# اثر تنش خشکی و آبیاری معمول طی گل‌دهی تا رسیدگی بذر بر جوانه‌زنی بذر ۱۰ ژنوتیپ بهاره کلزا (*Brassica napus* L.)

حسین رضا بادروج [۱]، آیدین حمیدی [۲،*]، امیرحسین شیرانی‌راد [۳]

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی تاکستان
[۲] استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال کرج
[۳] استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال کرج
[*] پست الکترونیک نویسنده مسئول: a.hamidi@spcri.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۴/۰۲)

**چکیده**

**به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی و آبیاری معمول طی رسیدن بر جوانه‌زنی بذر و بنیه گیاهچه ۱۰ ژنوتیپ بهاره کلزا RGS003، ساریگل، Option500، RGS006، 19_H، ORS 3150-3006، ORS 3150-3008، RG 4403، 405/03 RG و RGAS 0324، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر اساس طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار، در سال ۱۳۹۲ در آزمایشگاه تجزیه کیفی بذر مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال کرج اجرا شد. نتایج نشان داد، ژنوتیپ‌های RG4403 و RGS006 به ترتیب با ۳/۴۹۸ و ۳/۰۸۲ گرم بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را داشتند. بذرهای ژنوتیپ‌های ساریگل و Option500 و RGS006 تولید شده به ترتیب با آبیاری معمول و تنش خشکی دارای بیشترین طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه و بذرهای ژنوتیپ‌های ORS3150-3008 و RGAS0324 تولید شده با آبیاری معمول به ترتیب بیشترین وزن خشک ریشه‌چه و گیاهچه و وزن خشک ساقه‌چه و گیاهچه را داشتند. بذرهای ژنوتیپ‌های ساریگل و RGAS0324 تولید شده با آبیاری معمول دارای بیشترین درصد جوانه‌زنی نهایی بودند. بیشترین متوسط زمان، ضریب سرعت و متوسط جوانه‌زنی روزانه نیز به‌ترتیب به بذرهای ژنوتیپ RGS003 تولید با تنش خشکی و ژنوتیپ‌های 19-H و RGAS0324 تولید شده با آبیاری معمول تعلق داشت. همچنین ژنوتیپ‌های ساریگل و RGAS0324 به ترتیب دارای بیشترین شاخص‌های بنیه طولی و وزنی گیاهچه بودند. به‌طورکلی نتایج نشان داد تنش خشکی در دوره گل‌دهی و رسیدگی سبب کاهش کیفیت بذر شد، ولی بذر برخی ژنوتیپ‌ها مانند RGS006، 19-H و ORS3150-3006 از خصوصیات کیفی جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه نسبتاً مطلوبی برخوردار بودند.**

**واژه‌های کلیدی: بنیه گیاهچه، تشکیل بذر کلزا، گل‌دهی**

## مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) مهم‌ترین گیاه دانه روغنی تیره چلیپائیان[1] محسوب شده، به‌طوری که میزان تولید دانه آن با ۱۱/۳ درصد افزایش بیش از ۷۱/۵ میلیون تن در سال زراعی ۱۴-۲۰۱۳ بوده است (بی‌نام[2]، ۲۰۱۵b). کشت گیاه دانه روغنی کلزا، در کشور در سال‌های اخیر توسعه یافته، به‌طوری‌که در سال زراعی ۹۰- ۱۳۸۹ میزان سطح کشت و تولید آن به ترتیب ۹۳۱۰۶ هکتار و ۱۸۹۹۹۰ تن بوده که به ترتیب ۶۱/۸ درصد آن اراضی آبی و بقیه به‌صورت دیم بوده و ۶۶ درصد میزان تولید آن از کشت آبی و ۳۴ درصد از

[1] *Brassicaceae*

[2] Anonymous

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2024-03-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.2.6 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.1 ]

کشت دیم به دست آمده است. همچنین عملکرد دانه کلزای آبی کشور ۲۱۸۱/۳ کیلوگرم و عملکرد دیم ۱۸۱۳/۱ کیلوگرم بوده است (بی‌نام، ۱۳۹۴). آب به دلیل اهمیت وظایف حیاتی و نقش بسیار مهمی که در رشد و نمو گیاه بر عهده دارد، در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید رشد و نمو گیاهان زراعی است و از این رو تنش خشکی، یکی از عوامل اصلی محدودکننده محصول و عملکرد می‌باشد (بویر[1]، ۱۹۹۶). علت اصلی تنش آب در گیاه افزایش میزان تلفات آب یا کافی نبودن میزان جذب آب و یا ترکیبی از هر دو می‌باشد که در اثر آن میزان تلفات آب از گیاه ناشی از تعرق بر میزان جذب آب توسط ریشه‌ها پیشی می‌گیرد و در سلول‌ها فرایند آب کشیدگی روی می‌دهد (گیبس[2]، ۱۹۷۵). تنش خشکی موقعی اتفاق می‌افتد که ترکیبی از عوامل فیزیکی و محیطی باعث تنش درونی در گیاه شود و تنش خشکی در مراحل مختلف رشدی گیاه تأثیری متفاوت دارد و پاسخ گیاه به کمبود آب به عوامل چندی از قبیل شدت و تداوم آن و مرحله فنولوژیکی رشد و ظرفیت مقاومت ژنتیکی گیاهان بستگی دارد (بلام[3]، ۲۰۰۵).

خلوص ژنتیکی، قوه نامیه[4]، جوانه‌زنی[5]، بنیه[6]، سلامت، میزان رطوبت، کیفیت انبارمانی و طول عمر بذر عوامل تعیین کننده کیفیت بذر هستند (وان‌گاستل[7] و همکاران، ۱۹۹۶). عوامل محیطی مانند خاک، اقلیم، عملیات زراعی در دوره رشد و نمو گیاه مادری از کاشت تا برداشت و دوره پس از برداشت، بر قوه نامیه بذر تأثیر می‌گذارند. در بین این عوامل شرایط آب و هوایی مانند دما، رطوبت نسبی و بارندگی در دوران پر شدن و رسیدن بذر اهمیت خاصی داشته و بر این عوامل تأثیرگذارند (مک‌دونالد و کاپلند[8]، ۱۹۹۷).

بروز تنش خشکی در مراحل مختلف رشد گیاه تأثیر متفاوتی دارد (بلام، ۲۰۰۵). کلزا اصولاً به هنگام جوانه‌زنی به تنش خشکی حساس است و مانع جذب آب کافی توسط بذر می‌شود. حساسیت موضوع زمانی شدت می‌گیرد که آب کافی برای شروع جوانه‌زنی وجود داشته باشد، ولی رشد گیاهچه جوان تازه استقرار یافته با کمبود آب مواجه گردد (کیمبر و مک‌گرگور[9]، ۱۹۹۵). سه مرحله بعدی مهم رشد و نمو کلزا در ارتباط با پاسخ تنش خشکی عبارت‌اند از: ۱- پیدایش و تشکیل گل ۲- گرده‌افشانی ۳- لقاح و پر شدن دانه (سیلوستر-برادلی و مک‌پیس[10]، ۱۹۸۴)؛ بنابراین کمبود آب می‌تواند بر عملکرد کلزا اثر سوء بگذارد. کلزا در مرحله گل‌دهی و رشد خورجین‌ها نیز به خشکی حساس است که به ژنوتیپ، مرحله نمو و سازش‌پذیری گیاه نسبت به تنش خشکی بستگی دارد (توماس[11]، ۱۹۸۴). بررسی اثرات تنش آب در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزا عملکرد کلزا، نشان داد که کمبود آب در مرحله گل‌دهی تا پایان پر شدن دانه، عملکرد و همچنین اجزاء عملکرد را تحت تأثیر منفی قرار داده و تعداد دانه و وزن هزار دانه را در مرحله پر شدن خورجین‌ها تا تیره رنگ شدن دانه‌ها تحت تأثیر منفی تنش آب قرار می‌گیرند (چامپ اولیویر و مرین[12]، ۱۹۹۶). حساس‌ترین مرحله رشد کلزا به تنش آبی مرحله گل‌دهی و اوایل تشکیل خورجین می‌باشد (ریچاردز[13]، ۱۹۷۸) و از این رو این مراحل حساس‌ترین زمان برای آبیاری کلزا هستند (مندهام و سالیسبوری[14]، ۱۹۹۵). کارترجی‌آر و پاترسون[15] (۱۹۸۵)، تأثیر تنش خشکی و قطع آبیاری را بر جوانه‌زنی و بنیه بذر در کلزا مورد بررسی قرار دادند و گزارش نمودند که تنش خشکی بر جوانه‌زنی بذر و بنیه بذر تأثیر معنی‌داری نداشت و جوانه‌زنی و بنیه بذر را به میزان کمی کاهش داد. سکیا و یانو[16] (۲۰۰۲)، گزارش کردند که وقوع تنش پس از رسیدگی فیزیولوژیکی، در زمان پیش از برداشت، باعث کاهش جوانه‌زنی و بنیه بذر نیامداران شده و نیز در طی دوره تکامل بذر به‌طور

