بررسی اثر تنش خشکی بر شاخص‌های جوانه‌زنی لاین‌های امیدبخش کلزا

(*Brasica napus* L.)

همایون چگنی[۱]، مرتضی گلدانی*[۲]، امیرحسین شیرانی‌راد[۳] و محمد کافی[۴]

۱) دانشجوی دکتری گروه زراعت، پردیس بین الملل دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۲) دانشیار گروه زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۳) استاد موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، کرج، ایران.
۴) استاد گروه زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

این مقاله برگرفته از رساله دکتری می‌باشد.

* **نویسنده مسئول:** Goldani@um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۳/۱۰ **تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۶/۱۱**

چکیده

به منظور بررسی شاخص‌های جوانه‌زنی لاین‌های کلزا در شرایط تنش خشکی این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در سال ۱۳۹۲ انجام شد. لاین‌های امیدبخش در دوازده سطح BAL1، BAL2، BAL3، BAL6، BAL8، BAL9، BAL11، BAL15، L72، L109، R15 و Okapi و تنش خشکی در سه سطح صفر، ۴- و ۸- بار با استفاده از محلول پلی‌اتیلن‌گلایکول ۶۰۰۰ به‌ترتیب به‌عنوان فاکتورهای اول و دوم در نظر گرفته شدند. بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی مربوط به لاین L109 و شرایط بدون تنش با ۹۹ درصد بود که لاین L109 نیز در تنش خشکی ۴- درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی روزانه بالاتر از حد استاندارد داشت. هم‌چنین شاخص بنیه‌بذر با افزایش شدت تنش خشکی کاهش معنی‌داری داشت. نتایج نشان داد بیش‌ترین طول ریشه‌چه با ۵/۲ سانتی‌متر در مقایسه با شاهد مربوط به تنش خشکی ۴- و لاین L109 بود. لذا با توجه به رابطه مستقیم افزایش میانگین جوانه‌زنی با طول ریشه‌چه بیش‌ترین میانگین جوانه‌زنی در مقایسه باشاهد با ۱۱/۱۴ سانتی‌متر برای لاین L109 گزارش شد. بذرهایی که بتوانند در شرایط تنش خشکی، جوانه‌زنی قابل قبولی داشته باشند، در مناطق خشک و نیمه‌خشک، ارزش زیادی خواهند داشت زیرا احتمال گذار از این مرحله برای آن‌ها بیش‌تر است.

واژه‌های کلیدی: شاخص بنیه بذر، لاین، درصد و سرعت جوانه‌زنی.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.25.3.8]

مقدمه

با توجه به نیاز روز افزون کشور برای تأمین روغن خوراکی و هم چنین بروز خشکسالی‌های مکرر، شناسایی ارقام کلزا (*Brasica napus* L.) که در شرایط محدودیت آب، بتوانند عملکرد قابل قبولی تولید کنند، از اهمیت خاصی برخوردار است (قدرتی، ۱۳۹۲). جوانه‌زنی شامل انتقال مواد ذخیره‌ای به محور رویان و شروع فعالیت‌های متابولیک و رشد آن است. این مرحله از زندگی گیاهان زراعی نقش تعیین‌کننده‌ای در استقرار مناسب گیاه و عملکرد نهایی آن دارد (Almasouri *et al.*, 2011). کلزا در میان دانه‌های روغنی به دلیل دارا بودن مقادیر زیادی از اسیدهای چرب اولئیک و لینولئیک ازکیفیت روغن خوراکی بالایی برخوردار است (Kron *et al.*, 2008). برای وقوع جوانه‌زنی نیاز به تولید آنزیم‌های هیدرولیزکننده مانند آمیلاز، پروتئاز و فسفاتاز بوده که مسئول هیدرولیز مواد ذخیره‌ای بذر هستند، این ترکیبات هیدرولیز شده در تولید بافت‌های گیاهچه‌ای در مرحله جوانه‌زنی مورد استفاده واقع می‌شـود (Soltani *et al.*, 2006). تحت اثر تنش، فعالیت‌های فتوشیمیایی گیاه بازداشته می‌شود، محتوی کلروفیلی برگ تغییر و فعالیت آنزیم‌های چرخه کالوین در فرآیند فتوسنتز کاهش می‌یابد (Cruz de Carvalho, 2008). سازگاری نسبتاً خوب کلزا با شرایط آب و هوایی مختلف، امکان کشت آن را در مناطق وسیعی از ایران فراهم ساخته است. تنش رطوبتی از مهم‌ترین عوامل ناتوانی بذر جهت جوانه‌زنی در شرایط مزرعه می‌باشد که باعث کاهش و یا توقف سرعت و درصد جوانه‌زنی شده که در نهایت تأخیر در استقرار گیاهچه را سبب می‌شود (Soltani *et al.*, 2002). جوانه‌زنی اولین مرحله‌ی رشد و نمو گیاه است کـه از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشد. علاوه بر جوانه‌زنی سرعت و یکنواختی جوانه‌زدن و بنیه بذر از پارامترهای مهم کیفیت بذر می‌باشد (Defigueiredo *et al*., 2003). جوانه‌زنی مرحله مهمی از چرخه زندگی گیاهان در محیط‌های خشک است؛ زیرا جوانه‌زنی از نظر تعداد گیاه سبز در واحد سطح برای تولید محصول تعیین‌کننده است (چغاکبودی و همکاران، ۱۳۹۱). استفاده از بذر با کیفیت بالا برای استقرار مطلوب و ایجاد تراکم مناسب بوته در مزرعه و یکنواختی پوشش سبز و کسب عملکرد بالا، کاملاً ضروری است (Pessarakli, 1994). از مهم‌ترین جنبه‌های کیفیت بذر قابلیت جوانه‌زنی، قابلیت ماندگاری و سلامت بذر می‌باشد و نقش مهمی در تعیین کیفیت آن دارند (Johnson and Wichern, 2007). بذرهای با کیفیت و قدرت بالاتر می‌توانند بهتر سبز شده و در مواجه شدن با تنش‌های محیطی درصد سبز و سرعت جوانه‌زنی بالاتری را داشته و در نهایت گیاهچه‌های نیرومندتری تولید کنند (Tekrony and Egli, 1991). بر اساس مشاهدات گوناگون در بررسی توده‌های بذری گوناگون گونه‌های مختلف گیاهی، در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای ثابت شده است که درصد جوانه‌زنی یک توده بذر در آزمایشگاه با میزان استقرار گیاهچه در مزرعه متفاوت می‌باشد (Macdonald *et al*., 2004). این تفاوت و تغییرات به علت تفاوت‌های موجود در قدرت بذرهای توده‌های مختلف می‌باشد (Basra *et al.*, 2003). کیفیت جوانه‌زنی تحت اثر عوامل بسیاری از جمله رقم،

