نشریه پژوهش های کاربردی زراعی
دوره۳۲- شماره ٤- پیاپند ۱۲۵ زمستان ۹۸
Archive of SID

بررسی واکنش برخی ژنوتیپ های کلزا به تنش خشکی

Study on response of some oilseed rape genotypes to drought stress

اسداله زارعی سیاه بیدی[1*]، عباس رضایی زاد[2]

۱. استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران. ، (نگارنده مسئول)
۲. دانشیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه ایران.

تاریخ دریافت:۱۳۹٦/۱۲/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۱۲ - شناسانهٔ برنمود رقمی: 10.22092/aj.2019.121181.1266

چکیده

زارعی سیاه بیدی، ا.،رضایی زاد، ع.، . بررسی واکنش برخی ژنوتیپ های کلزا به تنش خشکی
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۲ - شماره ٤- پیاپند ۱۲۵ زمستان ۹۸ صفحه: ۷۵-۵۹

بمنظور شناسایی ارقام متحمل به خشکی آخر فصل تعداد ۱۳ ژنوتیپ کلزا شامل کرج۱، کرج۲، کرج۳، طلایه، زرفام، اوکاپی، لیکورد، اس.ال.ام.٠٤٦.، مودنا، دابل یو. پی.ان.٥ ، اپرا، دابل یو. پی.ان.۲ و جی.کا.اچ.۳۰٥ به‌صورت دو آزمایش جداگانه در شرایط نرمال و تنش خشکی آخر فصل (قطع آبیاری از پنجاه درصد گلدهی) در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام‌آباد غرب از مهر ۱۳۹۱ به مدت دو سال زراعی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر تنش خشکی آخر فصل بر همه صفات به‌جز درصد روغن دانه، تعداد شاخه های فرعی و وزن هزار دانه معنی دار بود. عملکرد دانه در اثر تنش خشکی به میزان ۲۰ درصد کاهش یافت به‌طوری‌که میانگین عملکرد دانه ارقام کلزا در شرایط آبیاری کامل ٤٥٨٦ کیلوگرم در هکتار و در شرایط تنش ۳۷۳٦ کیلوگرم در هکتار بود، این کاهش حاصل تأثیرپذیری اجزای عملکرد دانه یعنی تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین از تنش خشکی بود. بیشترین عملکرد دانه در شرایط آبیاری کامل و تنش خشکی متعلق به ژنوتیپ جی.کا.اچ.۳۰٥ به ترتیب با ٥۲۳۰ و ۳۹٤۱ کیلوگرم در هکتار بود. نمودار دوبعدی حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد ژنوتیپ های جی.کا. اچ.۳۰٥، زرفام و دابل یو. پی.ان.٥ دارای پتانسیل عملکرد بالایی هستند، ضمناً متحمل به تنش خشکی نیز هستند. در این مطالعه ژنوتیپ های شناخته‌شده لیکورد، طلایه و اس.ال.ام.٠٤٦. نسبت به سایر ژنوتیپ ها در هر دو شرایط از میانگین عملکرد کمتری برخوردار بودند.

واژه های کلیدی: کلزا، شاخص‌های تحمل، درصد روغن، عملکرد دانه

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: Email: azareei46@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تنش های محیطی مهم ترین عوامل کاهش‌دهنده عملکرد محصولات کشاورزی در سطح جهان هستند و در این بین خشک‌سالی و تنش حاصل از آن یکی از رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را با محدودیت روبرو ساخته و بازده استفاده از مناطق خشک و دیم را کاهش داده است. درزمینه تنش‌های خشکی آزمایش‌های زیادی در دنیا انجام گرفته است ولی در اکثر موارد اثر متقابل شدید محیط و ژنوتیپ انتخاب ارقام مقاوم به خشکی را مشکل کرده است. اصلاح ارقام کلزای متحمل به خشکی نیز یکی از اولویت‌های تحقیقاتی کشور است. اثر تنش خشکی روی گیاه تابع ژنوتیپ، طول دوره خشکی، شرایط آب و هوایی و مرحله رشد گیاه هست (Roa & Mandham, 1991). زمان وقوع تنش خشکی مهم تر از شدت تنش خشکی می‌باشد (Kazi *et al*., 2002). گیاه کلزا که همانند گندم در هر دو شرایط آبی و دیم کشت می شود عموماً در مراحلی از چرخه زندگی خود تنش خشکی را تجربه می‌کند. در اراضی آبی و مناطقی که در آن‌ها از آب‌های سطحی برای آبیاری استفاده می شود در اواخر فصل رشد به دلیل کاهش بارندگی و همچنین استفاده از منابع آبی برای زراعت های پرسود بهاره در میزان آب افت شدیدی ایجاد می شود. درنتیجه فواصل بین آبیاری طولانی شده و گیاه در دوره بحرانی رشد یعنی مرحله پر شدن دانه با تنش آبی مواجه می شود. بر اساس برخی مطالعات حساس ترین زمان برای آبیاری، مرحله گلدهی و اوایل خورجین بندی است (Richard, 1978; Richard & Thrling, 1978; Richard & Thrling, 1979 a; Richard & Thrling, 1979 b; Pouzet, 1995; Aown Sammar Raza *et al.,* 2017).