[1] Boyer
[2] Gibbs
[3] Blum
[4] Viability
[5] Seed germination
[6] Vigour
[7] Van Gastel
[8] McDonald and Copeland

[9] Kimber and McGregor
[10] Sylvester-Bradley and Makepeace
[11] Thomas
[12] Champolivier and Merrien
[13] Richards
[14] Mendham and Salisbury
[15] Carter Jr and Patterson
[16] Sekia and Yano

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2024-03-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.2.6 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.1 ]

معمول، مانع تکامل بذرها و در نتیجه باعث کوچک‌تر شدن بذرهای برداشت شده می‌گردد. قاسمی گلعذانی[1] و و همکاران (۲۰۱۲) نیز کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه سویا ناشی از تعویق آبیاری گیاه مادری را در مراحل مختلف رسیدگی بذر مشاهده کردند.

سلول‌های بذرهای گیاهان تیره چلیپائیان با سازوکارهای ویژه ازجمله آب‌کشیدگی[2] پروتوپلاسم سلول در طی مراحل نهایی رسیدگی و کاهش رطوبت بذر به‌طور طبیعی با تحریک تشکیل برخی ترکیبات محافظت‌کننده پروتئینی مانند پروتئین‌های شوک حرارتی (HSPs[3])، دی هایدرین‌ها[4] و پروتئین‌های فراوان شونده در اواخر جنین‌زایی (LEAs[5]) سلول‌ها را در مقابل خسارت دمای بالا و خشکیدگی[6] محافظت می‌کند (بتی و فینچ ساواژ[7]، ۱۹۹۸). در بین و درون گونه‌های کلزا، به‌ویژه گونه *Brassica napus*، تنوع قابل ملاحظه‌ای برای خصوصیات مختلف تحمل به خشکی مانند تجمع پرولین، پایداری کلروفیل و جوانه‌زنی بیشتر بذر در شرایط تنش خشکی مشاهده شده است (ریچاردز، ۱۹۷۸). ژانگ[8] و همکاران (۲۰۱۴) نیز تنوع ژنتیکی تحمل نسبت به تنش خشکی در مراحل مختلف رشد و نمو گیاهان این تیره ازجمله کلزا گزارش کردند. با وجود سازوکارهای تحمل نسبت به تنش خشکی مذکور و با توجه تنوع ژنتیکی تحمل نسبت به این تنش و الزام اجتناب از بروز هرگونه شرایط نامطلوب و تنش در مزارع تولید بذر در دوره رشد و نمو، به‌ویژه دوران رشد زایشی (گل‌دهی و رسیدگی)، به‌منظور دستیابی به بذر با کیفیت مطلوب، با توجه به واقع شدن بخش عمده‌ای از اراضی زراعی کشور در مناطق خشک و نیمه‌خشک، امکان وقوع کم‌آبی و بروز شرایط تنش خشکی آخر فصل در طی دوره گل‌دهی تا رسیدگی بذر روی گیاه مادری کلزا، به‌ویژه در مزارع تولید بذر کلزاهای بهاره وجود دارد. نظر به هم‌زمان نبودن گل‌دهی در تمام گل‌آذین و تأثیر تنش خشکی بر بنیه بذر و استقرار گیاهچه کلزا و اهمیت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به شرایط بروز تنش کم‌آبی آخر فصل (در دوره گل‌دهی تا رسیدگی) برای تولید بذرهای با کیفیت مطلوب، این پژوهش به‌منظور بررسی پاسخ برخی خصوصیات مرتبط با جوانه‌زنی و بنیه بذر و گیاهچه ۱۰ ژنوتیپ کلزای بهاره به بروز تنش خشکی در دوره گل‌دهی تا رسیدگی بذر روی گیاه مادری اجرا شد.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی و آبیاری معمول بر گیاه مادری در دوره گل‌دهی تا رسیدگی بر جوانه‌زنی بذر ۱۰ ژنوتیپ بهاره کلزا در آزمایشگاه تجزیه کیفی بذر مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال کرج در سال ۱۳۹۲ اجرا گردید. بدین منظور بذرهای ۱۰ ژنوتیپ بهاره کلزای بخش تحقیقات دانه‌های روغنی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر شامل ژنوتیپ‌های: RGS003، ساریگل، Option500، RGS006، H_19-، ORS3150-3006،ORS3150-3008، RG4403، RG405/03 و RGAS0324 که ژنوتیپ‌های RGS003 و ساریگل ازجمله ارقام تجاری آزادگرده افشان، تیپ بهاره، مندرج در فهرست ملی ارقام گیاهی ایران، با منشأ کشور آلمان و اصلاح و معرفی شده توسط مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر به ترتیب در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۳ بوده (بی‌نام، ۱۳۸۹) و بقیه ژنوتیپ‌های تیپ بهاره در دست بررسی برای معرفی رقم آن مؤسسه می‌باشند، در سال ۱۳۹۲ در مزرعه پژوهشی ۴۰۰ هکتاری آن مؤسسه در کرج واقع در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی و ارتفاع آن ۱۳۲۰ متر از سطح دریا در شرایط آبیاری معمول ($S_1$) و اعمال تنش خشکی در مرحله گل‌دهی ($S_2$) با قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی تا مرحله رسیدگی تولید شدند. بر اساس آمار آب و هوایی بلندمدت (۴۰ ساله) سازمان هواشناسی شهرستان کرج، میانگین بارش سالانه کرج ۲۴۲ میلی‌متر (با پراکنش عمدتاً در اواخر پاییز و اوایل بهار)، میانگین بیشینه دمای سالانه ۲۶/۱ درجه سانتی‌گراد (در تیرماه) و میانگین کمینه دمای ۱

[1] Ghassemi-Golezani
[2] Dehydration
[3] Heat Shock Proteines (HSPs)
[4] Dehydrins
[5] Late Embryogenesis Abundant proteins (LEAs)
[6] Desication
[7] Bettey and Finch-Savage
[8] Zhang

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2024-03-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.2.6 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.1 ]

درجه سانتی‌گراد (در دی‌ماه)، میانگین دمای ۱۳/۵ سانتی‌گراد و میانگین دمای خاک ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد؛ بنابراین این منطقه با داشتن ۱۸۰-۱۵۰ روز خشک و زمستان سرد و مرطوب و تابستان گرم و خشک جزء مناطق اقلیمی مدیترانه‌ای گرم و خشک[1] و رژیم رطوبتی خشک[2] محسوب می‌گردد (بی‌نام، ۲۰۱۴). پس از برداشت بذرها، درصد جوانه‌زنی و برخی صفات مرتبط با آن و بنیه گیاهچه، با انجام آزمون جوانه‌زنی استاندارد[3] انجمن بین‌المللی آزمون بذر بذر (ISTA[4]) در آزمایشگاه تجزیه کیفی بذر مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر کرج تعیین شدند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل ۱۰×۲ (۱۰ ژنوتیپ کلزای بهاره×اعمال و عدم اعمال تنش خشکی در مرحله گل‌دهی تا رسیدگی بذر بر گیاه مادری با قطع آبیاری) در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل تعداد ۱۰۰ بذر با چهار تکرار (جمعاً ۴۰۰ بذر) بود. برای اجرای این آزمون طبق استانداردهای انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA) بذرها در بستر لابه‌لای کاغذ جوانه‌زنی مرطوب شده کشت شده و سپس به مدت ۷ روز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد درون ژرمیناتور قرار گرفتند (بی‌نام، ۲۰۱۵a). برای تعیین شاخص‌های متوسط زمان جوانه‌زنی (MGT[5])، ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG[6])، متوسط جوانه‌زنی روزانه (MDG[7]) و سرعت جوانه‌زنی روزانه (DGS[8])، به‌طور روزانه از بذرهای کشت شده بازدید به عمل آمده و تعداد بذرهای جوانه‌زده یادداشت گردیدند و برخی شاخص‌های مرتبط با جوانه‌زنی بذر مذکور با استفاده از روابط زیر تعیین گردیدند:

متوسط زمان جوانه‌زنی (MGT) که شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی محسوب می‌گردد از رابطه یک محاسبه گردید:

رابطه ۱: $MGT= \sum(nd)/ \sum n$

که در این رابطه:n = تعداد بذرهای جوانه‌زده در طی d روز، d- تعداد روزها تا پایان آزمون جوانه‌زنی استاندارد، Σn= کل تعداد بذرهای جوانه‌زده می‌باشند (رانال و سانتانا[9]، ۲۰۰۶).

ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG) نیز که مشخصه سرعت و شتاب جوانه‌زنی بذرها می‌باشد از رابطه ۲ محاسبه شد:

رابطه ۲:

$$CVG=G1+G2+\ldots+Gn/(G1\times1)+(G2\times2)+\ldots+(Gn\times n)$$

در این رابطه G1-Gn تعداد بذرهای جوانه‌زده از روز اول تا روز آخر آزمون جوانه‌زنی استاندارد می‌باشد (رانال و دو سانتانا، ۲۰۰۶)

در پایان اجرای آزمون جوانه‌زنی استاندارد نیز با ارزیابی گیاهچه بر اساس معیارهای انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA) گیاهچه‌های عادی و غیرعادی تفکیک شده (بی‌نام، ۲۰۰۳) و تعداد گیاهچه‌های عادی به‌عنوان درصد جوانه‌زنی نهایی (FGP[10]) شمارش و یادداشت‌برداری گردیده و داده‌های حاصل به‌منظور محاسبه متوسط جوانه‌زنی روزانه (MDG) که شاخصی از سرعت جوانه‌زنی روزانه می‌باشد، از رابطه ۳ تعیین گردید، مورد استفاده قرار گرفت.

رابطه ۳: $MDG=FGP/d$

که در این رابطه FGP درصد جوانه‌زنی نهایی و d تعداد روزها تا رسیدن به حداکثر جوانه‌زنی نهایی (طول دوره اجرای آزمون) می‌باشند (رانال و دو سانتانا، ۲۰۰۶). سرعت جوانه‌زنی روزانه (DGS) نیز که عکس متوسط جوانه‌زنی روزانه می‌باشد با استفاده از رابطه ۴ محاسبه گردید:

رابطه ۴: $DGS=1/MDG$

همچنین به‌منظور تعیین بنیه بذر و گیاهچه تعداد ۱۰ گیاهچه از هر تکرار به‌طور تصادفی نمونه‌برداری گردیده و با جداسازی ریشه و ساقه اولیه گیاهچه‌ها طول و وزن خشک آن‌ها با خط‌کش و قرار دادن در آون به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد تعیین شدند. همچنین شاخص‌های طولی و وزنی بنیه گیاهچه با استفاده از

[1] Xerothermo Mediterranean climate
[2] Aridic
[3] Standard germination test
[4] International Seed Testing Association (ISTA)
[5] Mean Germination Time (MGT)
[6] Coefficient of Velocity of Germination (CVG)
[7] Mean Daily Germination (MDG)
[8] Daily Germination Speed (DGS)
[9] Ranal and Santana
[10] Final Germination Percent (FGP)

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2024-03-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.2.6 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.1 ]

روابط زیر تعیین گردیدند (عبدالباقی و آندرسون[1]، ۱۹۷۳):

رابطه ۵:

شاخص طولی بنیه گیاهچه=(طول ساقه اولیه + طول ریشه اولیه)× قوه نامیه

رابطه ۶:

شاخص وزنی بنیه گیاهچه=وزن خشک گیاهچه×قوه نامیه

در پایان داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن انجام گردید.

## نتایج و بحث

### وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار تنش خشکی و آبیاری معمول بر وزن هزار دانه و اختلاف وزن هزار دانه ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های وزن هزار دانه تحت تیمارهای تنش خشکی و آبیاری معمول نشان داد که بذرهای تولید شده در شرایط آبیاری معمول از وزن هزار دانه بیشتری برخوردار بودند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌های وزن هزار دانه ژنوتیپ‌های مورد بررسی نشان داد بذرهای ژنوتیپ RG4403 با میانگین ۳/۴۹۸ گرم بیشترین و ژنوتیپ RGS006 با میانگین ۳/۰۸۲ گرم کمترین وزن هزار دانه را داشتند (جدول ۳). جاسینسکا[2] و همکاران (۱۹۸۸)، بیان نمود که حساس‌ترین مرحله رشد و نمو کلزا به کم‌آبی، مرحله گل‌دهی می‌باشد و کمبود آب در این مرحله سبب افت شدید تعداد گل، خورجین و دانه شده و وزن هزار دانه و درصد روغن دانه را کاهش می‌دهد. راهنما (۱۳۸۱)، طی آزمایشی به‌طور متوسط تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و در نهایت عملکرد دانه با تنش خشکی کاهش یافت. قاسمی گلعذانی و قاسمی[3] قاسمی[3] (۲۰۱۳) کاهش وزن ۱۰۰ دانه ارقام مختلف نخود در اثر اعمال تنش خشکی با کاهش میزان آب آبیاری در مدت گل‌دهی و رسیدگی را گزارش کردند. شیرانی‌راد[4] و همکاران (۲۰۱۴) نیز ضمن مشاهده تفاوت تفاوت معنی‌دار وزن هزار دانه ارقام مختلف کلزا، کمترین میزان وزن هزار دانه را در تیمار قطع آبیاری از زمان گل‌دهی مشاهده کردند. افشار (۱۳۸۶)، به این نتیجه رسید که اثر تنش خشکی و ژنوتیپ بر وزن هزار بذر سویا معنی‌دار بود. این آزمایش با نتایج آورده شده هم‌خوانی داشت و تنش خشکی باعث کاهش وزن هزار بذر شد.

### درصد جوانه‌زنی نهایی

تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل تنش خشکی و ژنوتیپ بر درصد جوانه‌زنی نهایی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بذرهای ژنوتیپ‌های ساریگل و RG0324 تولید شده در شرایط آبیاری معمول با میانگین ۹۶/۵۰ درصد بیشترین و بذرهای ژنوتیپ RGS003 تولید شده در شرایط تنش خشکی با میانگین ۸۶/۲۵ درصد کمترین درصد جوانه‌زنی نهایی را داشتند (جدول ۴). ویرا[5] و همکاران (۱۹۹۲)، بیان کردند که تنش خشکی از طریق تأثیر مستقیم بر متابولسیم بذر سویا، باعث کاهش حداکثر درصد جوانه‌زنی بذرهای برداشت شده در شرایط تنش می‌شود. خدام‌زاده (۱۳۸۶)، بیان نمود که تنش خشکی در گیاه مادری سویا درصد جوانه‌زنی بذرهای حاصل از آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد و اختلاف درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌ها معنی‌دار می‌باشد. افشار (۱۳۸۶)، به این نتیجه رسید که تنش شدید بر درصد جوانه‌زنی بذرهای سویا اثر معنی‌داری گذاشت. مهدی‌زاده (۱۳۸۷)، با بررسی اثر اعمال تنش خشکی بر گیاه مادری کلزا به این نتیجه رسید که تنش خشکی سبب کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی نهایی بذرهای کلزا شد که با نتایج این آزمایش هم‌خوانی داشت. قاسمی گلعذانی و قاسمی (۲۰۱۳) نیز کاهش درصد جوانه‌زنی بذر ارقام مختلف نخود در اثر اعمال تنش خشکی با کاهش میزان آب آبیاری در مدت گل‌دهی و رسیدگی را مشاهده نمودند.