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.25.3.8]

خلوص ژنتیکی، خلوص فیزیکی، قوه نامیه، قدرت جوانه‌زنی، قابلیت زنده بودن و قوه نامیه بذر قرار می‌گیرد (Prisco *et al.*, 1992). به دلیل غیریکنواختی محیط خاک و عدم امکان کنترل عوامل محیطی در مزرعه، تحقیقات آزمایشگاهی اهمیت ویژه‌ای برای ارزیابی تحمل گیاهان به تنش خشکی به‌ویژه در مرحله جوانه‌زنی دارد (Blum, 2010). این ارزیابی‌ها امکان شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل در مراحل اولیه رشد را فراهم می‌آورد. با این حال رابطه بین تحمل به تنش در مرحله گیاهچه و مرحله بلوغ الزماً یک ارتباط مستقیم نیست، به‌طوری‌که برخی از گیاهان ممکن است در مراحل اولیه رشد متحمل اما در مراحل بلوغ حساس باشند (مجیدی، ۱۳۹۱). مطالعات در زمینه میزان تنوع ژنتیکی تحمل به تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی در کلزا کافی نبود. اینگونه مطالعات می‌تواند منجر به راه‌کارهایی برای غربال سریع ارقام گردد (Sinaki *et al.*, 2007). شاخص‌های مختلفی برای اندازه‌گیری تحمل در این مرحله استفاده می‌شود. برخی از این شاخص‌ها بر مبنای تفاوت درصد یا سرعت جوانه‌زنی در دو محیط محاسبه می‌شود، درحالی‌که ویژگی‌های مرتبط با رشد و نمو گیاهچه نیز می‌توانند معیارهای مناسبی برای بررسی ژنوتیپ‌ها باشند (Andalibi *et al.*, 2005). این پژوهش با هدف ارزیابی واکنش لاین‌های کلزا به تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی جهت شناسایی ارقام متحمل انجام گرفت.

مواد وروش‌ها

به منظور بررسی ویژگی‌های جوانه‌زنی بذور لاین‌های کلزا تحت شرایط تنش خشکی آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. در این پژوهش لاین‌ها در دوازده سطح BAL1، BAL2، BAL3، BAL6، BAL8، BAL9، BAL11، BAL15، L72، L109، R15 و Okapi (که Okapi به‌عنوان شاهد درنظر گرفته شد) و تنش خشکی در سه سطح صفر (شاهد)، ۴- و ۸- بار با استفاده از محلول پلی‌اتیلن‌گلایکول ۶۰۰۰ مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش، برای هر واحد آزمایشی (پتری‌دیش به قطر ۹ سانتی‌متر)، ۲۵ عدد بذر انتخاب و ضدعفونی شد. در ابتدا بذور جهت ضدعفونی در الکل ۹۹ درصد به مدت ۱۰ ثانیه و بعد از آن در محلول هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد به مدت ۳۰ ثانیه و سپس در محلول بنومیل دو در هزار به مدت یک دقیقه قرار داده و در نهایت بـا آب مقطر شستشو شدند، بعد از انجام عمل ضدعفونی بذور در داخل پتری‌دیش هایی به قطر ۹ سانتی‌متر که حاوی دو عدد کاغذ واتمن شماره یک قرار گرفتند. در هر یک از پتری دیش‌ها به میزان ۱۰ میلی‌لیتر از محلول دارای پتانسیل اسمزی مورد آزمایش اضافه شد، به‌طوری‌که بذرها در محلول غوطه‌ور نشوند. سپس پتری‌دیش‌ها در ژرمیناتور به مدت هفت روز با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۷۰ درصد قرار داده شد. جهت ارزیابی اثرات تیمارهای آزمایشی، روزانه (هر ۲۴ ساعت) تعداد بذور جوانه‌زده به‌صورت تجمعی شمارش شدند (مجیدی، ۱۳۹۱؛ Bailly *et al.*, 2000). خروج ریشه‌چه دو میلی‌متری از پوست بذر، به‌عنوان زمان جوانه‌زنی در نظر گرفته شد (Soltani *et al.*, 2002). از هر پتری‌دیش ۱۰ نمونه بذر به‌طور

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1394.7.25.3.8]

تصادفی انتخاب و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه آن‌ها اندازه‌گیری و شمارش انجام گرفت. با توجه به رابطه‌های ذیل سایر صفات اندازه‌گیری و محاسبه شدند (Tekrony and Egli, 1991).

رابطه ۱: $GP = \frac{N}{k} \times ۱۰۰$

GP= درصد جوانه‌زنی، K= تعداد کل بذرهای کشت شده و N= تعداد بذر جوانه‌زده آخرین شمارش.

رابطه ۲: $GP = \frac{GP \times MSH}{۱۰۰}$

VI= شاخص بنیه بذر، GP= درصد جوانه‌زنی و MSH= میانگین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه.

رابطه ۳: $MDG = \sum \frac{N_i}{T_i}$

MDG= میانگین سرعت جوانه‌زنی، Ni= کل بذور جوانه‌زده و TI= طول دوره آزمایش.

رابطه ۴: $DGS = \frac{۱}{MDG} \times ۱۰۰$

DGS= سرعت جوانه‌زنی روزانه و MDG= میانگین سرعت جوانه‌زنی.

با استفاده از داده‌های تیمار عدم تنش (صفر) و تنش شدید(۸ – بار) شاخص کاهش درصد جوانه‌زنی و شاخص تنش جوانه‌زنی از فرمول‌های زیر محاسبه شد (Bouslama and Schapaugh, 1984).

رابطه ۵: RGPI = تیمار عدم تنش - تیمار تنش شدید × ۱۰۰

رابطه ۶: $GSI\ (\%) = \frac{PIs}{PIc} \times ۱۰۰$

GSI= شاخص تنش جوانه‌زنی (درصد)، PIs= سرعت جوانه‌زنی در شرایط تنش و PIc= سرعت جوانه‌زنی در شرایط عدم تنش.

