/۵۸**	۰/۰۱۲*
زمان	۳	۵۲/۳۷**	۱۳۶/۰۲**	۲۸/۸۱**	۳۴۰/۵۷**	۰/۰۳۵**
رقم × زمان	۴	۰/۲۹^{ns}	۰/۳۵^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۲/۴۶^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
رقم × دما	۶	۰/۱۷^{ns}	۱/۵۷*	۰/۲۴^{ns}	۲/۳۶ *	۰/۰۰۴^{ns}
دما × زمان	۶	۷/۷۹**	۶/۰۴**	۱/۳۴ **	۲۹/۲۶**	۰/۰۰۳^{ns}
رقم × دما × زمان	۱۲	۰/۱۴^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۵۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
خطای آزمایش	۷۲	۰/۳۶	۰/۵۵	۰/۳۳	۱/۰۲	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات	٪	۱۲/۷۳	۱۵/۳۶	۲۲/۱۳	۷/۸۶	۲۳/۵۵

ns، * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۳- مقایسه میانگین برهمکنش دما و زمان زوال بر درصد جوانه‌زنی سه رقم گلرنگ در آزمایش زوال

رقم	دما (سانتی‌گراد)	زمان (ساعت)			
		۲۴	۷۲	۱۲۰	۱۴۴
PI	۳۰	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}
	۴۰	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}	۹۰/۳۳^{bc}	۹۵/۶۷^{ab}
	۵۰	۱۰۰^{a}	۶۷^{e}	۳^{g}	۳^{g}
اراک ۲۸۱۱	۳۰	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}
	۴۰	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}	۹۷/۶۷^{a}	۸۴/۶۷^{c}
	۵۰	۱۰۰^{a}	۷۶/۶۷^{d}	۳^{g}	۳^{g}
صفه	۳۰	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}
	۴۰	۱۰۰^{a}	۹۹^{a}	۹۵/۶۷^{ab}	۹۴/۶۷^{ab}
	۵۰	۱۰۰^{a}	۵۱^{f}	۳^{g}	۳^{g}

*: میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ به روش LSD می‌باشند.

نتایج حاصل از این آزمون جوانه‌زنی با نتایج ربیعی و بیات (۱۳۸۸)، روی فرسودگی بذر گلرنگ به صورت طبیعی و فرسودگی بذر بین ارقام مختلف گلرنگ و همچنین، نتایج هالدر و همکاران[1] (۱۳۸۳) روی فرسودگی بذر آفتابگردان مطابقت دارد. باسرا و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که، درصد سبز شدن بذرهای پنبه با افزایش دوره تسریع پیری کاهش پیدا می‌کند؛ به طوری که درصد سبز شدن از ۸۷ درصد در بذرهای شاهد به صفر درصد در بذرهایی که ۱۵ روز با

1 - Halder *et al.*

تیمار تسریع پیری مواجه شده بودند رسید (باسرا و همکاران، ۲۰۰۳). با زوال بذر، قدرت بذر اولین جزء از کیفیت بذر است که کاهش می‌یابد و به دنبال آن ظرفیت جوانه‌زنی و قوه نامیه نیز کاهش نشان می‌دهد (باسرا و همکاران، ۲۰۰۳؛ دفیگوردو و همکاران، ۲۰۰۳؛ مک‌دونالد، ۱۹۹۹).

یکی دیگر از شاخص‌های اندازه‌گیری کیفیت بذر، سرعت جوانه‌زنی ارقام می‌باشد. هر چه ارقام بتوانند در مدت زمان کمتری، درصد جوانه‌زنی بیشتری داشته باشند، دارای کیفیت بذر مطلوب‌تر و قدرت بذر بالاتری هستند. تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی نشان داد که برهم‌کنش بین رقم، دما و مدت زمان تسریع پیری بر سرعت جوانه‌زنی اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۱). به طوری که در هر رقم با افزایش میزان و مدت زمان قرار گرفتن بذور در دمای بالا، سرعت جوانه‌زنی به طور معنی‌داری کاهش یافت. در بین ارقام مورد مطالعه از نظر سرعت جوانه‌زنی، رقم PI و اراک۲۸۱۱ بیشترین و رقم صفه کمترین سرعت جوانه‌زنی را نسبت به افزایش زوال بذر دارا بودند (جدول ۴).