[1] Abdul-Baki, and Anderson
[2] Jasinska
[3] Ghassemi-Golezani and Ghassemi
[4] Shirany Rad
[5] Vieira

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2024-03-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.2.6 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.1 ]

**متوسط زمان جوانه‌زنی**

تجزیه واریانس نشان داد اثرمتقابل تنش خشکی و ژنوتیپ بر متوسط زمان جوانه‌زنی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های متوسط زمان جوانه‌زنی نشان داد که بذرهای ژنوتیپ RGS003 تولید شده در شرایط تنش خشکی با میانگین ۲/۸۹۰ روز بیشترین و بذرهای ژنوتیپ H۱۹- تولید شده در شرایط آبیاری معمول با میانگین ۲/۳۴۵ روز کمترین میزان متوسط زمان جوانه‌زنی را دارا بودند (جدول ۴).

دما و مدت خشکیدگی نامناسب بذر روی گیاه مادری بر ساختارهای غشایی سلول‌ها اثر منفی داشته که می‌تواند به‌صورت افزایش زمان جوانه‌زنی بروز نماید (لپرینس و بوئیتینگ[1]، ۲۰۱۰). افشار (۱۳۸۶)، گزارش کرد که تنش خشکی سبب افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی شد. مهدی‌زاده (۱۳۸۷)، نتیجه گرفت که اختلاف معنی‌داری از لحاظ اثر تنش خشکی بر متوسط زمان جوانه‌زنی وجود نداشت. نتایج این آزمایش با نتایج افشار (۱۳۸۶) هم‌خوانی داشت ولی با نتایج مهدی‌زاده (۱۳۸۷) هم‌خوانی نداشت و تنش خشکی سبب افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی شد.

**ضریب سرعت جوانه‌زنی**

تجزیه واریانس نشان داد که اثرمتقابل تنش خشکی و ژنوتیپ بر ضریب سرعت جوانه‌زنی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های ضریب سرعت جوانه‌زنی مشخص نمود که بذرهای ژنوتیپ H-19 تولید شده در شرایط آبیاری معمول با میانگین ۰/۴۲۶۷ و بذرهای ژنوتیپ Option500 تولید شده تحت شرایط خشکی با میانگین ۰/۳۴۶۲ کمترین ضریب سرعت جوانه‌زنی را داشتند (جدول ۴). ریچی[2] و همکاران (۱۹۹۰)، بیان نمودند که علت کاهش سرعت جوانه‌زنی، فرسودگی بذرها قبل از برداشت و همچنین بالا بودن ضریب سرعت جوانه‌زنی می‌باشد. تجزیه واریانس مشخص کرد که اثرمتقابل تنش خشکی و ژنوتیپ بر متوسط جوانه‌زنی روزانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های متوسط جوانه‌زنی روزانه نشان داد که بذرهای ژنوتیپ RGAS0324 تولید شده در شرایط آبیاری معمول با میانگین ۱۴/۱۱ بذر در روز بیشترین و بذرهای همین ژنوتیپ تولید شده در شرایط خشکی با میانگین ۱۳/۰۰ بذر در روز کمترین متوسط جوانه‌زنی روزانه را دارا بودند (جدول ۴). خدام‌زاده (۱۳۸۶)، گزارش کرد که تنش خشکی باعث کاهش متوسط جوانه‌زنی روزانه در سویا شد. افشار (۱۳۸۶) نیز به این نتیجه رسید که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار متوسط جوانه‌زنی روزانه بذرهای سویا شد که نتایج این آزمایش با نتایج ذکر شده هم‌خوانی داشت. قاسمی گلعذانی و قاسمی (۲۰۱۳) کاهش سرعت جوانه‌زنی بذر ارقام مختلف نخود در اثر اعمال تنش خشکی بر گیاه مادری با کاهش میزان آب آبیاری در مدت گل‌دهی و رسیدگی را مشاهده کردند.

**سرعت جوانه‌زنی روزانه**

تجزیه واریانس مشخص ساخت که اثرمتقابل تنش خشکی و ژنوتیپ بر سرعت جوانه‌زنی روزانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های سرعت جوانه‌زنی روزانه نشان داد که بذرهای ژنوتیپ ساریگل تولید شده در شرایط تنش خشکی بیشترین و بذرهای RGAS0324 تولید شده در شرایط آبیاری معمول کمترین متوسط جوانه‌زنی روزانه را دارا بودند (جدول ۴).

افشار (۱۳۸۶)، به این نتیجه رسید که تنش خشکی سبب افزایش متوسط جوانه‌زنی روزانه بذرهای سویا شد ولی مهدی‌زاده (۱۳۸۷)، نتیجه گرفت که اعمال تنش خشکی روی گیاه مادری کلزا موجب کاهش معنی‌دار متوسط جوانه‌زنی روزانه شد. نتایج این آزمایش نیز نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار متوسط جوانه‌زنی روزانه بذرهای ژنوتیپ‌های مورد بررسی کلزا شد.

[1] Leprince and Buitink
[2] Ritchie

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2024-03-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.2.6 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.1 ]

**جدول ۱**- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات قابلیت جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه ژنوتیپ‌های کلزای بررسی شده

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | وزن هزار دانه | درصد جوانه‌زنی نهایی | متوسط زمان جوانه‌زنی | ضریب سرعت جوانه‌زنی | متوسط جوانه‌زنی روزانه | سرعت جوانه‌زنی روزانه | طول ریشه‌چه | طول ساقه‌چه | طول گیاهچه | وزن خشک ریشه‌چه | وزن خشک ساقه‌چه | وزن خشک گیاهچه | شاخص طولی بنیه گیاهچه | شاخص وزنی بنیه گیاهچه |
| تنش خشکی | ۱ | ۵۷۴۶/۰۴** | ۲۰۰۲۵۹/۰۴** | ۱/۲۵۳** | ۰/۰۲۷** | ۵/۵۱۳** | ۰/۰۰۰۱** | ۰/۲۱۶* | ۰/۶۲۵* | ۰/۱۰۷ns | ۰/۱۱۲** | ۱/۰۵۸** | ۱/۸۶۱** | ۲۵۶۹۶/۲۱۷* | ۲۸۶۲۲/۱۷۸** |
| ژنوتیپ | ۹ | ۰/۱۳۲** | ۹/۵۸۳ns | ۰/۱۰۵** | ۰/۰۰۲** | ۰/۱۹۱** | ۰/۰۰۰۱** | ۱/۴۲۷** | ۰/۴۶۹** | ۲/۹۰۸** | ۰/۰۲۱* | ۱/۱۸۳** | ۰/۳۰۷** | ۲۰۲۷۲/۲۹۲** | ۲۹۴۹/۰۳۳** |
| تنش خشکی×ژنوتیپ | ۹ | ۰/۰۳۴ns | ۳۲/۹۷۸** | ۰/۰۳۰** | ۰/۰۰۱** | ۰/۳۲۶** | ۰/۰۰۰۱** | ۰/۹۹۳* | ۰/۲۳۲* | ۰/۹۵۶ns | ۰/۰۳۲** | ۰/۰۷۹ns | ۰/۱۰۳ns | ۸۵۹۰/۲۶۸ns | ۹۷۰/۸۳۰ns |
| خطا | ۶۰ | ۰/۰۲۹ | ۴/۸۷۵ | ۰/۰۰۷ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۶۶ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۴۱۰ | ۰/۱۱۳ | ۰/۶۰۵ | ۰/۰۰۹ | ۰/۰۵۴ | ۰/۰۷۵ | ۶۰۵۷/۹۵۸ | ۵۳۹/۷۵۵ |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۵/۰۶ | ۲/۳۸ | ۳/۱۰ | ۳/۰۶ | ۱/۸۸ | ۲/۰۴ | ۸/۱۹ | ۹/۱۴ | ۶/۷۶ | ۱۷/۳۳ | ۱۱/۱۱ | ۱۰/۳۱ | ۷/۲۹ | ۹/۴۵ |

ns غیرمعنی‌دار، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج و یک درصد

## طول ریشه‌چه

تجزیه واریانس نشان داد اثرمتقابل تنش خشکی و ژنوتیپ بر طول ریشه‌چه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌های طول ریشه‌چه نشان داد که بذرهای ژنوتیپ ساریگل تولید شده در شرایط آبیاری کامل با میانگین ۸/۷۸۵ سانتی‌متر و بذرهای ژنوتیپ RGAS0324 تولید شده در همین شرایط با میانگین ۶/۷۷۵ سانتی‌متر به ترتیب بیشترین و کمترین طول ریشه‌چه را دارا بودند (جدول ۴). رشد ریشه‌چه می‌تواند معیاری جهت ارزیابی بنیه بذر باشد، زیرا اگر گیاهچه نتواند یک سیستم ریشه‌ای قوی ایجاد کند، امکان بقای آن‌ها به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد (مکاوی[1] و همکاران، ۱۹۹۹). ساوان[2] و همکاران (۱۹۹۹)، گزارش کردند که افزایش طول ریشه‌چه را می‌توان به افزایش وزن بذر نسبت داد.