در پایان داده‌های به‌دست آمده، توسط نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام و شکل‌ها با نرم‌افزار Excel رسم گردید.

نتایج وبحث

درصد جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تنش خشکی بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بود (جدول ۱). بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی نسبت به شاهد مربوط به تنش خشکی ۴- بار گزارش شد (شکل ۱). نتایج آزمایش بر اساس جدول ۱ نشان می‌دهد لاین و برهمکنش تنش خشکی و لاین بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بود و بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی به لاین L109 با ۷۸ درصد و کم‌ترین درصد جوانه‌زنی به لاین R15 با ۶۲ درصد داشت (شکل ۱). برهمکنش

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

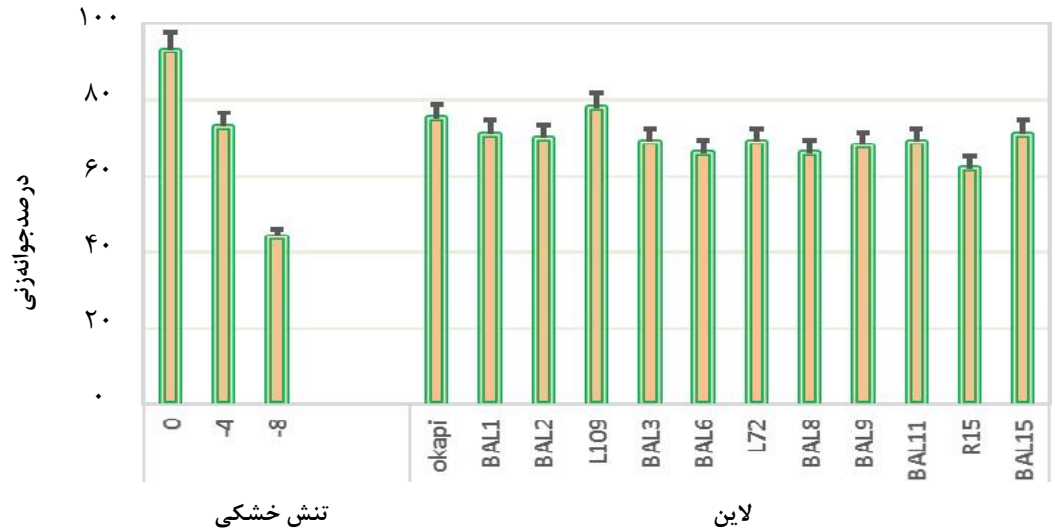
[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.25.3.8]

تنش خشکی و لاین‌ها نشان داد که شرایط بدون تنش و لاین L109 با ۹۹ درصد و تنش خشکی ۸- و لاین R15 با ۳۸ درصد بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین را داشتند (شکل ۲).

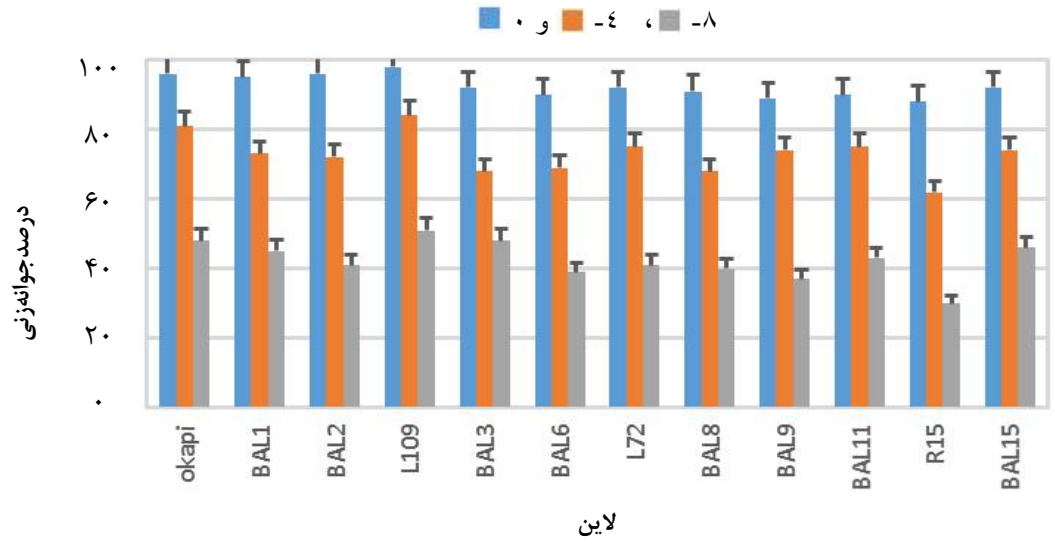
جدول ۱: تجزیه واریانس درصد جوانه‌زنی،شاخص بنیه بذر، میانگین جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	شاخص بنیه بذر	میانگین جوانه‌زنی روزانه	سرعت جوانه‌زنی روزانه	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه
تنش خشکی	۲	۱۰۹۳۳/۱۲**	۹۸۳۵/۶۳**	۱۷۹۹۰/۸۵ **	۱۰۸۸۳/۵۷**	۱۳/۰۲*	۴۱/۷۸ **
رقم	۱۱	۱۱۰۲/۵۴**	۶۴۷/۳۲**	۱۴۱/۹۵ **	۵۹/۳۵**	۱۹/۴۴**	۳/۳۸ *
تنش خشکی × رقم	۲۲	۸۵۵/۸۴**	۱۰۸/۳۸**	۶۰/۸ **	۴۱/۸۳*	۶/۰۵*	۱/۴۱ *
خطا	۱۰۵	۳۱۱/۳۶	۱۶/۶۵	۱۸/۰۱	۱۵/۹۸	۳/۱۱	۰/۴۷
ضریب تغییرات (درصد)	۱۴۳	۱۵/۵	۲۱/۶	۱۹/۴	۲۰/۹	۲۱/۳	۱۸/۶

ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.