سرعت جوانه‌زنی از عوامل مهم در بین خصوصیات مطلوب زراعی بذر بوده و پایین بودن آن در بذر، باعث عدم یکنواختی تراکم گیاه در مزرعه می‌شود. در بذر ماش، نخود (بیشنوئی و سانتوز، ۱۹۹۶؛ داهیا و همکاران، ۱۹۹۷)، گندم (سلطانی و همکاران، ۱۳۸۸) و آفتابگردان (هالدر و همکاران، ۱۳۸۳)، کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی در اثر فرسودگی بذر گزارش شده است.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات نشان می‌دهد که، برهم‌کنش دما و مدت زمان اعمال آن در ارقام مختلف بر تعداد روز تا ۵۰٪ جوانه‌زنی بذور تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین صفت مذکور نشان داد که افزایش دما از ۳۰ به ۵۰ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان اعمال آن از ۲۴ به ۱۴۴ ساعت در کلیه‌ی ارقام باعث بیشتر شدن زمان مورد نیاز برای جوانه‌زنی ۵۰٪ بذور گردید (جدول ۵). به این ترتیب با افزایش زوال بذر تا دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۴۴ ساعت، رقم صفه دارای طولانی‌ترین مدت زمان لازم تا ۵۰٪ جوانه‌زنی بین ارقام مورد بررسی گردید و به تبع آن باعث کاهش سرعت جوانه‌زنی بذور آن رقم شد. تجزیه واریانس سرعت تا ۵۰٪ جوانه‌زنی نشان داد که برهم‌کنش دما و مدت زمان اعمال فرسودگی و رقم با زمان (در سطح احتمال یک درصد) اثر معنی‌داری بر این صفت داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین بین رقم و زمان نشان داد که با افزایش زمان فرسودگی بذر، سرعت تا ۵۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی در هر رقم کاهش یافت؛ اما شدت این کاهش در ارقام مختلف متفاوت بود. به طوری که در رقم صفه نسبت به دو رقم دیگر، با افزایش مدت زمان زوال سرعت ۵۰ درصد جوانه‌زنی با شدت بیشتری کاهش یافت (جدول ۶).

سنتز پروتئین‌ها نقش مهمی در فرآیند جوانه‌زنی، رشد محور جنینی و تولید آنزیم‌های هیدرولیز کننده و سایر سیستم‌های سلولی انتقال دهنده‌ی مواد اندوخته‌ای دانه ایفا می‌نماید. فرسودگی با ایجاد اختلال در سازوکارهای ذکر شده باعث کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه می‌شود. جوانه‌زنی سریع، یکنواخت و کامل بذرها باعث سبز شدن مطلوب و رشد اولیه سریع گیاهان زراعی شده و با رشد مطلوب اولیه و دریافت نور بیشتر باعث افزایش عملکرد می‌گردد (لطیفی و همکاران، ۱۳۸۳).

بررسی اثر پیری زودرس بر صفات جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز در دو ژنوتیپ جو نشان داد که پیری زودرس باعث کاهش فعالیت این آنزیم‌ها و درنتیجه کاهش درصد، سرعت جوانه‌زنی در جو می‌گردد. همچنین ژنوتیپ‌هایی با بنیه‌ی ضعیف‌تر نسبت به ژنوتیپ‌های قوی‌تر جوانه‌زنی کمتری داشتند (توکل افشار وهمکاران، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۶).

با تسریع پیری به وسیله‌ی افزایش دما و مدت زمان اعمال آن در شرایط مرطوب سرعت تا ۵۰٪ جوانه‌زنی در تمامی ارقام دارای روند یکسانی بوده و بطور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۷).

جدول ٤- مقایسه میانگین برهم‌کنش دما و زمان زوال بر سرعت جوانه‌زنی سه رقم گلرنگ در آزمایش زوال بذر (بر حسب تعداد بذر جوانه‌زده در روز)

رقم	دما (سانتی‌گراد)	زمان (ساعت)			
		۲۴	۷۲	۱۲۰	۱۴۴
PI	۳۰	۳۰/۰۰^{a}	۲۳/۲۷^{cd}	۲۲/۰۰^{de}	۲۰/۸۳^{de}
	۴۰	۲۷/۶۷^{b}	۲۳/۴۳^{b}	۱۶/۴۷^{f}	۱۵/۰۰^{f}
	۵۰	۱۶/۱۷^{f}	۶/۰۰^{i}	۰/۱۴^{k}	۰/۱۴^{k}
اراک ۲۸۱۱	۳۰	۲۹/۵۷^{ab}	۲۴/۹۷^{c}	۲۰/۴۳^{de}	۱۸/۰۰^{ef}
	۴۰	۲۶/۳۰^{bc}	۲۲/۴۳^{d}	۱۵/۷۷^{f}	۱۲/۵۷^{g}
	۵۰	۱۶/۲۰^{f}	۷/۰۳^{i}	۰/۱۴^{k}	۰/۱۴^{k}
صفه	۳۰	۲۹/۰۳^{ab}	۲۲/۴۳^{d}	۲۰/۰۳^{e}	۱۸/۴۳^{ef}
	۴۰	۲۰/۶۰^{bc}	۲۲/۸^{b}	۱۲/۲^{g}	۹/۷۳^{h}
	۵۰	۱۷/۱۷^{f}	۴/۰۶^{j}	۰/۱۴^{k}	۰/۱۴^{k}

*: میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ به روش LSD می‌باشند.