## طول ساقه‌چه

تجزیه واریانس مشخص کرد که اثرمتقابل تنش خشکی و ژنوتیپ بر طول ساقه‌چه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌های طول ساقه‌چه نشان داد که بذرهای ژنوتیپ RGS006 تولید شده در شرایط آبیاری معمول با میانگین ۴/۲۹۰ سانتی‌متر بیشترین و بذرهای ژنوتیپ RG4403 تولید شده در همین شرایط با میانگین ۳/۰۱۰ سانتی‌متر کمترین میزان طول ساقه‌چه را دارا بودند (جدول ۴).

## طول گیاهچه

تجزیه واریانس نشان داد تفاوت طول گیاهچه ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های طول گیاهچه ژنوتیپ‌های بررسی شده نشان داد که ژنوتیپ Option500 با میانگین ۱۱/۴۸ سانتی‌متر بیشترین و ژنوتیپ RG4403 با

[1] Makawi
[2] Savan

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2024-03-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.2.6 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.1 ]

میانگین ۱۰/۸۷ سانتی‌متر کمترین طول گیاهچه را داشتند (جدول ۴). طول گیاهچه معیاری از بنیه گیاهچه محسوب می‌شود و در بسیاری از گونه‌های گیاهی همبستگی بین طول گیاهچه و بنیه آن به اثبات رسیده (همپتون[1] و همکاران، ۱۹۹۲).

**وزن خشک ریشه‌چه**

تجزیه واریانس مشخص نمود که اثرمتقابل تنش خشکی و ژنوتیپ بر وزن خشک ریشه‌چه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های وزن خشک ریشه‌چه نشان داد که بذرهای ژنوتیپ ORS3150-3008 تولید شده در شرایط آبیاری معمول با میانگین ۰/۷۰ گرم و بذرهای ژنوتیپ ساریگل تولید شده در شرایط تنش خشکی با میانگین ۰/۴۰ گرم کمترین وزن خشک ریشه‌چه را داشتند (جدول ۴). مواجه شدن گیاه مادری با تنش خشکی سبب کاهش رشد ریشه‌چه و گیاهچه می‌گردد (هابز و موئندل[2]، ۱۹۸۳). نتایج این آزمایش با نتیجه ارائه شده هم‌خوانی داشت و تنش خشکی باعث کاهش وزن خشک ریشه‌چه شد.

**وزن خشک ساقه‌چه**

تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار تنش خشکی و تفاوت وزن خشک ساقه‌چه ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های وزن خشک ساقه‌چه ژنوتیپ‌های بررسی شده کلزا نشان داد که بذرهای ژنوتیپ RGAS0324 با میانگین ۲/۳۸۸ گرم بیشترین میزان و بذرهای ژنوتیپ 19-H با میانگین ۱/۸۷۵ گرم کمترین میزان وزن خشک ساقه‌چه را به خود اختصاص داده بودند (جدول ۴).

**وزن خشک گیاهچه**

تجزیه واریانس مشخص کرد که اثر تنش خشکی و تفاوت ژنوتیپ‌های مورد بررسی ازنظر وزن خشک گیاهچه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌های اثر تنش خشکی بر وزن خشک گیاهچه نشان داد که بذرهای تولید شده در شرایط آبیاری معمول از وزن خشک گیاهچه بیشتری نسبت به بذرهای تولید شده در شرایط تنش خشکی برخوردار بودند (جدول ۲). همچنین نتایج مقایسه میانگین‌های وزن خشک گیاهچه ژنوتیپ‌های بررسی شده نشان داد که بذرهای ژنوتیپRGAS0324 با میانگین ۳/۰۰۰ گرم بیشترین و ژنوتیپ ساریگل با میانگین ۲/۳۵ گرم به ترتیب بیشترین و کمترین وزن خشک گیاهچه را داشتند (جدول ۳). هابز و موئندل (۱۹۸۳)، با بررسی‌هایی که بر روی بذرهای گیاه سویا انجام دادند، نتیجه گرفتند که بذرهای گیاهانی که تحت تنش خشکی قرار گرفتند در مقایسه با بذرهای گیاهانی که تحت آبیاری معمول قرار گرفتند از وزن خشک گیاهچه بیشتری برخوردار بودند. وزن خشک گیاهچه معیاری از بنیه گیاهچه محسوب می‌شود و در بسیاری از گونه‌های گیاهی همبستگی بین طول گیاهچه و بنیه آن به اثبات رسیده و از آن به‌صورت معیاری برای ارزیابی بنیه گیاهچه استفاده می‌شود (همپتون و همکاران، ۱۹۹۲). خدابنده و جلیلیان (۱۳۷۶)، گزارش کردند که تنش خشکی وزن خشک گیاهچه را کاهش داد. خدامزاده (۱۳۸۶)، به این نتیجه رسید که اعمال تنش خشکی بر گیاه مادری، وزن خشک گیاهچه بذرهای حاصل از تنش را به میزان قابل توجهی کاهش داد. افشار (۱۳۸۶)، به این نتیجه رسید که تنش خشکی باعث کاهش وزن خشک گیاهچه بذرهای سویا شد. نتایج این آزمایش با نتایج ذکر شده هم‌خوانی داشت. قاسمی گلعذانی و قاسمی (۲۰۱۳) نیز کاهش وزن خشک گیاهچه ارقام مختلف نخود در اثر اعمال تنش خشکی با کاهش میزان آب آبیاری در مدت گل‌دهی و رسیدگی را مشاهده نمودند.

**شاخص طولی بنیه گیاهچه**

تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار تنش خشکی بر شاخص طولی بنیه گیاهچه در سطح ۵ درصد و تفاوت شاخص طولی بنیه گیاهچه ژنوتیپ‌های بررسی شده در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثر تنش خشکی بر

[1] Hampton
[2] Hobbs and Muendel

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2024-03-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.2.6 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.1 ]

شاخص طولی بنیه گیاهچه نشان داد که بذرهای تولید شده در شرایط آبیاری معمول از شاخص طولی بنیه گیاهچه بیشتری نسبت به بذرهای تولید شده در شرایط خشکی برخوردار بودند (جدول ۲). همچنین مقایسه میانگین‌های شاخص طولی بنیه گیاهچه ژنوتیپ‌های بررسی شده کلزا نشان داد که بذرهای ژنوتیپ Option500 با میانگین ۱۱۱۵ بیشترین و ژنوتیپ RG4403 با میانگین ۱۰۰۲ کمترین میزان شاخص طولی بنیه گیاهچه را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). افشار (۱۳۸۶)، گزارش کرد که با کاهش درصد جوانه‌زنی نهایی و طول گیاهچه در اثر تنش خشکی، کاهش شاخص طولی بنیه گیاهچه مورد از انتظار بوده و شاخص طولی بنیه گیاهچه در بذرهای تنش خشکی دیده سویا کاهش یافت. مهدی‌زاده (۱۳۸۷)، نتیجه گرفت که اختلاف ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر تنش خشکی بر شاخص طولی بنیه گیاهچه معنی‌دار نشد ولی نتایج این آزمایش با نتایج افشار (۱۳۸۶) هم‌خوانی داشت.