شکل ۱: مقایسه میانگین اثرات اصلی تنش خشکی و لاین‌ها بر درصد جوانه‌زنی



شکل ۲: مقایسه میانگین برهمکنش لاین و تنش خشکی بر درصد جوانه‌زنی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.25.3.8]

لاین‌هایی که از سرعت جوانه‌زنی زیادی برخوردار بودند، یکنواختی و درصد جوانه‌زنی بالاتری داشتند. کاهش در سرعت جوانه‌زنی احتمالاً به دلیل وقفه‌هایی است که در شروع فرآیند جوانه‌زنی ایجاد می‌شود. علت وقفه ایجاد شده این است که بذرها برای جبران خسارت‌های وارد شده به غشاء و دیگر قسمت‌های سلول و هم‌چنین آغاز مجدد فعالیت سیستم آنتی‌اکسیدانی و جلوگیری از بروز تنش اکسیداتیو نیاز به زمان دارد و جبران این خسارت‌ها ممکن است پس از جذب آب توسط بذر امکان‌پذیر شود (Bailly *et al*., 2000). با توجه به اینکه یکی از عوامل محدودکننده استقرار گیاهان کمبود رطوبت در زمان جوانه‌زنی بذر می‌باشد ارقام متحمل به تنش خشکی ارقامی هستند که با وجود درصد جوانه‌زنی بـا افـزایش سطح خشکی، کـاهش معنی‌داری نیز برای این صفات نداشته باشند (جاجرمی، ۱۳۹۱). در گزارش‌های Ansari و Sharif-Zadeh (۲۰۱۳) و Khoshsokhan و همکاران (۲۰۱۲) نتایج مشابهی ارائه شد.

شاخص بنیه بذر

اثر تنش خشکی، لاین و برهمکنش آن‌ها بر شاخص بنیه بذر معنی‌دار شد ($p<۰/۰۱$) (جدول ۱). نتایج تحقیقات نشان داد که شاخص بنیه بذر با افزایش شدت تنش خشکی کاهش معنی‌داری داشت. همان‌طورکه شکل ۳ نشان می‌دهد لاین‌های BAL1، BAL2، L109 و BAL3 بیش‌ترین شاخص بنیه بذر را نسبت به شاهد به خود اختصاص دادند و تنش خشکی ۸- و لاین R15 با ۰/۸۵۵ کم‌ترین شاخص بنیه بذر را دارا بود؛ به‌طوری‌که شیب کاهش بنیه بذر با افزایش تنش خشکی تندتر می‌شود. نتایج این تحقیق با گزارش‌های گراوندی و همکاران (۱۳۸۹)، Almasouri و همکاران (۲۰۰۱) و Shekari و همکاران (۲۰۰۰) مطابقت داشت. شاخص بنیه بذر معرف درصد و پتانسیل جوانه‌زنی می‌باشد، هر چه کیفیت و بنیه بذر پایین‌تر باشد درصد جوانه‌زنی نیز پایین‌تر و شاخص بنیه بذر کاهش می‌یابد یا به عبارتی ارقام در شرایط مطلوب به دلیل ذخایر و اندوخته بیش‌تر دارای شاخص بنیه بیش‌تری هستند (Sinaki *et al*, 2007). ساختار ژنتیکی بذر، شرایط تغذیه‌ای و محیطی گیاه مادری، شرایط مرحله رسیدگی، اندازه و وزن مخصوص بذر، خسارت مکانیکی و زوال بذر از عوامل مؤثر بر بنیه بذر می‌باشد (Khoshsokhan *et al.*, 2012). نمو بذر تحت اثر مجموعه‌ای از مراحل مهم رشد از لقاح گرفته تا تجمع مواد غذایی می‌باشد، لذا مرحله‌ای که بذر بالاترین ماده خشک را داراست یعنی مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی دارای حداکثر بنیه است (شیرانی‌راد، ۱۳۷۹).

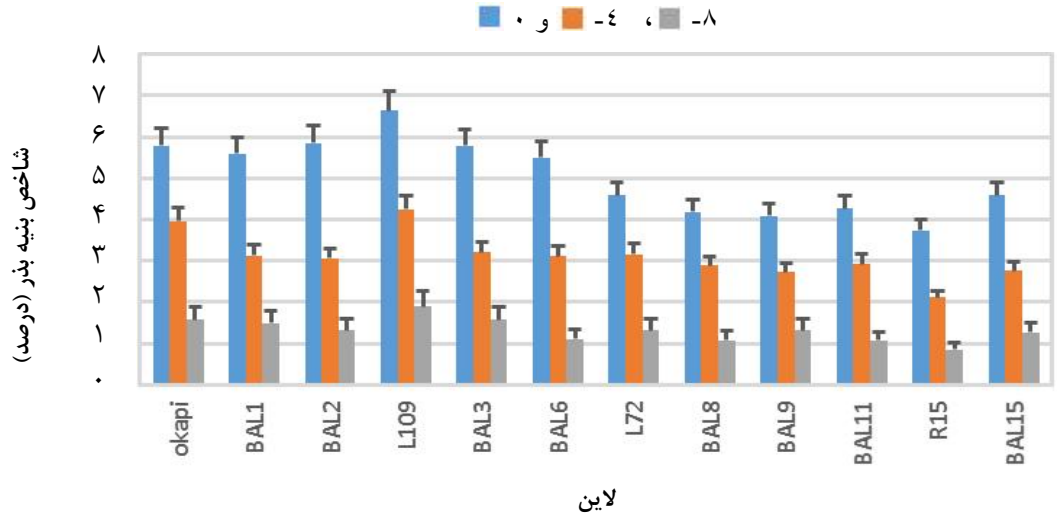
میانگین جوانه‌زنی روزانه

نتایج جدول ۱ نشان داد که تنش خشکی، لاین و برهمکنش تنش خشکی و لاین بر میانگین جوانه‌زنی روزانه اثر معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۱$). در کلیه تنش‌های خشکی اعمال شده میانگین برتر مربوط به لاین‌های L109، BAL2 و BAL1 بود و کم‌ترین میانگین‌ها با ۵/۴۲ و ۵/۵۷ بذر در روز در تنش خشکی ۸- و لاین‌های R15 و BAL8 گزارش شد