بر اساس منابع علمی موجود، تنوع ژنتیکی از حیث عملکرد و اجزای آن در بین و درون گونه های براسیکا برای تنش خشکی وجود دارد (Richard, 1978; Richard & Thrling, 1978; Richard & Thrling, 1979 a; Richard & Thrling, 1979 b). نتایج تحقیقات تنش رطوبتی درکلزا نشان داد، تنش خشکی در زمان پر شدن دانه بیشترین تأثیر منفی را بر روی عملکرد دارد(Jensen *et al.,* 1996). برای اصلاح ژنوتیپ های مقاوم به خشکی گونه های براسیکا، صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه و تعداد شاخه های فرعی باید مدنظر قرار گیرند (Sing, 1989).

نتایج مطالعه محققین نشان داد که تنش خشکی در مرحله زایشی باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه می‌شود. با این‌حال تأثیر منفی تنش خشکی بر عمکرد دانه کمتر از تأخیر در کاشت بود (Delkhosh *et al* ۲۰۱۲,.). در بررسی اثرات تنش در مراحل مختلف رشد کلزا مشخص شد که تیمار دیم کامل و تنش در مرحله رسیدگی به ترتیب بیشترین و کمترین اثر را بر کاهش عملکرد دانه داشت درحالی‌که بیشترین حساسیت کلزا مربوط به تنش در بین دو مرحله رشد رویشی مجدد و شروع گلدهی بود (Honar *et al*., 2013). نتایج مطالعه در تبریز نشان داد که ژنوتیپ های اوکاپی و اس.ال. ام.۰۴۶ برای نواحی با تنش خشکی آخر فصل

www.SID.ir

Archive of SID

مناسب هستند (Paseban Eslam, 2009).

هم‌اکنون بیشترین سطح زیر کشت کلزا در کشور متعلق به استان‌های شمالی کشور است که به دلیل وجود رطوبت و بارندگی‌های کافی در این مناطق است. بااین‌حال مناطق سرد و معتدل سرد کشور همانند استان کرمانشاه پتانسیل مناسبی برای توسعه زراعت کلزا دارند. در این مناطق یکی از مشکلات اصلی زراعت کلزا عدم وقوع بارندگی‌های مناسب در مرحله گلدهی کلزا و بعدازآن است. در این مناطق کشاورزان کلزا کار که علاوه بر کلزا اقدام به کشت ذرت یا گندم می نمایند در فصل بهار در اردیبهشت‌ماه، از آبیاری کلزا صرف‌نظر نموده و به آبیاری گندم و ذرت می‌پردازند و قطع آبیاری کلزا در زمان گلدهی و دانه بندی باعث ایجاد تنش و کاهش محصول کلزا می گردد. بنابراین شناسایی ژنوتیپ های متحمل به تنش خشکی آخر فصل در کلزا از اهمیت زیادی برخوردار است. در مطالعه حاضر سعی شده علاوه بر بررسی اثرات تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا، متحمل ترین ژنویپ ها به تنش خشکی آخر فصل شناسایی شوند.

مواد و روش ها

مطالعه حاضر به‌منظور شناسایی ژنوتیپ های متحمل به تنش خشکی آخر فصل در کلزا از شهریور ۱۳۹۱ به مدت دو سال زراعی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام‌آباد غرب بین دو عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و۸ دقیقه شرقی و ۴۷ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی در دامنه سلسله جبال زاگرس با ارتفاع ۱۳۴۶ متر از سطح دریا، متوسط بارندگی سالانه۵۳۸ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالانه۱۳+ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت.

۱۳ ژنوتیپ کلزا شامل کرج۱، کرج۲، کرج۳ ،طلایه، زرفام، اوکاپی، لیکورد، اس.ال. ام.۰۴۶، مودنا، اپرا، دابل یو. پی.ان.۵، دابل یو. پی.ان.۲ و جی.کا.اچ.۳۰۵ در دو شرایط نرمال (آبیاری کامل) و تنش خشکی (قطع آبیاری از ۵۰ درصد گلدهی) به‌صورت دو آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان بارندگی در ایستگاه تحقیقاتی اسلام آباد غرب در فروردین، اردیبهشت و خرداد ۱۳۹۲ به ترتیب برابر با ۶/۴، ۴۹/۵ و ۰/۳ و در سال ۱۳۹۳ برابر با ۴۲/۲، ۲۵ و ۳/۷ میلی متر بود. در شرایط نرمال در هر دو سال اجرای آزمایش، بعد از گلدهی سه بار آبیاری به روش تحت فشار کلاسیک ثابت انجام شد. تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی ژنوتیپ های مورد بررسی در دامنه زمانی ۲۵-۲۰ فروردین رخ داد. بذرکاری به‌صورت کاشت در ردیف های ۲۵ سانتیمتری روی پشته‌های از قبل آماده‌شده انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل ۴ خط کاشت به طول ۵ متر و مساحت ۵ مترمربع بود. آبیاری تا مرحله گلدهی انجام و سپس در تیمارهای موردنظر قطع آبیاری در مرحله گلدهی انجام شد. برای مبارزه با شته مومی از آفت‌کش سیستمیک متاسیستوکس(۱ لیتر در هکتار) استفاده شد. برای کنترل علف های هرز باریک برگ از علف‌کش گالانت سوپر استفاده شد و علف های هرز پهن برگ نیز به‌صورت وجین دستی کنترل شد. در طول فصل زراعی از صفاتی مانند

www.SID.ir

Archive of SID

شروع و خاتمه گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه های جانبی، تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین یادداشت‌برداری شد. پس از برداشت کرت و حذف نیم متر از دو انتهای آن، وزن هزار دانه و عملکرد دانه نیز تعیین گردید. برای اندازه گیری درصد روغن از روش تشدید مغناطیسی هسته ای(NMR) استفاده شد.