جدول ٥- مقایسه میانگین برهمکنش دما و زمان زوال بر زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی سه رقم گلرنگ در آزمایش زوال بذر

رقم	دما (سانتی‌گراد)	زمان (ساعت)			
		۲۴	۷۲	۱۲۰	۱۴۴
PI	۳۰	۰/۵۳^{e}	۰/۹۳^{d}	۰/۹۳^{d}	۱/۱۸^{d}
	۴۰	۰/۶۰^{e}	۰/۸۹^{de}	۱/۴۲^{cd}	۱/۶۷^{c}
	۵۰	۱/۴۷^{cd}	۲/۷۱^{b}	۷/۵۰^{a}	۷/۵۰^{a}
اراک ۲۸۱۱	۳۰	۰/۵۱^{e}	۱/۰۲^{d}	۱/۰۲^{d}	۱/۲۱^{d}
	۴۰	۰/۶۶^{e}	۱/۰۰^{c}	۱/۵۳^{cd}	۱/۶۹^{c}
	۵۰	۱/۴۵^{cd}	۲/۸۷^{b}	۷/۵۰^{a}	۷/۵۰^{a}
صفه	۳۰	۰/۵^{g}	۱/۰۲^{f}	۱/۰۲^{f}	۱/۱۸^{ef}
	۴۰	۰/۸۳^{f}	۱/۱۸^{c}	۱/۹۸^{d}	۲/۶۰^{c}
	۵۰	۱/۴۱^{e}	۳/۳۱^{b}	۷/۵۰^{a}	۷/۵۰^{a}

*: میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ به روش LSD می‌باشند.

جدول٦- مقایسه میانگین سرعت تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی تحت تاثیر برهمکنش سه رقم گلرنگ در زمان‌های مختلف زوال بذر(بر حسب تعداد بذر جوانه‌زده در روز)

	زمان (ساعت)			
	۲۴	۷۲	۱۲۰	۱۴۴
PI	۱/۴۲^{a}	۰/۸۷^{b}	۰/۶۵^{cd}	۰/۵۲^{e}
اراک ۲۸۱۱	۱/۳۹^{a}	۰/۹۰^{b}	۰/۷۱^{c}	۰/۴۸^{e}
صفه	۱/۳۰^{a}	۰/۷۳^{c}	۰/۵۶^{de}	۰/۴۶^{e}

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ به روش LSD می‌باشند (LSD=0.121)

جدول۷- مقایسه میانگین برخی صفات جوانه‌زنی در سه رقم گلرنگ تحت تاثیر برهمکنش دما و مدت زمان زوال

زمان	دما (سانتی‌گراد)	سرعت تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم)	بنیه بذر
	۳۰	۱/۹۵^{a}	۷/۴۵^{a}	۶/۱۲^{a}	۴/۳۴^{a}	۱۶/۴^{a}	۱۳/۵^{a}
۲۴	۴۰	۱/۴۸ ^{b}	۷/۰۱^{b}	۵/۷۹^{ab}	۳/۲۷^{b}	۱۶/۱^{ab}	۱۲/۸^{ab}
	۵۰	۰/۶۹^{ef}	۶/۷۳^{b}	۵/۳۸^{bcd}	۳/۱۸^{b}	۱۵/۰ ^{c}	۱۲/۱^{b}
	۳۰	۱/۱۷^{c}	۶/۳۲^{c}	۵/۶۷^{abc}	۳/۲۲^{b}	۱۵/۳^{bc}	۱۱/۹^{b}
۷۲	۴۰	۱/۰۰^{d}	۵/۷۷^{cd}	۵/۳۴^{bcd}	۳/۱۶^{b}	۱۴/۵^{cd}	۱۱/۰^{c}
	۵۰	۰/۳۴^{h}	۵/۴۷^{d}	۵/۰۴^{de}	۲/۹۲^{bc}	۱۴/۰^{de}	۶/۸^{e}
	۳۰	۱/۱۷^{c}	۵/۲۴^{d}	۵/۳۳^{cd}	۲/۷۵^{bcd}	۱۳/۸^{de}	۱۰/۵^{c}
۱۲۰	۴۰	۰/۶۳^{fg}	۴/۲۸^{e}	۵/۱۶^{cde}	۲/۵۰^{cd}	۱۳/۲^{ef}	۸/۹^{d}
	۵۰	۰/۱۳^{i}	۳/۹۹ ^{e}	۴/۷۱^{e}	۲/۲۳^{d}	۱۲/۵^{f}	۰/۲۸^{g}
	۳۰	۰/۸۱ ^{e}	۴/۲۳^{e}	۵/۱۱^{cde}	۲/۲۸^{d}	۱۲/۶^{f}	۹/۳^{d}
۱۴۴	۴۰	۰/۵۳^{g}	۰/۶۸^{f}	۱/۴۹^{f}	۰/۷۰^{e}	۵/۷^{g}	۱/۹^{f}
	۵۰	۰/۱۳^{i}	۰/۵۹^{f}	۱/۴۱^{f}	۰/۶۴^{e}	۵/۰ ^{g}	۰/۰۷^{g}
LSD		۰/۱۲۱۸	۰/۶۹۵۴	۰/۵۶۴۶	۰/۵۴۱۶	۰/۹۵۰۵	۰/۸۹