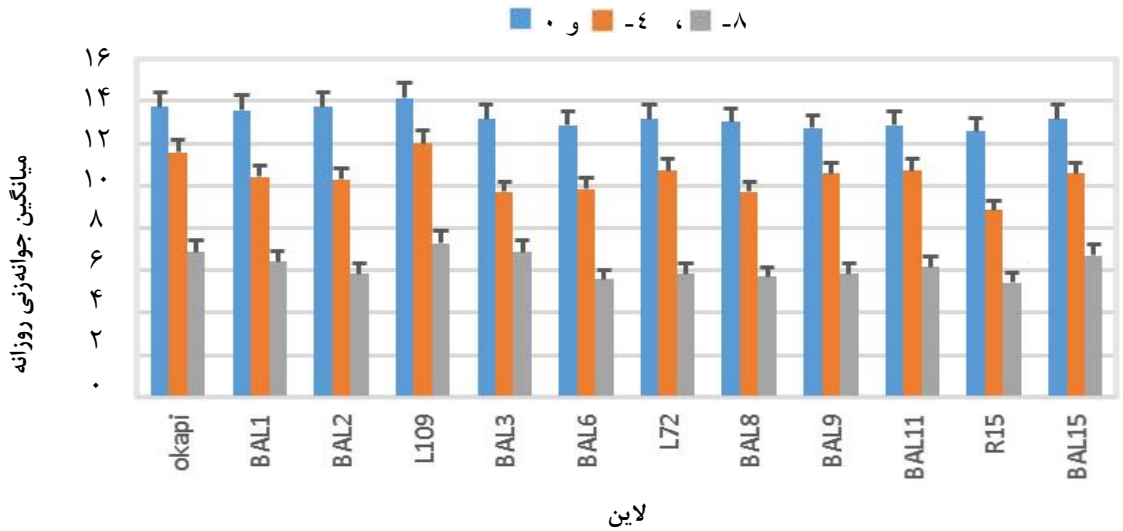
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.25.3.8]

(شکل ۴). نتایج بیانگر آن است که بین جذب آب و درصد جوانه‌زنی رابطه مستقیمی وجود دارد یعنی با افزایش پتانسیل منفی آب درصد جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. بررسی‌های انجام شده با تحقیقات چغاکبودی و همکاران (۱۳۹۱) و مجیدی (۱۳۹۱) مطابقت دارد. کاهش میانگین جوانه‌زنی را می‌توان به قابلیت انتشار پوسته بذر در پتانسیل‌های بسیار منفی آب نسبت داد زیرا در اثر کاهش پتانسیل آب جذب اولیه آب کاهش می‌یابد. افزایش غلظت پلی‌اتیلن‌گلایکول منجر به کاهش میانگین جوانه‌زنی می‌شود که حاکی از آن است افزایش تنش باعث افزایش فشار اسمزی و کاهش جذب آب توسط بذر کلزا می‌شود. از بررسی نتایج به‌دست آمده توسط سایر محققان می‌توان عنوان کرد که درصد جوانه‌زنی به تنهایی نمی‌تواند تمامی جنبه‌های جوانه‌زنی را روشن کند (جاجرمی، ۱۳۹۱). از این رو بررسی صفاتی مانند میانگین جوانه‌زنی ضروری به نظر می‌رسد.



شکل ۳: مقایسه میانگین برهمکنش لاین و تنش خشکی بر شاخص بنیه بذر

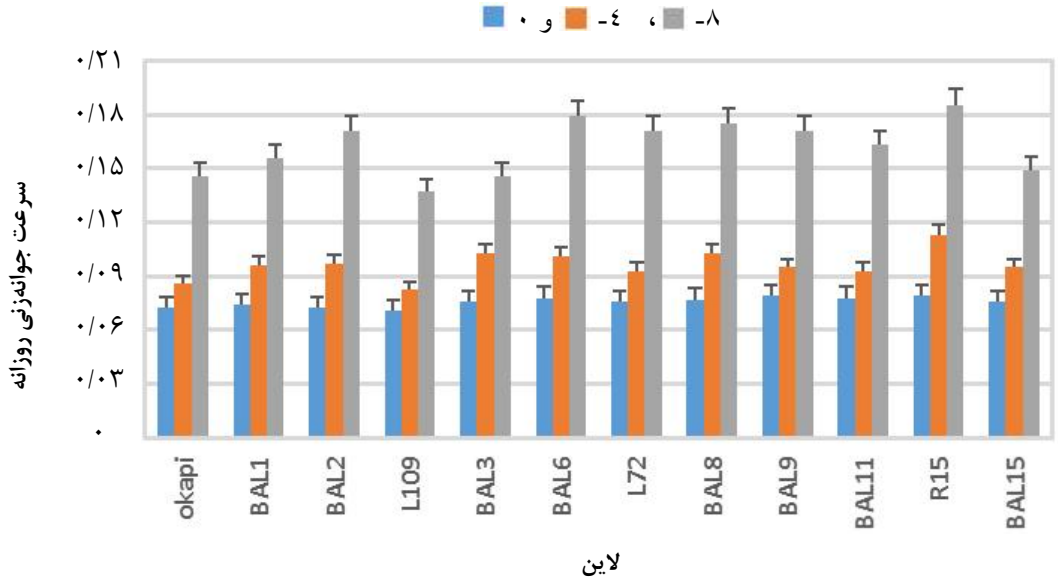


شکل ۴: مقایسه میانگین برهمکنش لاین و تنش خشکی بر میانگین جوانه‌زنی روزانه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.25.3.8]

سرعت جوانه زنه روزانه

اثر تنش خشکی و لاین بر سرعت جوانه‌زنی روزانه معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بود. برهمکنش تنش خشکی و لاین در سطح پنج درصد معنی‌دار شد ($p<۰/۰۵$) (جدول ۱). برهمکنش مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کم‌ترین میانگین سرعت جوانه‌زنی مربوط به شرایط بدون تنش و لاین L109 است و بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی روزانه، در تنش خشکی ۸- و R15 به‌دست آمد (شکل ۵). همان‌طور که نتایج شکل ۵ نشان می‌دهد لاین L109 تا تنش خشکی ۴- نیز سرعت جوانه‌زنی مطلوب‌تری نسبت به سایر لاین‌ها داشت. این نتایج توسط گراوندی و همکاران (۱۳۸۹) و Shekari و همکاران (۲۰۰۰) گزارش شده است. سرعت جوانه‌زنی روزانه بیان‌کننده مدت زمان لازم برای جوانه‌زنی تک‌بذر است و هرچه کم‌تر باشد سرعت جوانه‌زنی بالاتر می‌باشد. سرعت جوانه‌زنی در هر بذر با افزایش طول مدت انبار کردن رابطه مستقیم دارد به عبارتی باعث کاهش سرعت رشد می‌شود (Moradi and Younesi, 2009). دوره‌های کوتاه مدت انبارداری بذر در شرایط نامساعد توان رویشی گیاهچه را بیش‌تر از قوه نامیه کاهش می‌دهد بنابراین می‌توان گفت که توان رویشی زودتر از قوه نامیه از بین می‌رود و در شرایط تنش خشکی این کاهش به علت آن که اندام‌های حفاظتی بذر در مقابل میکروارگانیسم‌ها که آن را ضعیف یا خراب می‌کنند از بین می‌روند و در نتیجه بر سرعت جوانه‌زنی اثرگذار خواهد بود (شیرانی‌راد، ۱۳۷۹).