برای ارزیابی ژنوتیپ ها ازنظر تحمل به خشکی شاخص های ذیل محاسبه شدند:

۱-تحمل $TOL = Yp - Ys$ که در آن Yp عملکرد ژنوتیپ در شرایط عادی و Ys عملکرد ژنوتیپ در شرایط تنش است.

۲- میانگین بهره وری حسابی $Mp = (Yp + Ys)/2$

۳- میانگین بهره وری هندسی $GMP = \sqrt{Yp \times Ys}$

۴- میانگین هارمونیک $HARM = \frac{2(Yp \times Ys)}{Yp + Ys}$

۵- شاخص تحمل تنش

$STI = (Yp \times Ys)/(\bar{Y}p)^2$ (Fernandez, 1992).

۶- شاخص حساسیت به تنش $SSI = 1 - (Ys/Yp)/D$ که در آن D (شدت تنش)

از رابطه $D = 1 - (\bar{Y}s/\bar{Y}p)$ محاسبه می‌شود. $\bar{Y}p$ و $\bar{Y}s$ میانگین عملکرد همه ژنوتیپ ها به ترتیب در شرایط آبیاری و تنش است (Fisher & Maurer, 1978).

از نرم‌افزار SAS برای تجزیه واریانس داده ها و از نرم‌افزارهای Minitab و SPSS برای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و رسم بای پلات استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تأثیر تنش خشکی بر همه صفات مورد ارزیابی به‌استثنای وزن هزار دانه، تعداد شاخه‌های فرعی و درصد روغن دانه معنی دار بود. از طرفی اثر متقابل ژنوتیپ و تنش خشکی برای درصد روغن دانه، عملکرد دانه، تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین معنی‌دار بود (جدول۱).

نتایج نشان داد که بیشترین درصد تغییرات در اثر تنش خشکی مربوط به تعداد خورجین در بوته بود به‌طوری‌که میانگین این صفت در ژنوتیپ های مورد بررسی در شرایط تنش خشکی ۳۶ درصد کمتر از شرایط آبیاری نرمال بود(جدول۲). به نظر می رسد کاهش تعداد خورجین در بوته در شرایط تنش خشکی حاصل سقط گل ها، ریزش خورجین و کاهش تعداد شاخه‌های فرعی باشد. در مطالعه دیگری گزارش شد کاهش تعداد خورجین در بوته و دانه در خورجین در شرایط تنش خشکی در مرحله گلدهی باعث کاهش معنی دار عملکرد دانه می شود (Ghasemyan Ardestani *et al*., 2011; Din *et al,* 2011). بنابراین گلدهی و مراحل اولیه نمو خورجین ها، از مراحل ضروری کلزا برای آبیاری بوده و در صورت عدم تأمین آب کافی در این مرحله، تعداد خورجین در واحد سطح کاهش معنی‌داری خواهد یافت (Pasban Eslam *et al*., 2000). صفت تعداد خورجین در بوته در هر دو شرایط تنش خشکی و نرمال می تواند به‌عنوان صفتی مناسب برای انتخاب غیرمستقیم در جهت بهبود عملکرد دانه کلزا در نظر گرفته شود (Jaafarzade Ghahdarijani *et al*., 2015). در مطالعه دیگری نیز با بررسی روابط بین عملکرد و اجزای عملکرد در

www.SID.ir

Archive of SID

ژنوتیپ های کلزا گزارش گردید که صفت تعداد خورجین در بوته بهترین شاخص انتخاب غیرمستقیم به‌منظور بهبود ژنتیکی عملکرد دانه است (Algan & Aygun, 2001). معنی‌دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ و تیمار تنش برای عملکرد و اجزای عملکرد نشان داد که ژنوتیپ های کلزا نسبت به شرایط تنش واکنش متفاوتی از خود نشان داده‌اند. ژنوتیپ های مودنا و دابلیو. پی. ان.۵ در شرایط نرمال به ترتیب با ۲۰۱/۸ و ۲۰۰/۲ دارای بیشترین تعداد خورجین در بوته بودند و در شرایط تنش دابلیو. پی. ان.۵ و کرج۱ هر دو با ۱۸۳ دارای بیشترین تعداد خورجین در بوته بودند(جدول۳).

نتایج نشان داد که میانگین تعداد دانه در خورجین در ژنوتیپ های موردبررسی کلزا به‌عنوان یکی دیگر از اجزای مهم عملکرد دانه کلزا ۱۴ درصد کاهش یافت (جدول۲). تعداد دانه در خورجین نهایتاً منجر به کاهش تعداد دانه در بوته شده و این جزء عملکرد نقش مهمی در تعیین عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی ایفا می کند. در برخی مطالعات نیز از تعداد دانه در بوته به‌عنوان حساس ترین جزء عملکرد دانه کلزا اشاره شده است (Clark & Simpson, 1978; Richards & Thurling, 1978). در مطالعه دیگری مشخص شد که تنش خشکی در مرحله گلدهی باعث کاهش معنی‌دار تعداد دانه در خورجین می گردد (Zabet *et al*., 2016). با این‌حال در برخی بررسی های تحقیقاتی گزارش شد که تنش خشکی در مرحله گلدهی تأثیری بر تعداد دانه در خورجین ندارد (Sinaki *et al*., 2017; Khani *et al*., 2018). بیشترین تعداد دانه در خورجین در شرایط نرمال متعلق به دابلیو. پی ان. ۲ ، لیکورد و کرج ۱ به ترتیب با ۲۹، ۲۸/۵ و ۲۷/۹ بود و در شرایط تنش دابلیو. پی ان. ۲ ، جی. کا. اچ. ۳۰۵ و کرج ۲ به ترتیب با ۲۶/۸، ۲۶/۴ و ۲۶/۱ دارای بیشترین تعداد دانه در خورجین بودند(جدول۳).