## شاخص وزنی بنیه گیاهچه

نتایج تجزیه واریانس مشخص کرد که اثر تیمار تنش خشکی و تفاوت ژنوتیپ‌های مورد بررسی ازلحاظ شاخص وزنی بنیه گیاهچه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثر تنش خشکی بر شاخص وزنی بنیه گیاهچه نشان داد که بذرهای تولید شده در شرایط آبیاری معمول از شاخص وزنی بنیه گیاهچه بیشتری نسبت به بذرهای تولید شده در شرایط خشکی برخوردار بودند (جدول ۲).

همچنین نتایج مقایسه میانگین‌های شاخص وزنی بنیه گیاهچه ژنوتیپ‌های بررسی شده کلزا نشان داد که بذرهای ژنوتیپ RGAS0324 با میانگین ۲۷۶/۶ بیشترین و ژنوتیپ ساریگل با میانگین ۲۱۵/۵ کمترین میزان شاخص وزنی بنیه گیاهچه را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). افشار (۱۳۸۶)، گزارش کرد که شاخص وزنی بنیه گیاهچه در بذرهای سویایی که در حین تکوین روی گیاه مادری تنش خشکی دیده بودند، کاهش یافت. مهدی‌زاده (۱۳۸۷)، نتیجه گرفت که اختلاف ارقام سویای مورد بررسی از نظر اثر تنش خشکی بر شاخص وزنی بنیه گیاهچه معنی‌دار نشد؛ بنابراین نتایج این آزمایش با نتایج افشار (۱۳۸۶) هم‌خوانی داشت.

بر اساس نتایج این آزمایش به‌طور کلی بذرهای تولید شده در شرایط آبیاری معمول ازلحاظ خصوصیات مرتبط با جوانه‌زنی بذر و بنیه گیاهچه بررسی شده از برتری نسبت به بذرهای تولید شده در شرایط تنش خشکی برخوردار بوده و بذرهای ژنوتیپ‌های RGAS0324 و ساریگل بیشترین درصد جوانه‌زنی نهایی در شرایط آبیاری معمول داشتند.

همچنین بذرهای ژنوتیپ RGAS0324 متوسط جوانه‌زنی روزانه، وزن خشک ساقه‌چه و گیاهچه و شاخص وزنی بنیه گیاهچه و بذرهای ژنوتیپ ساریگل از بیشترین طول ریشه‌چه و بذرهای ژنوتیپ Option500 از بیشترین طول گیاهچه و شاخص طولی بنیه گیاهچه در شرایط آبیاری معمول برخوردار بودند. این در حالی بود که بذرهای ژنوتیپ RG405/03 تولید شده در شرایط تنش خشکی در دوره گل‌دهی از لحاظ صفات درصد جوانه‌زنی نهایی، متوسط زمان جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، سرعت جوانه‌زنی روزانه و وزن خشک ریشه‌چه نسبت به دیگر ژنوتیپ‌های مورد بررسی کلزا در این شرایط برتری داشت.

**جدول ۲**- مقایسه میانگین‌های اثر تنش خشکی بر وزن خشک ساقه‌چه، گیاهچه و شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه ژنوتیپ‌های بررسی شده کلزا

| تیمارها | وزن هزار دانه (گرم) | وزن خشک ساقه‌چه (گرم) | وزن خشک گیاهچه (گرم) | شاخص طولی بنیه گیاهچه | شاخص وزنی بنیه گیاهچه |
|---|---|---|---|---|---|
| آبیاری معمول | ۳/۶۲۴a | ۲/۲۱۲a | ۲/۸a | ۱۰۸۵a | ۲۶۴/۸۹a |
| تنش خشکی | ۳/۱۰۷b | ۱/۹۸۲b | ۲/۴۹۵b | ۱۰۵۰/۲b | ۲۲۷/۰۶b |

اعدادی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج درصد بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن می‌باشند.

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2024-03-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.2.6 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.1 ]

**جدول ۳**- مقایسه میانگین‌های تفاوت طول گیاهچه، وزن خشک ساقه‌چه، گیاهچه و شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه ژنوتیپ‌های بررسی شده کلزا

| ژنوتیپ | وزن هزار دانه (گرم) | طول گیاهچه (سانتی‌متر) | وزن خشک ساقه‌چه (گرم) | وزن خشک گیاهچه (گرم) | شاخص طولی بنیه گیاهچه | شاخص وزنی بنیه گیاهچه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| RGS003 | ۳/۳۹۴a | ۱۱/۷۷abc | ۲/۱۲۵bc | ۲/۶۳۸abc | ۱۰۷۳abcd | ۲۴۰/۲bc |
| ساریگل (Sarigol) | ۳/۲۱۰bc | ۱۱/۴۳a | ۱/۹۰۰c | ۲/۳۵۰c | ۱۱۳۷ab | ۲۱۵/۵d |
| Option500 | ۳/۴۴۶a | ۱۱/۴۸a | ۲/۰۷۵bc | ۲/۶۳۸abc | ۱۱۵۵a | ۲۴۳/۹bc |
| RGS006 | ۳/۰۸۲c | ۱۱/۹۳ab | ۲/۰۵۰bc | ۲/۶۱۲bc | ۱۱۰۶abc | ۲۴۱/۹bc |
| 19-H | ۳/۳۵۸ab | ۱۱/۲۳bcd | ۱/۸۷۵c | ۲/۳۶۲c | ۱۰۵۶bcd | ۲۲۲/۳cd |
| ORS 3150-3006 | ۳/۳۴۸ab | ۱۱/۰۵cd | ۲/۰۲۵ab | ۲/۶۰۰bc | ۱۰۳۰cd | ۲۴۲/۴bc |
| ORS 3150-3008 | ۳/۴۹۶a | ۱۰/۹۹cd | ۲/۲۱۳ab | ۲/۸۱۳ab | ۱۰۳۶cd | ۲۵۶/۱ab |
| RG4403 | ۳/۴۷۶a | ۱۰/۸۷d | ۲/۱۲۵bc | ۲/۶۷۵bc | ۱۰۰۲d | ۲۴۶/۴bc |
| RG405/03 | ۳/۴۳۰a | ۱۱/۲۷bcd | ۲/۲۰۰ab | ۲/۷۸۷ab | ۱۰۶۲bc | ۲۶۲/۳ab |
| RGAS0324 | ۳/۴۱۸a | ۱۱/۰۶cd | ۲/۳۸۸a | ۳/۰۰۰a | ۱۰۲۴cd | ۲۷۶/۶a |

اعدادی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج درصد بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن می‌باشند.

**جدول ۴**- مقایسه میانگین‌های اثرمتقابل تنش خشکی و ژنوتیپ برای برخی صفات مرتبط با جوانه‌زنی بذر و بنیه گیاهچه ژنوتیپ‌های بررسی شده کلزا