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ به روش LSD می‌باشند

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه از مهمترین صفات تعیین کننده بنیه بذور می‌باشد، که تحت تأثیر ژنوتیپ و شرایط محیطی قرار می‌گیرد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات نشان داد که برهمکنش دما و مدت زمان زوال بذر بر طول ریشه‌چه تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد داشتند (جدول ۲). مقایسه میانگین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گلرنگ نشان داد که، در هر زمان با افزایش دما از ۳۰ به ۵۰ درجه‌سانتی‌گراد طول ریشه‌چه کاهش یافت؛ همچنین، با افزایش مدت زمان زوال از۲۴ تا ۱۴۴ ساعت و در هر دمایی طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گلرنگ کاهش معنی‌داری را نشان داد؛ به طوری که کمترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۱۴۴ ساعت مشاهده گردید (جدول ۷).

تجزیه واریانس طول ریشه‌چه نشان داد که برهم‌کنش رقم و دمای زوال اثر معنی‌داری بر طول ریشه‌چه در سطح احتمال پنج درصد داشتند (جدول ۲). در هر رقم با افزایش دمای زوال به ۴۰ درجه سانتی‌گراد طول ریشه‌چه بطور معنی‌داری کاهش پیدا کرد؛ اما بین

دماهای ۴۰ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد، در ارقام مختلف، اختلاف معنی‌داری از نظر طول ریشه‌چه مشاهده نشد (جدول ۸).

در بین ارقام گلرنگ مورد مطالعه، رقم اراک۲۸۱۱، دارای بیشترین طول ساقه‌چه بود؛ اما دو رقم دیگر از این نظر اختلاف معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۹).

بذرها بر اساس این که نحوه تولید و نگهداری آنها چگونه بوده باشد، دارای کیفیت و بنیه‌ی بذر متفاوتی هستند و این شرایط می‌تواند به طور مستقیم بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه مؤثر باشد (فورسلا و همکاران[1]، ۲۰۰۳). همان طور که مرتضوی و همکاران (مرتضوی و همکاران، ۱۳۸۴)، در آزمایشی روی فرسودگی بذر نخود ایرانی نشان داده بودند، تنش فرسودگی باعث کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌گردد. وجود گیاهچه‌های کوچک و ضعیف دلالت بر ضعیف بودن بنیه‌ی بذر دارد. طول گیاهچه معیاری از بنیه‌ی بذر بوده و در بسیاری از گیاهان، همبستگی بین طول گیاهچه و بنیه آن مشخص شده و از آن جهت ارزیابی رشد و بنیه‌ی گیاهچه استفاده می‌کنند.

نتایج حاضر با نتایج کاپو و همکاران (۲۰۱۰) مشابهت داشت که همگی بر کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه همراه با افزایش زمان فرسودگی دلالت دارند.

وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه به عنوان شاخص‌های مهمی جهت ارزیابی کیفیت بذر معرفی می‌شوند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس این آزمون نشان داده که برهم‌کنش دما و مدت زمان اعمال آن در ارقام مختلف بر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، اثر معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد داشته است. همچنین، وزن خشک ساقه‌چه تحت تاثیر معنی‌دار رقم و دمای زوال واقع شد؛ اما رقم‌ها بطور معنی‌داری تحت تاثیر وزن خشک ریشه‌چه قرار نگرفتند (جدول ۲).

با افزایش دمای زوال در هر زمان و نیز افزایش زمان زوال، وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه کاهش معنی‌داری نشان داد. به طوری که کمترین وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه، در شرایط زوال با ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۴۴ ساعت مشاهده گردید (جدول ۷). در این حالت وزن خشک ساقه‌چه بیشتر از ریشه‌چه، تحت تاثیر قرار گرفت، که بیانگر این است که در زمان زوال، با کاهش بنیه بذر، گیاهچه برای بقای خود ابتدا رشد ریشه‌چه را در اولویت قرار داده و سپس مواد را به سمت ساقه‌چه هدایت می‌کند؛ درنتیجه، اثر زوال بذر بر رشد و وزن ساقه‌چه زودتر و بیشتر می‌باشد. در بین ارقام مورد مطالعه نیز، با افزایش دما، وزن خشک ساقه‌چه کاهش می‌یابد؛ که در این میان، رقم اراک۲۸۱۱، کمترین کاهش و رقم‌های صفه و PI، وزن ساقه‌چه کمتری را به خود اختصاص دادند. بین دو رقم PI و صفه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۸).