هرچند وزن هزار دانه به میزان ۸ درصد در اثر تنش خشکی کاهش پیدا کرد اما این عدد معنی دار نبود و به نظر می رسد نوعی پاسخ جبرانی در تقابل با کاهش شدید تعداد دانه در بوته وجود داشته است به‌طوری‌که بوته‌های کلزا با کاهش تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین سعی کرده‌اند وزن هزار دانه خود را حفظ نمایند. در مطالعات دیگری نیز به این نکته اشاره شده است، اما بااین‌حال درصورتی‌که تنش خشکی در مراحل انتهایی دوره پر شدن دانه رخ دهد امکان پاسخ جبرانی وجود نداشته و وزن هزار دانه تحت تأثیر تنش خشکی به‌صورت معنی‌داری کاهش می یابد (Ahmadi & Bahrami, 2009; Shampolivier & Merrien, 1996). بااین‌حال در برخی مطالعات به کاهش وزن هزار دانه کلزا در اثر تنش خشکی در مرحله گلدهی اشاره شده است (Zabet *et al*., 2016; Khani *et al*., 2018). با توجه به عدم معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ و تیمار تنش برای وزن هزار دانه میانگین وزن هزار دانه ژنوتیپ ها در دو شرایط تنش و نرمال در نظر گرفته شد و نتایج نشان داد که کرج۱، کرج۳، کرج۲، دابلیو.پی.ان۵ و دابلیو.پی.ان۲ به ترتیب با ۳/۸، ۳/۶۵، ۳/۶۲، ۳/۵۹ و ۳/۵۵ گرم دارای بیشترین وزن هزار دانه بودند (جدول ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش ۲۵ درصدی عملکرد دانه شد به‌طوری که میانگین عملکرد ارقام در شرایط آبیاری کامل از ۴۵۸۶ به ۳۴۲۸ کیلوگرم در هکتار در شرایط قطع آب از مرحله گلدهی کاهش یافت. با توجه به اینکه عملکرد کلزا تابع تراکم، تعداد خورجین در گیاه، تعداد دانه در خورجین و وزن دانه ها است (Angadi, 2003)، بنابراین کاهش عملکرد دانه در اثر تنش خشکی در این مطالعه قابل پیش‌بینی بود. در مطالعه دیگری مشاهده شد که با قطع آبیاری از مرحله ساقه رفتن، عملکرد دانه از ۴۱۳۷ کیلوگرم در هکتار در شرایط نرمال به ۳۱۸۵ کیلوگرم در هکتار در شرایط تنش کاسته نشان داد (Shirani Rad, 2012). همچنین در بررسی دیگری مشخص شد که قطع آبیاری در مرحله گلدهی باعث کاهش ۱۵ درصدی عملکرد دانه شد (Rezaizad *et al*., 2011). در مطالعه دیگری گزارش شد که قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد و گلدهی به بعد به ترتیب موجب کاهش ۳۳ و ۵۸ درصدی عملکرد دانه می گردد (Ghasemi Ardestani *et al*., 2019). نتایج نشان داد که در شرایط نرمال ژنوتیپ های جی.کا.اچ. ۳۰۵، کرج۱، مودنا و دابلیو.پی.ان۵ به ترتیب با ۵۲۳۰، ۵۱۲۳، ۵۱۰۷ و ۵۰۱۹ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه بودند. نتایج نشان می‌دهد که حداقل یکی از اجزای عملکرد این ژنوتیپ ها از مقادیر بالایی برخوردار است و سبب افزایش عملکرد دانه گردیده است. کرج ۱ که از عملکرد مناسبی در شرایط نرمال بود به سبب دارا بودن پتانسیل عملکرد مناسب و پایدار تحت نام احمدی در سال ۱۳۹۳ به‌عنوان رقم جدید کلزا نام‌گذاری شد. در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ های جی.کا.اچ. ۳۰۵، زرفام و دابلیو.پی.ان۵ به ترتیب با ۳۹۴۱، ۳۵۷۱ و ۳۵۴۵ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه بودند. علی‌رغم معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ و تیمار تنش، نتایج نشان داد که ژنوتیپ هایی که از عملکرد بالایی در شرایط نرمال برخوردار بودند معمولاً در شرایط تنش نیز از عملکرد بالایی برخوردار هستند(جدول ۳).

پس از تعداد خورجین در بوته و عملکرد دانه، شاخص برداشت تحت تأثیر تنش خشکی به میزان ۲۴ درصد کاهش یافت. در پژوهش دیگری تعیین شد، تنش خشکی در مرحله گلدهی باعث کاهش معنی‌دار شاخص برداشت می گردد (Ahmadi *et al.,* 2015). اما در پژوهش دیگری مشخص شد که اثر تنش خشکی بر شاخص برداشت معنی‌دار نیست (Zabet *et al*., 2016). با توجه به عدم معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ و تیمار تنش برای شاخص برداشت، میانگین شاخص برداشت ژنوتیپ ها در دو شرایط تنش و نرمال در نظر گرفته شد و بر این اساس نتایج نشان داد که ژنوتیپ های کرج۱، کرج۲، کرج۳، دابلیو.پی.ان۵ و جی.کا.اچ. ۳۰۵ به ترتیب با ۳۱/۹، ۲۷/۸، ۲۷/۴، ۲۷/۳ و ۲۷/۱ درصد دارای بیشترین شاخص برداشت بودند. این نتایج نشان داد که معمولاً ژنوتیپ هایی که از عملکرد دانه بالایی برخوردارند دارای شاخص برداشت بیشتری نیز بودند(جدول ۳).