شکل ۵: مقایسه میانگین برهمکنش لاین و تنش خشکی بر سرعت جوانه‌زنی روزانه

طول ریشه‌چه

خروج ریشه‌چه از پوسته بذر با طویل شدن سلول آغاز می‌شود و در اکثر بذرها با تقسیم سلولی ادامه می‌یابد (شیرانی‌راد، ۱۳۷۹)، تنش خشکی و لاین طول ریشه‌چه را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۱). نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.25.3.8]

برهمکنش تنش خشکی و لاین معنی‌دار شد (p<۰/۰۵). هم‌چنین بیش‌ترین طول ریشه‌چه مربوط به شرایط بدون تنش و لاین L109 با میانگین ۷/۲ سانتی‌متر اختصاص یافت. درحالی‌که کم‌ترین میانگین با ۲/۸ سانتی‌متر مربوط به تنش خشکی ۸- و R15 بود (شکل۶). نتایج با تحقیقات چغاکبودی و همکاران (۱۳۹۱) و Soltani و همکاران (۲۰۰۲) مطابقت دارد. لاین‌های دارای طول ریشه‌چه بیش‌تر دارای درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی بیش‌تری هستند و این نشان‌دهنده آن است که این صفت برای تعیین ارقام متحمل به خشکی دارای اهمیت زیادی می‌باشد.

طول ساقه‌چه

نتایج جدول ۱ نشان داد که اثر تنش خشکی بر طول ساقه‌چه معنی‌دار بود (p<۰/۰۱) و لاین و برهمکنش لاین و تنش خشکی، طول ساقه‌چه را تحت تأثیر قرار داد (p<۰/۰۵). به نظر می‌رسد کلزا در مواجه با تنش خشکی بیش‌تر به توسعه ریشه‌چه نسبت به ساقه‌چه می‌پردازد. در بررسی شکل‌های ۲ ،۵ و ۷ می‌توان نتیجه گرفت لاین‌های دارای طول ریشه‌چه بیش‌تر دارای درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی بیش‌تر هستند. به عقیده بسیاری از محققان، طول ساقه‌چه در کلزا، در مقایسه با طول ریشه‌چه، بیش‌تر تحت اثر تنش قرار می‌گیرد (Keshta *et al*., 1999). بیش‌ترین طول ساقه‌چه با ۶/۲ سانتی‌متر مربوط به شرایط بدون تنش و لاین L109 بود. هم‌چنین لاین BAL3 نیز با شش سانتی‌متر نسبت به شاهد در یک گروه آماری قرار داشت و در تنش خشکی ۸- و لاین L109 به ۱/۷ سانتی‌متر کم‌ترین میانگین را به خود اختصاص داد (شکل ۷). نتایج با گزارشات Shekari و همکاران (۲۰۰۰) مطابقت دارد.

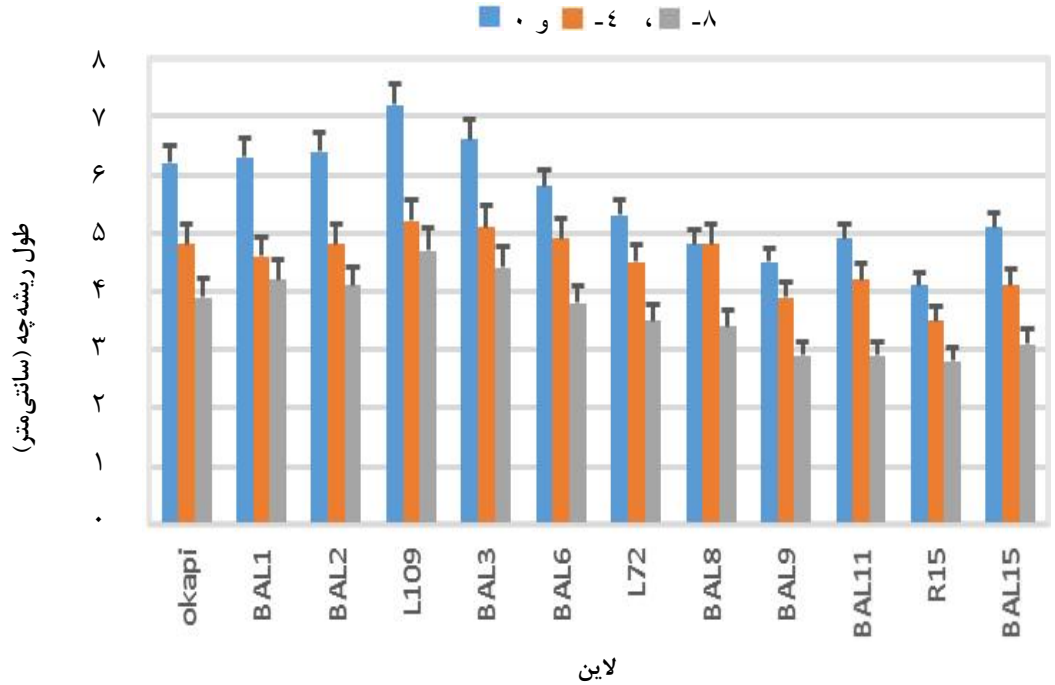
شاخص درصد کاهش جوانه‌زنی و شاخص تنش جوانه‌زنی

بررسی شاخص درصد کاهش جوانه‌زنی و شاخص تنش جوانه‌زنی نشان داد که در شرایط عدم تنش خشکی تفاوت بین لاین‌ها از نظر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار نبود (جدول ۲). درحالی‌که در شرایط تنش خشکی تغییرات زیادی بین لاین‌ها دیده شد به‌طوری‌که لاین‌های BAL9 و R15 کم‌ترین درصد جوانه‌زنی را دارا بودند و شاخص کاهش جوانه‌زنی در آن‌ها ۵۲ و ۵۸ درصد گزارش شد. بنابراین این لاین‌ها را می‌توان به‌عنوان حساس‌ترین لاین‌های مورد مطالعه معرفی کرد. از طرف دیگر لاین L109 در مقایسه با شاهد در شرایط تنش شدید کم‌ترین کاهش جوانه‌زنی را نشان دادند. بنابراین، این لاین‌ها از تحمل به خشکی بالایی در مرحله جوانه‌زنی برخوردارند. طبق گزارش‌های Fernandez (۱۹۹۲)، به‌طورکلی، ارقامی که در هر دو محیط تنش و عدم تنش تفاوت کم‌تری نشان دهند، تحمل بیش‌تری به خشکی دارند. نتایج صفت سرعت جوانه‌زنی برای لاین‌ها تطابق بالایی با صفت درصد جوانه‌زنی داشت. برای این صفت نیز تنوع بالایی بین لاین‌ها دیده شد، به‌طوری‌که لاین‌های L109 و Okapi بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی و شاخص تنش جوانه‌زنی را دارا بودند. نتایج حاکی از آن بود که بین لاین‌های مختلف کلزا تفاوت زیادی از نظر میزان و سرعت جوانه‌زنی در شرایط تنش خشکی وجود داشت.