در آزمایشی روی کلزا مشخص شد که پیری تسریع شده به مدت ۹۶ ساعت، سرعت جوانه‌زنی و بنیه‌ی گیاهچه‌ها را نسبت به شاهد کاهش می‌دهد. همچنین موجب افزایش میزان نشاسته و کل‌قندهای دانه و کاهش پروتئین گردید (بدی و همکاران[2]، ۲۰۰۶). محققان افزایش هیدرات‌های کربن محلول و کاهش جوانه‌زنی، بنیه و پتانسیل عملکرد دانه‌ی کلزا و خردل هندی را با افزایش دما، رطوبت و سن بذر گزارش کردند (ورما و همکاران، ۱۹۹۹).

ضریب آلومتری از تقسیم میانگین وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه به دست می‌آید. افزون بر این برخی از منابع از این ضریب به عنوان نمایانگر نوعی از تحمل به تنش‌ها یاد نموده‌اند (حسینی و همکاران، ۱۳۸۷). اگرچه نسبت بین قسمت‌های هوایی و ریشه تحت کنترل ژنتیکی است، ولی به‌طور شدیدی تحت تأثیر محیط هم قرار می‌گیرد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس این آزمایش مشخص نمود که ضریب آلومتری ارقام مختلف بطور معنی‌داری تحت تأثیر زمان (در سطح احتمال یک درصد) و دما (در سطح احتمال پنج درصد) قرار گرفت؛

1- Forcella *et al.*

2- Bedi *et al.*

ولی بین ارقام مختلف، اختلاف معنی‌داری از نظر ضریب آلومتری وجود نداشت (جدول ۲). بیشترین ضریب آلومتری در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و کمترین آن در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد بدست آمد (شکل ۱). احتمالاً این امر ناشی از عکس‌العمل و رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه این ارقام در شرایط متفاوت از فرسودگی بذر بود. روند تغییرات ضریب آلومتری، در زمان‌ها و دماهای مختلف نشان داد که، با افزایش دما یا زمان زوال بذر، ضریب آلومتری به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد؛ اما کاهش آن بیشتر تحت تاثیر تغییرات دمایی می‌باشد. به عبارت دیگر، شیب تغییرات ضریب آلومتری با افزایش دما حدود ۰/۰۰۱ بیشتر بود (شکل ۱ و ۲).

جدول۸- مقایسه میانگین طول ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه در سه رقم گلرنگ تحت تاثیر برهمکنش رقم و دما در آزمایش زوال بذر

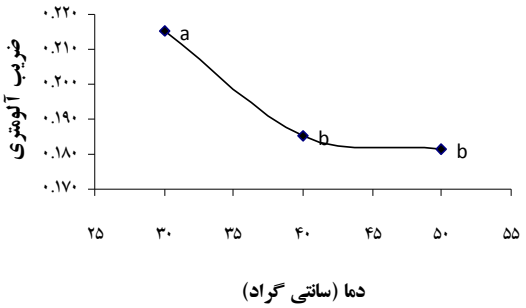
رقم	دما	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم)
PI	۳۰	۶/۰۴^{a}	۱۳/۷۱^{b}
	۴۰	۴/۳۶^{b}	۱۲/۰۸^{cd}
	۵۰	۴/۲۵^{b}	۱۱/۷۱ ^{de}
اراک ۲۸۱۱	۳۰	۵/۷۹^{a}	۱۵/۵۸^{a}
	۴۰	۴/۶۵^{b}	۱۲/۸۳^{c}
	۵۰	۴/۱۳^{b}	۱۲/۱۷^{cd}
صفه	۳۰	۵/۶۱^{a}	۱۴/۴۲^{b}
	۴۰	۴/۳۰^{b}	۱۲/۳۳^{cd}
	۵۰	۴/۲۱^{b}	۱۱/۰۰^{e}
LSD		۰/۶۰	۰/۸۲