نتایج نشان داد که در مطالعه حاضر درصد روغن دانه تحت تاثیر تنش خشکی قرار نگرفت به طوری که درصد روغن دانه در شرایط آبیاری

www.SID.ir

Archive of SID

کامل و تنش خشکی به ترتیب ۴۴,۶ و ۴۴,۵ درصد بود. در خصوص تاثیر تنش خشکی بر درصد روغن دانه نتایج مختلفی ارائه شده است. برای مثال در مطالعه دیگری تاثیر تنش خشکی آخر فصل بر درصد روغن دانه معنی دار نبوده است (Pasban Eslam *et al*., 2012). در مطالعه دیگری در خصوص اثر همزمان اثر تنش خشکی و درجه حرارت بالا بر خصوصیات زراعی کلزا گزارش شد که میزان روغن دانه در شرایط تنش خشکی تحت تاثیر قرار نگرفت، اما زمانی که تنش خشکی به همراه درجه حرارات بالا حادث شود، میزان روغن دانه به صورت معنی داری کاهش نشان داد. با این حال در برخی از مطالعات نیز به تاثیر تنش خشکی بر درصد روغن دانه کلزا اشاره شده است (Elferjani & Soolanayakanahally, ۲۰۱۸).

ارزیابی ژنوتیپ ها ازنظر تحمل به خشکی

نتایج نشان داد که در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی، بیشترین عملکرد دانه متعلق به رقم جی.کا.اچ.۳۰۵ به ترتیب با ۵۲۳۰ و ۳۹۴۱ کیلوگرم در هکتار بود(جدول۳).

در شرایط نرمال پس از جی.کا.اچ.۳۰۵، ارقام کرج۳، مودنا، کرج ۱ و دابلیو.پی.ان.۵ با عملکرد دانه بالاتر از ۵ تن در هکتار بیشترین عملکرد را در شرایط آبیاری کامل داشتند و در شرایط تنش نیز زرفام و دابلیو.پی.ان.۵ به ترتیب با ۳۵۷۱ و ۳۵۴۵ کیلوگرم در هکتار از عملکرد مناسبی برخوردار بودند. این نتایج نشان داد که ژنوتیپ جی.کا.اچ.۳۰۵ در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی از پتانسیل عملکرد خوبی برخوردار است. نتایج نشان داد که جی.کا.اچ.۳۰۵ در هر دو شرایط از میانگین تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین بالایی برخوردار بود. از طرفی رقم ایرانی زرفام نیز نشان داد که در مقابل شرایط نامناسب محیطی مثل تنش خشکی تحمل خوبی دارد و نسبت به سایر ژنوتیپ ها از عملکرد مناسبی در شرایط تنش خشکی برخوردار بود.

نتایج همبستگی بین شاخص‌های تحمل به خشکی نشان داد (جدول۵) که همه شاخص های اندازه گیری شده به‌استثنای عملکرد در شرایط تنش خشکی دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه در شرایط نرمال هستند درحالی‌که شاخص‌های میانگین حسابی، شاخص تحمل تنش و میانگین هندسی دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی بودند و همبستگی شاخص‌های حساسیت به تنش و تحمل با عملکرد در شرایط تنش غیر معنی دار بود.

نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس تمام شاخص های اندازه‌گیری شده نشان داد که دومولفه اول بیش از ۹۹ درصد تنوع داده ها را توجیه کردند (جدول ۶). معمولاً در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی که بر اساس شاخص های تحمل به خشکی انجام می گیرد دو مؤلفه اصلی اول به دلیل همبستگی بالای شاخص‌های تحمل به خشکی با یکدیگر درصد بسیار بالایی از تنوع داده ها توجیه می‌کنند. در راستا گزارش شد که دو مؤلفه اصلی اول در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ۲۸ رقم کلزا و بر اساس شاخص های تحمل به خشکی محاسبه شده بود، حدود ۹۹ درصد تنوع داده‌ها را توجیه نمود. در مؤلفه اول شاخص‌های