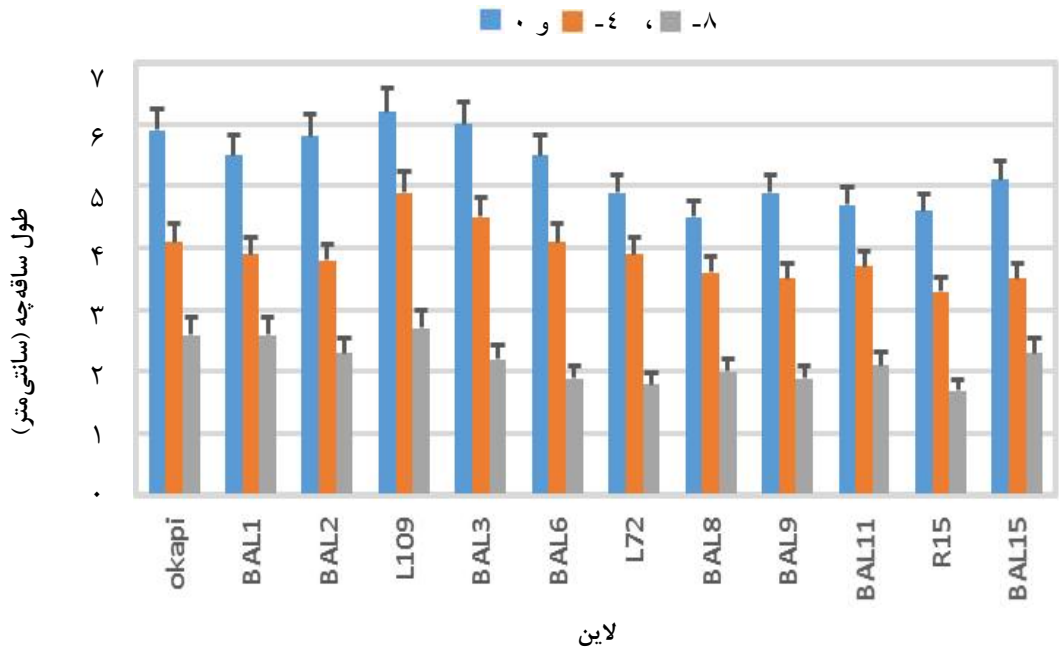
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.25.3.8]

بذرهایی که بتوانند در شرایط تنش خشکی، جوانه‌زنی قابل قبولی داشته باشند، در مناطق خشک و نیمه‌خشک، ارزش زیادی خواهند داشت؛ زیرا احتمال گذار از این مرحله برای آن‌ها بیش‌تر است. نتایج نشان داد که تغییرات زیادی بین لاین‌های مورد مطالعه از نظر میزان رشد گیاهچه و بخش‌های آن (ریشه‌چه و ساقه‌چه) وجود داشت. نتایج با گزارش‌های Andalibi و همکاران (۲۰۰۵) و Shekari و همکاران (۲۰۰۰) مطابقت داشت.



شکل ۶: مقایسه میانگین برهمکنش لاین وتنش خشکی بر طول ریشه‌چه



شکل ۷: مقایسه میانگین برهمکنش لاین و تنش خشکی بر طول ساقه‌چه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.25.3.8]

جدول ۲: مقایسه میانگین صفات درصد جوانه‌زنی و میانگین جوانه‌زنی روزانه برای لاین‌های امیدبخش کلزا تحت شرایط عدم تنش خشکی و تنش شدید

لاین	درصد جوانه‌زنی			میانگین جوانه‌زنی روزانه		
	عدم تنش	تنش شدید	شاخص درصد کاهش جوانه‌زنی	عدم تنش	تنش شدید	شاخص تنش جوانه‌زنی
Okapi	۹۶ a	۴۸ e	۴۸	۱۳/۷۱ a	۶/۸۶ e	۵۰/۰۴
BAL1	۹۵ a	۴۵ e	۵۰	۱۳/۵۷ a	۶/۴۲ e	۴۷/۳۱
BAL2	۹۶ a	۴۱ e	۵۵	۱۳/۷۱ a	۵/۸۵ e	۴۲/۶۷
L109	۹۹ a	۵۱ d	۴۸	۱۴/۱۴ a	۷/۲۸ d	۵۱/۴۹
BAL3	۹۲ a	۴۸ e	۴۴	۱۳/۱۴ a	۶/۸۵ e	۵۲/۱۳
BAL6	۹۰ a	۳۹ f	۵۱	۱۲/۸۵ a	۵/۵۷ e	۴۳/۳۵
L72	۹۲ a	۴۱ e	۵۱	۱۳/۱۴ a	۵/۸۵ e	۴۴/۵۲
BAL8	۹۱ a	۴۰ e	۵۱	۱۳/۰۰ a	۵/۷۱ e	۴۳/۹۲
BAL9	۸۹ b	۳۷ f	۵۲	۱۲/۷۱ a	۵/۸۵ e	۴۶/۰۳
BAL11	۹۰ a	۴۳ e	۴۷	۱۲/۸۵ a	۶/۱۴ d	۴۷/۷۸
R15	۸۸ b	۳۰ fg	۵۸	۱۲/۵۷ a	۵/۴۲ e	۴۳/۱۲
BAL15	۹۲ a	۴۷ e	۴۵	۱۳/۱۴ a	۶/۷۱ d	۵۱/۰۷

در هر ستون تفاوت دو میانگین که حداقل در یک حرف مشترکند، مطابق آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد که بین لاین‌های امیدبخش کلزا تنوع قابل ملاحظه ای از نظر تحمل به تنش خشکی بر اساس صفات و شاخص‌های مرحله جوانه‌زنی وجود داشت که می‌تواند برای بهبود این ویژگی درکلزا مورد استفاده قرار گیرند. لاین‌های متحمل معرفی شده در این تحقیق می‌توانند برای مطالعات آتی و نیز به منظور بررسی ارتباط بین واکنش به تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی و بلوغ مورد استفاده قرار گیرند، چرا که الزماً لاین‌هایی که در مرحله جوانه‌زنی متحمل می‌باشند، نمی‌توانند در مرحله بلوغ نیز متحمل باشند.