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ به روش LSD می‌باشند

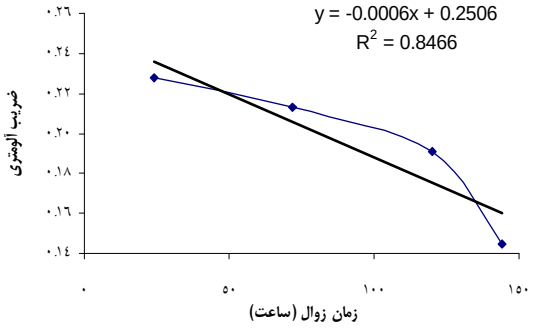
جدول۹- مقایسه میانگین سرعت تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی تحت تاثیر برهمکنش سه رقم گلرنگ در زمان‌های مختلف زوال بذر

رقم	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	بنیه بذر
PI	۴/۴۴^{b}	۸/۰۶^{b}
اراک ۲۸۱۱	۵/۱۷^{a}	۸/۸۴^{a}
صفه	۴/۵۳^{b}	۷/۹۵^{b}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ به روش LSD می‌باشند



شکل۱- روند تغییرات ضریب آلومتری گیاهچه گلرنگ در دماهای مختلف زوال بذر (LSD=0.02)



شکل۲- روند تغییرات ضریب آلومتری گیاهچه گلرنگ در زمان‌های مختلف زوال بذر

یکی دیگر از شاخص‌های تعیین کننده‌ی کیفیت بذر، شاخص بنیه بذر می‌باشد که از طریق درصد جوانه‌زنی نهایی و طول گیاهچه روی کیفیت بذر مؤثر است. بذرهایی که دارای بنیه قوی‌تر باشند، توانایی بالایی در تحمل تنش‌های محیطی دارند و ضمن داشتن درصد بالایی از جوانه‌زنی، قادرند گیاهچه‌های قوی‌تری تولید کنند. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل دما با زمان زوال بر بنیه بذر گلرنگ تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت؛ اما این صفت تنها تحت تاثیر اثر ساده رقم قرار داشت و هیچ گونه اثر معنی‌داری از برهمکنش رقم با دما و زمان زوال مشاهده نشد (جدول ۱). به طور کلی در بین ارقام مورد مطالعه رقم اراک۲۸۱۱، بیشترین بنیه بذر را داشت و ارقام PI و صفه از این لحاظ اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۹). در هر زمان با افزایش دمای زوال، مقدار بنیه بذر بصورت معنی‌داری کاهش یافت. همچنین، با افزایش زمان در هر دما نیز کاهش معنی‌داری در بنیه بذر مشاهده گردید؛ بطوری که کمترین مقدار بنیه بذر در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۱۴۴ ساعت بدست آمد (جدول ۷).

نتایج مشابهی بر کارایی رشد و بنیه بذر در نتیجه‌ی اثر فرسودگی با توجه به واکنش ارقام در گیاه برنج گزارش شده است (کاپو و همکاران، ۲۰۱۰). آنها نشان دادند که فرسودگی بذر در بین ارقام نخود منجر به کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر گردید. همچنین باعث تغییرات بیوشیمیایی، نظیر کاهش محتوای قند و پروتئین‌های محلول بذر شد که نتایج آن در بین ارقام مختلف متفاوت بود.

نتیجه‌گیری کلی

فرسودگی بذر مشکل جدی کشورهای در حال توسعه است که معمولا بذرها را در مکانی بدون کنترل رطوبت و دما انبار می‌نمایند و کاهش رشد گیاهچه و ذخایر انتقال یافته آن به بافت‌های گیاهی نتیجه زوال بذر است (محمدی و همکاران، ۲۰۱۱). در این آزمایش، بررسی شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام گلرنگ در آزمون‌های مختلف نشان داد که بذرهایی که دارای بنیه بیشتری بودند کمتر تحت تأثیر پیری تسریع شده قرار گرفتند (جدول ۷ و ۹). در نتیجه هر چه بنیه بذر ضعیف‌تر باشد، جوانه‌زنی بذرها نسبت به این تنش‌ها حساس‌تر می‌باشد (جدول ۳). با انجام این آزمون مشخص شد که در بین بذر ارقام مورد آزمایش (صفه، اراک ۲۸۱۱ و PI) بذر رقم اراک۲۸۱۱ برای برخی از صفات آزمایشگاهی تعیین کیفیت مانند سرعت جوانه‌زنی (جدول ۴) و شاخص بنیه و طول و وزن گیاهچه (جدول ۷ و ۹)، نسبت به بذر سایر ارقام برتری بالایی از خود نشان داد که نشان