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد دانه در شرایط نرمال، میانگین هندسی و شاخص تحمل تنش دارای بیشترین وزن بودند. در واقع بر اساس مؤلفه اول می‌توان ژنوتیپ های دارای پتانسیل عملکرد بالا و همچنین تا حدودی متحمل به تنش خشکی را شناسایی نمود. در حالی‌که در مؤلفه دوم شاخص های حساسیت به تنش و تحمل دارای بیشترین وزن بودند و بر اساس این مؤلفه می‌توان ژنوتیپ هایی که از حساسیت به تنش کمتری برخوردار هستند را شناسایی کرد (Majidi *et al., 2014*). نمودار دو بعدی رسم شده حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد، ژنوتیپ های جی.کا. اچ.۳۰۵، دابلیو.پی.ان.۵ و زرفام در منطقه A قرار گرفتند. این ژنوتیپ ها نشان دادند که از پتانسیل عملکرد بالایی برخوردار هستند ضمناً در شرایط تنش نیز عملکرد خوبی داشتند. از بین ژنوتیپ های فوق تنها رقم زرفام ایرانی است و دو ژنوتیپ دیگر از مواد ژنتیکی وارداتی از سایر کشورها است. نتایج نشان داد که ژنوتیپ های اوکاپی، مودنا، کرج ۱ و کرج ۳ در منطقه B قرار گرفتند. این ژنوتیپ ها از پتانسیل عملکرد خوبی برخوردار بودند در عین‌حال کاهش عملکرد آن‌ها از در شرایط تنش معنی دار بوده و به عبارتی تنها از پتانسیل عملکرد خوبی برخوردار بودند. ژنوتیپ های کرج ۱ و کرج ۲ ژنوتیپهای امیدبخش موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر هستند که کاندید معرفی به‌عنوان ارقام جدید هستند. ژنوتیپ های اوکاپی و مودنا نیز از ارقام شناخته شده کلزا هستند که در مناطق سرد و معتدل سرد کشت می‌شوند. ژنوتیپ های اپرا، کرج ۲ و دابلیو.پی.ان.۳ در منطقه C نمودار دوبعدی قرار گرفتند. کرج ۲ همانند کرج ۱ و کرج ۳ کاندید معرفی به‌عنوان رقم جدید است. اپرا هم یک رقم شناخته‌شده سوئدی است که در مناطق سرد و معتدل سرد کشور کشت می‌شود و دابلیو.پی.ان.۳ از مواد ژنتیکی وارداتی می‌باشد. این ژنوتیپها تنها در شرایط تنش از عملکرد مناسبی برخوردار بودند. ژنوتیپ های شناخته شده و قدیمی طلایه، لیکورد و اس.ال.ام.۰۴۶ در منطقه D از نمودار دوبعدی قرار گرفتند. این ژنوتیپ ها درهر دو شرایط نرمال و تنش خشکی از متوسط عملکرد پایینی برخوردار بودند (Fernandez, 1992). در مطالعه دیگری مشخص شد که ژنوتیپ زرفام در منطقه C، مودنا، اوکاپی و اس.ال.ام.۰۴۶ در منطقه A و اپرا در منطقه B قرار گرفتند (Shirani Rad & Abbasian, 1992).

شاخص‌هایی برای انتخاب ژنوتیپ های متحمل به تنش خشکی مناسب هستند که دارای همبستگی بالا با عملکرد در شرایط نرمال و تنش داشته باشند (Fernandez, 1992). بر این اساس همان‌گونه که در جدول همبستگی شاخص های تحمل به خشکی (جدول ۴) مشهود است شاخص های میانگین هندسی (GMP) و شاخص تحمل به تنش (STI) دارای بیشترین همبستگی با عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش خشکی هستند و ضمنا این دو شاخص دارای بیشترین همبستگی با یکدیگر هستند (r=0.999). در مطالعه دیگری گزارش شد، شاخص تحمل به تنش به‌عنوان مناسب ترین شاخص برای انتخاب ژنوتیپ های کلزا در شرایط تنش خشکی است (Shirani Rad *et al.*, 2012). بر اساس این

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص ژنوتیپ جی.کا.اچ.۳۰۵ کاملاً متمایز از سایر ژنوتیپ ها است (شکل ۲). پس از جی.کا. اچ.۳۰۵، ژنوتیپ های زرفام و دابلیو.پی.ان.۵ از وضعیت مطلوبی برخوردار هستند. زرفام یک رقم بینابین بهاره-پاییزه ایرانی است که علی‌رغم پتانسیل های خوبی که برای توسعه کشت در مناطق سرد و معتدل سرد کشور دارد کمتر موردتوجه قرار گرفته است درحالی‌که نتایج این مطالعه نشان داد که این رقم ایرانی برای شرایط تنش از تظاهر فنوتیپی خوبی برخوردار است.

در یک جمع‌بندی نتایج نشان داد ژنوتیپ های جی.کا.اچ.۳۰۵، دابلیو.پی.ان.۵ و زرفام دارای وضعیت مناسبی برای کشت در شرایط نرمال و تنش خشکی هستند. درصورتی‌که برای انتخاب ژنوتیپ های فوق محدودیت‌هایی وجود داشته باشد، کرج ۲ و اپرا گزینه های بعدی برای کشت در شرایط تنش خشکی می باشند.

جدول ۲- درصد تغییرات صفات اندازه گیری شده در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط نرمال

Table 2. Percentage of variation for the investigated traits under drought stress condition relative to normal condition

تیمار Treatment	Mean of traits میانگین صفات								
	تعداد شاخه های فرعی Number of branches	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	درصد روغن دانه Seed oil percent	عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار) Seed yield(kg/ha)	وزن هزار دانه (گرم) 1000 Seed weight (gr)	تعداد خورجین در بوته Pods per plant	تعداد دانه در خورجین Seed per pods	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiological maturity
نرمال Normal	8.4	30	44.6	4586	3.6	173	28	162.3	268
تنش Stress	6.4	23	44.5	3428	3.3	111	24	156.3	265
درصد تغییرات Variation (%)	24	23	0.2	25	8	36	14	4	1.1

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- میانگین مربعات صفات موردمطالعه در تجزیه واریانس مرکب ژنوتیپهای کلزا در دو سال زراعی و دو شرایط نرمال و تنش خشکی