منابع

جاجرمی، و. ۱۳۹۱. بررسی اثر تنش خشکی بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی هفت رقم گندم. مجله زراعت و اصلاح نباتات. ۸ (۴): ۱۹۲-۱۸۳.

چغاکبودی، ز.، زبرجدی، ع. و کهریزی، د. ۱۳۹۱. ارزیابی تحمل خشکی ژنوتیپ‌های کلزا (*Brassica napus* L.) در شرایط مزرعه و آزمایشگاه مجله به‌نژادی نهال و بذر. ۱ (۱): ۳۷-۱۷.

قدرتی، غ. ۱۳۹۲. اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه و ویژگی‌های کمی ژنوتیپ‌های امید بخش بهاره کلزا. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۵ (۱۸): ۸۱-۶۷.

گراوندی، م.، فرشادفر، ع. و کهریزی، د. ۱۳۸۹. ارزیابی تحمل خشکی در ژنوتیپ‌های پیشرفته‌ی گندم نان در شرایط مزرعه و آزمایشگاه. مجله به‌نژادی نهال و بذر. ۲۶ (۲): ۲۵۵-۲۳۳.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.25.3.8]

شیرانی‌راد، ا. ۱۳۷۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات دیباگران تهران. ۳۶۱ ص.

مجیدی، م. ۱۳۹۱. شناسایی ارقام کلزا برای تحمل به خشکی از طریق شاخص‌های مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بر اساس روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۲ (۴): ۵۵-۴۱.

Ansari, O. and Sharif-Zadeh, F. 2013. Improving germination of primed mountain rye seeds with heat shock treatment. Brazilian Journal of Plant Physiology 25(3): 1-6

Almasouri, M., Kinet, J.M. and Lutts, S. 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). Plant and Soil 231:243-254.

Andalibi, B., Zangani, E. and Haghanazari, A. 2005. Effects of water stress on germination indices in six rapeseed cultivars (*Brassica napus* L.). Iranian Journal of Agricultural Science 36: 457-463.

Ashraf, M., Nazir, N. and Mcneily, T. 2001. Comparative salt tolerance of amphidiploid and diploid Brassica species. Plant Science 160: 683-689.

Bailly, C., Benamar, A., Corbineau, F. and Come, D. 2000. Antioxidant systems in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds as affected by priming. Seed Science Research 10:35–42.

Basra, S.M.A., Ahmad, N., Khan, M.M., Iqbal, N. and Cheema, M.A. 2003. Assessment of cotton seed deterioration during accelerate. Seed Science Technology 31: 531-540.

Blum, A. 2010. Plant Breeding for Water-Limited Environments. Springer pub bristol, 258 PP.

Bouslama, M. and Schapaugh, W.T. 1984. Stress tolerance in soybeans. 1. Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Science 24: 933-937.

Cruz de Carvalho, M.H. 2008. Drought stress and reactive oxygen species. Plant Signaling and Behavior 3: 156-165.

Defigueiredo, E., Albuqurque, M.C. and Decarvalho, N.M. 2003. effect of type of environmental stress on the emergence of sunflower (*Helianthus pannus* L.) soybean (*Glycine max* L.) and maize (*Zea mays* L.) seed with different levels of vigor. Seed Science Technology 31:465-479.

Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. *In*: Kuo,C.C. PP. 257-270.

Johnson, R.A. and Wichern, D.W. 2007. Applied Multivariate Statistical Analysis. Prentice Hall International,INC., New Jersey.

Khoshsokhan, F., Babalar, M., Chaghazardi H.R. and Fatahi-Moghadam, M.R. 2012. Effect of salinity and drought stress on germination indices of two Thymus species. Agron Res Moldavia 45:28-35.

Kron, A.P., Souzan, G.M. and Ribeiro, R.V. 2008. Water deficiency at different development stages of Glycine max improves drought tolerance. Bragantia, Campinas 67: 43-49.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.25.3.8]

Keshta, M.M., Hammad, K.M. and Sorour, A.I. 1999. Evaluation of rapeseed genotypes in saline soil. Proceedings of the 10 the International Canola Congress, Canberra. Australia 253-258.

Macdonald, C.M., Floyd, C.D. and Waniska, R.D. 2004. Effect of accelerated aging on mazie, Sorghun and sorghum. Journal of cereal scince 39: 351- 361.

Moradi, A. and Younesi, O. 2009. Effects of Osmo- and Hydro-priming on Seed Parameters of GrainSorghum (*Sorghum bicolor* L.). Australian Journal of Basic and Applied Sciences 3 (3): 1696-1700.

Pessarakli, M. 1994. Plant and Crop Stress Handbook. Marcel Deckker, New York,USA.

Prisco, J.T., Baptista C.R. and Pinheiro-Bastos, E.J.L. 1992. Hydration, Dehydration Seed Pre- tretment and its effects on seed germination under water stress conduction.Revta Brasil Botanica 15 (1): 31-35.

Soltani, A., Galeshi, S., Zeinali, E. and Latifi, N. 2002. Germination seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Science and Technology 30: 51– 60.

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

Shekari, F.R., Khoie, A., Javanshir, H., Alyari, H and Shkiba, M.R. 2000. Effect of Sodium chloride salinity on germination of rapeseed cultivars. Turkish Journal of Field Crops 5: 21-28.

Sinaki, J.M., Majidi-Heravan, E., Shirani Rad, A.H., Noor-mohammadi, G.H. and Zarei, G. 2007. The effects of water deficit during growth stages of canola (*Brasica napus* L.). American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science 2: 417-422.

Tekrony, D.M. and Egli, D.B. 1991. Relationship of seed vigor to crop yield a review. Crop Science 31: 816-822.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.25.3.8]