| سطوح تنش | ژنوتیپ | درصد جوانه‌زنی نهایی | متوسط زمان جوانه‌زنی (روز) | ضریب سرعت جوانه‌زنی | متوسط جوانه‌زنی روزانه (بذر در روز) | سرعت جوانه‌زنی روزانه (بذر در روز) | طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) | طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) | وزن خشک ریشه‌چه (گرم) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| آبیاری معمول | RGS003 | ۹۶/۲۵a | ۲/۶۷۴bcde | ۰/۳۷۴۸cdef | ۱۳/۹۳abc | ۰/۰۷۱۷۵bcd | ۷/۷۲۵abcde | ۳/۸۱۷abcde | ۰/۵۲۵bcde |
| | ساریگل (Sarigol) | ۹۶/۵a | ۲/۵۹۴de | ۰/۳۸۵۷cd | ۱۴/۰۴ab | ۰/۰۷۱۲۵cd | ۸/۷۸۵a | ۳/۶۴۸cde | ۰/۵۰۰۰cde |
| | Option500 | ۹۳/۲۵abc | ۲/۷۹۴ab | ۰/۳۵۸۰fg | ۱۳/۷۵abc | ۰/۰۷۲۵bcd | ۸/۴۹۷a | ۳/۸۰۸abcde | ۰/۷۰۰۰a |
| | RGS006 | ۹۳abc | ۲/۶۹۸bcde | ۰/۳۷۱۰def | ۱۴/۰۴ab | ۰/۰۷۱۲۵cd | ۸/۰۶abcd | ۴/۲۹۰a | ۰/۶۷۵۰ab |
| | 19-H | ۹۴/۷۵ab | ۲/۳۴۵g | ۰/۴۲۶۷a | ۱۳/۸۹abc | ۰/۰۷۲bcd | ۷/۹۳۲abcd | ۳/۲۵۷ef | ۰/۴۵۰۰de |
| | ORS 3150-3006 | ۹۲/۷۵abc | ۲/۳۹۶g | ۰/۴۱۷۵ ab | ۱۳/۸۲abc | ۰/۰۷۲۲۵bcd | ۷/۸۲abcde | ۳/۴۹۳cdef | ۰/۵۵۰۰abcde |
| | ORS 3150-3008 | ۹۴/۷۵ab | ۲/۴۶۵fg | ۰/۴۰۶۳b | ۱۴/۰۰ab | ۰/۰۷۱۲۵cd | ۷/۷۸۵abcde | ۳/۵۲۵cdef | ۰/۷۰۰۰a |
| | RG4403 | ۹۴/۲۵ab | g۲/۴۴۴ | ۰/۴۰۹۵ab | ۱۳/۸۶abc | ۰/۰۷۲bcd | ۸/۰۴abcd | ۳/۰۱۰f | ۰/۶۰۰۰abcd |
| | RG405/03 | ۹۴/۷۵ab | ۲/۳۴۷g | ۰/۴۲۶۲a | ۱۳/۹۶ abc | ۰/۰۷۱۵ cd | ۷/۳۲۷cde | ۳/۴۰۳def | ۰/۵۵۰۰abcde |
| | RGAS 0324 | ۹۶/۵a | ۲/۵۶۹ef | ۰/۳۸۹۵c | ۱۴/۱۱a | ۰/۰۷۰۷۵d | ۶/۷۷۵e | ۳/۷۰۷bcde | ۰/۶۲۵۰abc |
| تنش خشکی | RGS003 | ۸۶/۲۵e | ۲/۸۹۰a | ۰/۳۴۶۷g | ۱۳/۱۱e | ۰/۰۷۶۵abc | ۸/۰۲abcd | ۳/۹۸۰abc | ۰/۵۰۰۰cde |
| | ساریگل (Sarigol) | ۸۶/۵e | ۲/۸۰۶ab | ۰/۳۵۶۸fg | ۱۲/۸۶e | ۰/۰۷۷۷۵a | ۸/۵۱a | ۳/۹۲۳abcd | ۰/۴۰۰۰e |
| | Option500 | ۹۱/۷۵bcd | ۲/۸۸۹a | ۰/۳۴۶۲g | ۱۳/۶۴bc | ۰/۰۷۳abcd | ۸/۴۲۵ab | ۴/۲۳۰ab | ۰/۴۲۵۰e |
| | RGS006 | ۹۲/۲۵bcd | ۲/۸۷۶a | ۰/۳۴۷۸g | ۱۳/۵۴cd | ۰/۰۷۳۵abcd | ۷/۷۱۵abcde | ۳/۷۹۰abcde | ۰/۴۵۰۰de |
| | 19-H | ۹۳/۵abc | ۲/۸۶۱a | ۰/۳۴۹۵g | ۱۳/۷۵abc | ۰/۰۷۲۵bcd | ۷/۳۹۲bcde | ۳/۸۷۲abcd | ۰/۵۲۵۰bcde |
| | ORS3150-3006 | ۹۳/۷۵ab | ۲/۶۴۹cde | ۰/۳۷۸۰cde | ۱۳/۶۴bc | ۰/۰۷۳۵abcd | ۷/۳cde | ۳/۴۸۰cdef | ۰/۶۰۰۰abcd |
| | ORS3150-3008 | ۹۳/۷۵ab | ۲/۶۴۴cde | ۰/۳۷۸۳cde | ۱۳/۶۴bc | ۰/۰۷۳۵abcd | ۷/۰۹۲de | ۳/۵۷۵cde | ۰/۵۰۰۰cde |
| | RG4403 | ۹۰c | ۲/۷۰۶bcd | ۰/۳۶۹۵def | ۱۳/۱۸de | ۰/۰۷۵۷۵abcd | ۷/۰۵de | ۳/۶۴۲cde | ۰/۵۰۰۰cde |
| | RG405/03 | ۹۳/۷۵ab | ۲/۷۵۳abc | ۰/۳۶۳۷efg | ۱۳/۷۹abc | ۰/۰۷۲۵bcd | ۸/۲de | ۳/۶۰۰cde | ۰/۶۲۵۰abc |
| | RGAS 0324 | ۸۹/۲۵de | ۲/۷۵۴abc | ۰/۳۶۳۳efg | ۱۳/۰۰e | ۰/۰۷۷ab | ۸/۰۰۳abc | ۳/۶۳۵cde | ۰/۶۰۰۰abcd |

اعدادی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج درصد بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن می‌باشند.

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2024-03-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.2.6 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.1 ]

**نتیجه‌گیری**

با توجه به نتایج حاصل در شرایط این آزمایش، تفاوت پاسخ صفات جوانه‌زنی و بنیه بذر و گیاهچه مطالعه شده ژنوتیپ‌های بهاره کلزا مورد بررسی، تولید شده در شرایط بدون تنش و با اعمال تنش خشکی، نسبت به وقوع تنش خشکی آخر فصل مشخص گردید. همچنین ضمن توصیه به جلوگیری از بروز تنش خشکی در دوره گل‌دهی و رسیدگی در مزارع تولید بذر کلزا، به‌منظور دستیابی به بذرهایی برخوردار از بیشترین درصد جوانه‌زنی و بنیه بذر و گیاهچه، نظر به امکان بروز تنش رطوبتی آخر فصل در دوره گل‌دهی و رسیدگی در مزارع تولید بذر کلزای کشور، در صورت عدم امکان اجتناب از بروز تنش خشکی در این دوره برای گیاه مادری و مدیریت اثرات آن بر بذرهای تولیدی، توصیه می‌شود، تولید بذرهای ژنوتیپ‌هایی که صفات مرتبط با جوانه‌زنی بذر و بنیه گیاهچه آن‌ها کمتر تحت تأثیر منفی بروز تنش خشکی قرار می‌گیرند و از کیفیت نسبتاً مطلوبی تحت چنین شرایطی برخوردارند، مانند RGS006،H-19 و ORS3150-3006، در چنین شرایطی می‌تواند انجام پذیرد.

**منابع**

افشار، ح. ۱۳۸۶. بررسی اثر قارچ و باکتری‌های افزاینده رشد گیاه بر جوانه‌زنی و خصوصیات کیفی بذر گیاهان تنش دیده سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل. ۱۵۶ صفحه.

بی‌نام، ۱۳۸۹. فهرست ملی ارقام گیاهی ایران ۱۳۹۰(جلد یک-گیاهان زراعی). وزارت جهادکشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال. ۳۵۵ صفحه.

بی‌نام، ۱۳۹۴. آمارنامه کشاورزی، جلد اول-محصولات زراعی (سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲)، وزارت جهادکشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۱۶۹ صفحه.

خدابنده، ن. و جلیلیان، ع. ۱۳۷۶. بررسی اثر تنش خشکی در مراحل رشد زایشی بر جوانه‌زنی و قدرت بذر سویا. مجله علوم کشاورزی ایران، ۲۸(۱): ۱۷-۱۱.

خدامزاده، آ.ع. ۱۳۸۶. بررسی تأثیرات اکوفیزیولوژیکی تنش خشکی بر خصوصیات بذری و گیاه در ارقام و لاین سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد. واحد ورامین (پیشوا). ۱۰۹ صفحه.

راهنما، ع.آ. ۱۳۸۱. ارزیابی اولیه ارقام کلزا با استفاده از شاخص‌های تحمل به خشکی. نتایج تحقیقات به زراعی کلزا. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. بخش تحقیقات دانه‌های روغنی. ۹۸ صفحه.

مهدی‌زاده، آ.م. ۱۳۸۷. بررسی اثرات تنش رطوبتی به روی خصوصیات کمی و کیفی بذور کلزا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین (پیشوا). ۱۶۹ صفحه.