Table 1. Mean squares of the investigated traits by the analysis of combined variance across two cropping seasons and two normal and drought stress conditions.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی D.F.	میانگین مربعات Mean Of Squares							
		تعداد شاخه‌های فرعی Number of branches	شاخص برداشت Harvest index	درصد روغن دانه Seed oil percent	عملکرد دانه Seed yield	وزن هزار دانه 1000 Seed weight	تعداد خورجین در بوته Pods per plant	تعداد دانه در خورجین Seed per pods	ارتفاع بوته Plant height	تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiological maturity
سال Year	1	110.5^{ns}	938.5**	403.8*	11385904**	4.53^{ns}	53799**	168.6**	2330.8**	259.0**
تنش Stress	1	148.2^{ns}	1607.4*	0.1^{ns}	52305702**	2.93^{ns}	153220*	181.7*	1386.0**	506.2*
سال * تنش Year*Stress	1	4.9**	5.4^{ns}	17.3**	28674^{ns}	0.02^{ns}	48^{ns}	0.1 ^{ns}	0.01^{ns}	0.8^{ns}
تکرار(سال*تنش) Replication(Year*Stress)	8	0.01	17.7	0.9	44848	0.02	46	0.2	14.0	0.3
ژنوتیپ Genotype	12	3.7**	78.3*	10.8^{ns}	1376024**	0.34**	1942**	8.7**	1967.2**	56.9**
سال * ژنوتیپ Year*Genotype	12	0.4^{ns}	29.5^{ns}	19.8**	83149**	0.02^{ns}	541**	1.4**	421.5**	1.1**
تنش * ژنوتیپ Stress* Genotype	12	0.7^{ns}	27.1^{ns}	11.0**	841931**	0.03^{ns}	1057**	1.8**	11.2^{ns}	5.8**
سال * تنش * ژنوتیپ Year*Stress*Genotype	12	0.2^{ns}	29.3^{ns}	4.8**	67331**	0.01^{ns}	688**	0.8^{ns}	6.5^{ns}	1.0**
اشتباه آزمایشی Error	96	0.01	20.3	2.6	17676	0.03	47	0.5	19.9	0.2
درصد ضریب تغییرات CV (%)		1.4	17.1	3.6	13	5.30	5	2.6	2.8	0.2

Ns, * and **: not significant, significant at 5% and 1% levels, respectively

N، * و **: به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقادیر صفات اندازه گیری شده ژنوتیپ های کلزا در دو شرایط نرمال و تنش خشکی

Table 3. Values for the investigated traits of oilseed rape genotypes under normal and drought stress conditions

تیمار Treatment	ژنوتیپ Genotype	تعداد شاخه های فرعی Number of branches	شاخص برداشت Harvest index	درصد روغن دانه Seed oil percent	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed Yield(kg/ha)	وزن هزار دانه (گرم) 1000 Seed weight (gr)	تعداد خورجین در بوته Pods per plant	تعداد دانه در خورجین Seed per pods	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiological maturity
نرمال Normal	Karaj1	8.20	28	46.17	5123	3.23	149.83	27.90	145.67	268.33
	Karaj2	7.88	30	44.70	3948	3.73	174.33	27.67	167.33	270.00
	Karaj3	6.88	27	43.20	5170	3.48	165.83	27.25	163.33	271.33
	WPN5	8.00	31	46.40	5019	3.72	200.17	26.02	166.17	271.33
	WPN2	8.53	30	46.60	4262	3.55	187.50	29.00	184.83	269.50
	GKH305	8.53	33	42.52	5230	3.73	191.17	27.55	165.50	269.50
	Licord	7.85	31	42.88	4455	3.53	185.00	28.55	176.50	268.17
	Slm046	8.83	27	43.87	3891	3.58	153.17	27.08	132.83	266.67
	Modena	7.90	32	43.88	5107	3.57	201.83	27.85	163.50	269.83
	Opera	8.72	28	42.85	3925	3.87	147.67	26.75	155.33	268.33
	Okapi	9.23	28	43.87	4830	3.57	153.83	27.50	157.83	267.33
	Zarfam	9.67	33	46.27	4967	3.87	191.67	27.08	165.83	261.17
	Ttalaye	8.70	27	46.52	3692	3.62	154.50	26.85	165.33	266.50
تنش خشکی Drought Stress	Karaj1	6.53	20	44.35	3207	3.05	123.83	26.48	141.83	264.50
	Karaj2	6.50	24	44.03	3488	3.45	115.33	26.08	163.33	265.50
	Karaj3	6.05	20	45.45	3328	3.27	106.50	26.05	153.50	264.67
	WPN5	6.18	24	44.63	3545	3.40	123.83	24.55	161.67	266.33
	WPN2	5.97	21	42.90	3433	3.10	118.00	26.83	179.17	264.83
	GKH305	5.83	27	43.97	3941	3.52	117.33	26.42	159.50	266.00
	Licord	5.98	32	44.80	3310	3.32	115.17	25.52	169.00	265.50
	Slm046	6.78	22	45.83	3212	3.42	108.67	23.83	127.17	264.83
	Modena	6.02	22	43.93	3402	3.25	111.50	24.97	159.17	265.83
	Opera	6.60	24	43.00	3496	3.75	106.17	23.72	146.67	265.67
	Okapi	6.82	20	45.50	3435	3.32	90.83	25.80	153.83	265.17
	Zarfam	7.62	23	46.52	3571	3.45	101.17	24.77	158.17	259.17
	Ttalaye	6.70	21	44.03	3197	3.20	103.33	23.97	159.50	263.17
LSD(P≤0.05)		0.08	3.64	1.30	107.7	0.15	5.54	0.55	3.61	0.41

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- شاخصهای تحمل به خشکی در ژنوتیپهای مورد بررسی کلزا