از کیفیت بالای بذر آن می‌باشد. در نتیجه در بین ارقام مورد نظر در دمای بالاتر از ۴۰ درجه برای مدت زمان‌های بیش از ۷۲ ساعت و رطوبت اشباع محیط بذر، رقم اراک ۲۸۱۱ بیشترین و صفه و PI به ترتیب کمترین کیفیت بذر از جمله درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول و وزن خشک ساقه‌چه و بنیه بذر را دارا می‌باشند. با توجه به اثر متقابل رقم با زمان و دما در بین صفات مورد بررسی، طول ساقه‌چه، وزن ریشه‌چه، ضریب آلومتری و بنیه بذر کمتر تحت تأثیر برهمکنش ژنوتیپ و محیط قرار داشتند و بیشتر به شرایط فرسودگی واکنش نشان دادند (جدول ۱ و ۲). در نتیجه در مناطق یا انبارهایی فاقد امکانات مناسب انبارداری بذر (بدون کنترل دما و رطوبت) با دمای بالاتر از ۴۰ درجه برای مدت زمان‌های بیش از ۷۲ ساعت و رطوبت اشباع بهتر است از رقم اراک ۲۸۱۱ که قابلیت حفظ بنیه و جوانه‌زنی بذر بیشتری را در این شرایط دارد، بجای ارقام صفه و PI استفاده نمود.

منابع

۱. توکل افشاری، ر.، رشیدی، س. و علیزاده، ه. ۱۳۸۸. تأثیر بنیه‌ی بذر بر جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز در مراحل اولیه جوانه‌زنی در دو رقم کلزا (*Brassica napus* L.). مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۰ (۲): ۱۲۵-۱۳۳.

۲. توکل افشاری، ر.، قاسم، ف.، مجنون حسینی، ن.، علیزاده، ه. و بی‌همتا، م. ۱۳۸۶. تأثیر پیری بذر بر صفات جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت کاتالاز و پراکسیداز در ژنوتیپ‌های جو (*Hordeum vulgare*). مجله علوم کشاورزی ایران، ۱-۳۸ (۲): ۳۲۷-۳۴۶.

۳. حسینی، ف.، قرینه، م.ح.، بخشنده، ع.ا.، فتحی، ق.ا. و شیرین، م. ۱۳۸۷. بررسی اثرات بذر بر جوانه‌زنی و سایر مؤلفه‌های رشد گیاهچه‌های پنج رقم کلزا (*Brassica napus*) در شرایط آزمایشگاهی. خلاصه مقالات اولین همایش ملی علوم و تکنولوژی بذر ایران، دانشگاه گرگان، ۱۵۱۰-۱۵۲۰.

٤. ربیعی، ب. و بیات، م. ۱۳۸۸. بررسی شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه ارقام کلزا با استفاده از آزمون‌های بنیه بذر. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۰ (۲): ۹۳-۱۰۴.

۵. سلطانی، ا.، کامکار، ب.، گالشی، س. و اکرم قادری، ف. ۱۳۸۸. اثر زوال بذر بر سبز شدن گندم در واکنش به تنش‌های محیطی. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۲ (۲): ۴۳-۵۸.

۶. قاسمی گلعذانی، ک. و دلیل، ب. ۱۳۹۰. آزمون‌های جوانه‌زنی و بنیه بذر. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۰۴ ص.

۷. قرینه، م.ح.، حسینی، ف.، بخشنده، ع.م.، فتحی، ق.ا. و شیرین، م. ۱۳۸۷. بررسی اثرات فرسودگی بذر بر استقرار و عملکرد گیاهچه‌های پنج رقم کلزا (*Brassica napus*) در شرایط آب و هوایی اهواز. خلاصه مقالات اولین همایش ملی علوم و تکنولوژی بذر ایران، دانشگاه گرگان، ۱۵۲۰-۱۵۲۹.

۸. کابلی، م.م. و صادقی، م. ۱۳۸۱. اثر تنش رطوبتی بر جوانه‌زنی سه گونه اسپرس. مجله پژوهش و سازندگی، ۵۴: ۲۱ -۲۶.

۹. لطیفی، ن.، سلطانی، ا. و اسپانسر، د. ۱۳۸۳. تأثیر دما بر مولفه‌های جوانه‌زنی ارقام کلزا. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۵ (۲): ۳۱۳-۳۲۱.

۱۰. مرتضوی، س.م.، پاسیان اسلام، ب. تاج بخش، م. و زردشتی، م.ر. ۱۳۸۴. تأثیر میزان فرسودگی بذر و شوری بر قدرت بذر و ژنوتیپ‌های نخود در شرایط آزمایشگاهی و گلخانه‌ای. دانش کشاورزی، ۱۵: (۲) ۱۳۱- ۱۴۹.

11. Agrawal, R.L. 1995. Seed technology. 2nd Edition. Oxford and IBH Publishing Co, Pvt Ltd, New Delhi, 829 p.

12. Baki, A.A., and Anderson. J.D. 1972. Physiological and biological deterioration of seeds. In seed biology, Vol. II. Academic Press, New York.