Abdul-Baki, A.A., and Anderson, J.D. 1973. Vigour determination in soybean by multiple criteria. Crop Science, 13(6): 630-633.

Anonymous. 2003. Handbook for seedling evaluation (3rd. ed.). International Seed Testing Association (ISTA). Zurich, Switzerland.

Anonymous. 2014. Long term Alborz province weather almanac. Alborz province meteorology office scientific gazette.

Anonymous. 2015a. International rules for seed testing. International seed testing association (ISTA), Zurich, Switzerland.

Anonymous. 2015b. FAO statistical yearbook, world food and agriculture Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2024-03-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.2.6 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.1 ]

Bettey, M., and Finch-Savage, W.E. 1998. Stress protein content of mature *Brassica* seed and their germination performance. Seed Science Research, 8(3): 347- 355.

Blum, A. 2005. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential—are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? Crop and Pasture Science, 56(11): 1159–1168.

Boyer, J.S. 1996. Advances in drought tolerance in plants. Advances in Agronomy, 56: 187-219.

Carter Jr, J.E., and Patterson, R.P. 1985. Use of relative water content as a selection tool for drought tolerance in soybean. In Fide Agron abstract 77th Annu Meeting. 77.

Champolivier, I., and Merrien, A. 1996. Effects of water stress applied at different growth stages to *Brassica napus* L. Var. oleifera on yield, yield components and seed quality. European Journal of Agronomy, 5(3): 153-160.

Ghassemi-Golezani, K., and Ghassemi, S. 2013. Effects of water supply on seed development and quality of chickpea cultivars. Plant Breeding and Seed Science, 67(1): 37-44

Ghassemi-Golezani, K., Lotfi, R., and Norouzi, M. 2012. Seed quality of soybean cultivars affected by pod position and water stress at reproductive stages. International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences, 2(2): 119-125.

Gibbs, W.J. 1975. Drought-its definition, delineation and effects. In Drought. Lectures presented at the twenty-sixth session of the WMO Executive Committee. WMO. 1-39

Hampton, J.G., Johnstone, K.A., and Eua_Umpon, V. 1992. Bulk conductivity test variables for mungbean, soybean and French bean seed lots. Seed Science and Technology, 20: 677-686.

Hobbs, E.H., and Muendel, H.H. 1983.Water requirements of irrigated soybeans in southern Alberta. Canadian Journal of Plant Science, 63(4): 855-860.

Jasinska, Z., Kotecki, A., Malarz, W., Musnicki, C., Jodlowski, M., Budzynski, W., ... and Sikora, B. 1988. influence of sowing dates and sowing rates on the development and yield of winter rape varieties. In 7th International Rapeseed Congress/convened under the patronage of Stanislaw Zieba; by the Plant Breeding and Acclimatization Institute under the auspices of the Group Consultatif International de Recherche sur le Colza. Poznan. Panstwowe Wydawnictwo Rolnicze i Lesne.

Kimber, D.S., and McGregor, D.I. 1995. *Brassica* Oilseeds: production and utilization. CAB International. 62-92.

Leprince, O., and Buitink, J. 2010. Desiccation tolerance: from genomics to the field. Plant Science, 179(6): 554–564.

Makawi, M., Balla, M.E.L., Bishaw, Z., and Van Gastel, A.J.G. 1999. The relationship between seed vigor test and field emergence in lentil (*Lens culinaris*). Seed Science and Technoogy,. 27(2): 657-667.

McDonald, M., and Copeland, L. 1997. Seed production, Principle and Practices. Chapman and Hall Press, U.S.A, 210 p.

Mendham, H.J., and Salisbury, P.A. 1995. Physiology: crop development, growth and yield,

Ranal, M.A., and Santana, D.G.D. 2006. How and why to measure the germination process?. Brazilian Journal of Botany, 29(1): 1-11.

Richards, R.A. 1978. Variation between and within species of rapeseed (*Brassica campestris* and *B. napus*) in response to drought stress III. Physiological and physicochemical characters. Crop and Pasture Science, 29(3): 491-501.

Ritchie, S.W., Nguyen, H.T., and Holaday, A.S. 1990. Leaf water content and gas-exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science, 30(1): 105-111.

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2024-03-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.2.6 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.1 ]

Savan, Z.M., Gregg, B.R., and Yousef, S.E. 1999. Effect of phosphorus, zinc and calcium on cotton seed yield, viability and seedling vigor. Seed Science and Technology, 27(1): 329-337.

Sekia, N., and Yano, K. 2002. Water acquisition from rainfall and ground water by legume developing deep rooting systems determined with stable hydrogen isotope composition of xylem waters. Field Crops Research, 78(2): 133–139.

Shirany Rad, A.H., Abbasian, A., and Aminpanah, H. 2014. Seed and oil yields of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars under irrigated and non-irrigated conditions. The Journal of Animal and Plant Sciences, 24: 204-210.

Sylvester-Bradley, R., and Makepeace, R.J. 1984. Code for Stages of development in oilseed rape (*Brassica napus* L.). Aspects of Applied Biology, 6: 399-419.

Thomas, P. 1984. Canola growers manual. The Council of Canada publication Winnipeg. Canada.

Van Gastel, A.J.G., Pagnotta, M.A., and Porceddu, E. 1996. Seed Science and Technology. 311 P.

Vieira, R.D., Tekrony, D.M., and Egli, D.B. 1992. Effect of drought and defoliation stress in the field of soybean seed germination and vigor. Crop Science, 32(2): 471-475.

Zhang, X., Lu, G., Long, W., Zou, X., Li, F., and Nishio, T. 2014. Recent progress in drought and salt tolerance studies in *Brassica* crops. Breeding Science, 64(1): 60–73.

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2024-03-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.2.6 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.1 ]

Iranian Journal of Seed Research, Vol: 2(2), 2016

# Effect of Drought Stress and Normal Irrigation During Flowering to Maturity of 10 Spring Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) Genotypes Seed Germination

**Hossein Reza Badrooj[1], Aidin Hamidi[2, *], Amir Hossein Shirany Rad[3]**

[1] *Graduated Agronomy M.Sc. Student of Takestan Islamic Azad University, Takestan, Iran*
[2] *Researcher, Assistant Professor of Seed and Plant Certification and Registration Institute Research* (*SPCRI*)*, Karaj, Iran*
[3] *Researcher Professor of Seed and Plant Improvement Institute* (*SPCRI*)*, Karaj, Iran*
[*]Corresponding author, E-mail address: a.hamidi@spcri.ir

(Received: 2014.11.09 ; Accepted: 2015.06.23)

## Abstract

In order to study of drought stress and normal irrigation effect on seed germination and seedling vigor of 10 oilseed rape spring genotypes, RGS003, Sarigol, Option 500, RGS006, 19_H, ORS3150-3006, ORS3150-3008, RG4403, RG405/03 and RGAS0324, an experiment was conducted as factorial, based on a completely randomized design with four replications, in the seed analysis laboratory of Seed and Plant Certification and Registration Institution at Karaj during 2013. Results indicated that RG4403 genotype by 3.498 gr and RGS006 genotype by 3.082 gr had the highest and lowest one thousand seeds weight respectively. Seeds of Sarigol, Option500 and RGS006 genotype, respectively, by normal irrigation and drought stress, had the most primary root, shoot and seedling length and seeds of ORS3150-3008 and RGAS0324 genotypes by normal irrigation respectively had the most primary root and seedling and primary shoot and seedling dry weight. Seeds of Sarigol and RGAS0324 genotypes by normal irrigation had the most final germination percent. The most mean germination time, coefficient of velocity of germination and mean daily germination, also respectively belonged to seeds of RGS003genotype by drought stress and19-H and RGAS0324 genotypes by normal irrigation. Besides, Sarigol and RGAS0324 had the most length and weight vigor indices. Generally, results showed that drought stress at flowering and maturity duration caused decrease of study genotypes seed quality, but under that conditions, some genotypes like RGS006, 19-H and ORS3150-3006 seed had relatively optimum germination quality and seedling vigor traits.

***Keywords: Seedling vigor, Rape seed setting, Flowering***

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.2.6 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.1 ]