13. Barsa, S.M.A., Ahmad, N., Khan, M.M., Iqbal, N., and Cheema, M.A. 2003. Assessment of cotton seed deterioration during accelerated ageing. Seed Science and Technology, 31: 531 – 540.

14. Bedi, S. Kaur, R. Sital, J.S., and Kaur, J. 2006. Artificial ageing of Brassica seeds of different maturity levels. Seed Science and Technology, 34 (2): 287 – 296.

15. Bishnoi, U., and Santos, R. 1996. Evaluation of seed of three mung bean cultivars for stability and field performance. Seed Science and Technology, 24: 237 – 243.

16. Chitra Devi, L., Kant, K., and Dadlani. A. 2003. Effect of size garding and ageing on sinapine leaking in the seed of mustard (*Brassica jancea* L.) Seed Science and Technology, 31: 505 – 59.

17. Dahiya, O.S., Tomer, R.P.S., and Kumar, S. 1997. Evaluation of viability and vigor parameters with respect to field emergence in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Seed Research, 25: 1019 – 1024.

18. De Figueiredo, E., Albuquerque, M.C., and De Carvalho, N.M. 2003. Effect of the type of environmental stress on the emergence of sunflower (*Hellianthus annns* L.), soybean (*Glycine max* L.) and maize (*Zea mays* L.) seeds with different levels of vigor. Seed Science and Technology, 31: 505 – 509.

19. Dell' Aquila, A., and Di Turi, M. 1996. The germination response to heat and salt stress in evaluating vigor loss in aged wheat seeds. Seed Science and Technology, 24: 309 – 319.

20. Devaiah S.P., Pan, X., Roth, M., Welti, R., and Wang, X. 2007. Enhancing seed quality and viability by suppressing phospholiapase D in Arabidopsis. The Plant Journal, 50: 950 – 957.

21. Forcella, F., Benech, R.L., Arnold, Sanchez, R., and Ghersa, C.M. 2000. Modeling seedling emergence. Field Crops Research, 67: 123-139.

22. Halder, S., Kole, S., and Gupta, K. 1983. On the mechanism of sunflower seed deterioration under two different types of accelerated ageing. Seed Science and Technology, 11: 331-339.

23. Kapoor, N., Arya, A., Siddiqui, M.A., Amir, A., and Kumar, H. 2010. Seed deterioration in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under accelerated ageing. Asian Journal of Plant Sciences, 9: 158-162.

24. Kapoor, N., Arya, A., Siddiqui, M.A., Kumar, H., and Amir, A. 2011. Physiological and biochemical changes during seed deterioration in aged seeds of rice (*Oryza sativa* L.). American Journal of Plant Physiology, 6: 28-35.

25. McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. Seed Science and Technology, 27: 177 – 237.

26. Mohammadi, H., Soltani, A., Sadeghipour, H.R., and Zeinali, E. 2011. Effects of seed aging on subsequent seed reserve utilization and seedling growth in soybean. International Journal of Plant Production, 5: 65-70.

27. Rehman, S., Harris, P.J.C., and Bourne, W.F. 1999. Effect of artificial ageing on the germination, ion leakage and salinity tolerance of *Acacia tortilis* and *A. coriacea* seeds. Seed Science and Technology, 27: 141 – 149.

28. Rice, K.J., and Deyr, A.R. 2001. Seed aging, delayed germination and reduced competitive ability in *Bromus tectorum*. Plant Ecology, 155: 237 – 243.

29. Soltani, A., Galeshi, S., Zeinali, E., and Latifi, N. 2001. Genetic variation for and interrelatiomships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea coasts of Iran. Seed Science and Technology, 29: 653-662.

30. Soltani, A., Gholipoor, M., and Zeinali, E. 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. Environmental Experiments, 55: 195 - 200.

31. Soltani, E., Galeshi, S. Kamkar, B., and Akramghaderi, F. 2008. Modeling seed aging effects on the response of germination to temperature in wheat. Seed Science and Biotechnology, 2: 32 – 36.

32. Tekrony, D.M. 1995. Accelerated aging. In: Van de venter, H.A. (Ed.) Seed vigor testing seminar. Copenhagen: ISTA., pp: 53 – 72.

33. Verma, S.S, Tomer, R.P.S, and Verma, U. 1999. Studies on seed quality parameters in rapeseed (*Brassica campestris*) and mustard (*Brassica juncea*) stored under ambient conditions. Indian Journal of Agricultural Sciences, 69: 840-842.

34. Verma, S.S., Verma, U., and Tomer, R.P.S. 2003. Studies on seed quality parameters in deteriorating seeds in Brassica (*Brassica campestris*). Seed Science and Technology, 31: 389 – 396.

35. Veselova, T.V., and Veselovasky, V.A. 2003. Investigation of atypical germination changes during accelerated ageing of pea seeds. Seed Science and Technology, 31: 517 – 530.