Table 4. Drought tolerance indices in oilseed rape genotypes

Genotype	عملکرد در شرایط نرمال Yield under normal condition (Yp)	عملکرد در شرایط تنش Yield under drought condition (Ys)	تحمل Tolerance (TOL)	میانگین بهره وری حسابی Mean productivity (MP)	شاخص حساسیت به تنش Stress susceptibility index (SSI)	میانگین بهره روی هندسی Geometric mean productivity (GMP)	شاخص تحمل تنش Stress tolerance index (STI)
Karaj1	5123	3207	1916	4165	1.481187	4053.32	0.781161
Karaj2	3948	3488	460	3718	0.461444	3710.87	0.654743
Karaj3	5170	3328	1842	4249	1.411035	4147.98	0.818071
WPN5	5019	3545	1474	4282	1.163105	4218.09	0.845962
WPN2	4262	3433	829	3847.5	0.770335	3825.10	0.695672
GKH305	5230	3941	1289	4585.5	0.97609	4539.98	0.979999
Licord	4455	3310	1145	3882.5	1.01788	3840.05	0.701121
SLM046	3891	3212	679	3551.5	0.69111	3535.23	0.594229
Modena	5107	3402	1705	4254.5	1.3222	4168.21	0.826071
Opera	3925	3496	429	3710.5	0.432869	3704.29	0.652422
Okapi	4830	3435	1395	4132.5	1.143841	4073.21	0.788844
Zarfam	4967	3571	1396	4269	1.113089	4211.55	0.843337
Talaye	3692	3197	495	3444.5	0.530985	3435.59	0.561205

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین شاخص های تحمل به خشکی و عملکرد دانه ژنوتیپ های کلزا در شرایط نرمال و تنش خشکی

Table 5. Correlation coefficient between drought tolerance indices and seed yield of oilseed rape genotypes under normal and drought stress conditions

	عملکرد دانه در شرایط نرمال Yield under normal condition (1)	عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی Yield under drought condition (2)	تحمل Tolerance (3)	میانگین بهره وری حسابی Mean productivity (4)	شاخص حساسیت به تنش Stress susceptibility index (5)	میانگین بهره وری هندسی Geometric mean productivity (6)	شاخص تحمل تنش Stress tolerance index (7)
(1)							
(2)	0.40						
(3)	0.94**	0.04					
(4)	0.96**	0.62*	0.81**				
(5)	0.90**	-0.04	0.99**	0.76**			
(6)	0.94**	0.68*	0.76**	0.99**	0.70**		
(7)	0.93**	0.70**	0.74**	0.99**	0.69**	0.999**	

*و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

* and **: significant at 5% and 1% levels, respectively

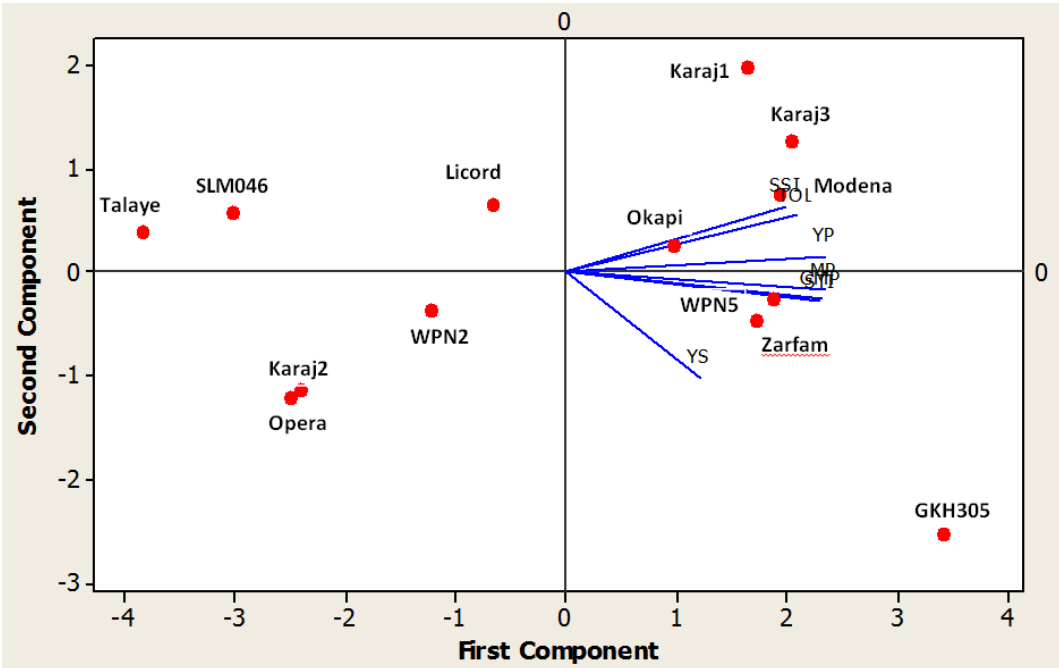
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶- مقادیر ویژه حاصل از تجزیه به مولفه های اصلی برای شاخص های تحمل به خشکی

Table 6. Eigen values derived from principal components analysis for drought stress indices

مولفه Component	مقادیر ویژه Eigen Values	سهم تجمعی Cumulative proportion	عملکرد در شرایط تنش Yield under drought condition	عملکرد در شرایط آبیاری طبیعی Yield under normal condition	میانگین بهره وری حسابی Mean productivity	میانگین بهره وری هندسی Geometric mean productivity	شاخص تحمل تنش Stress tolerance index	شاخص حساسیت به تنش Stress susceptibility index	تحمل Tolerance
اول First	5.6	0.8	-0.216	-0.418	-0.419	-0.413	-0.411	-0.354	-0.372
دوم Second	1.4	0.999	0.728	-0.117	0.115	0.180	0.198	-0.459	-0.401

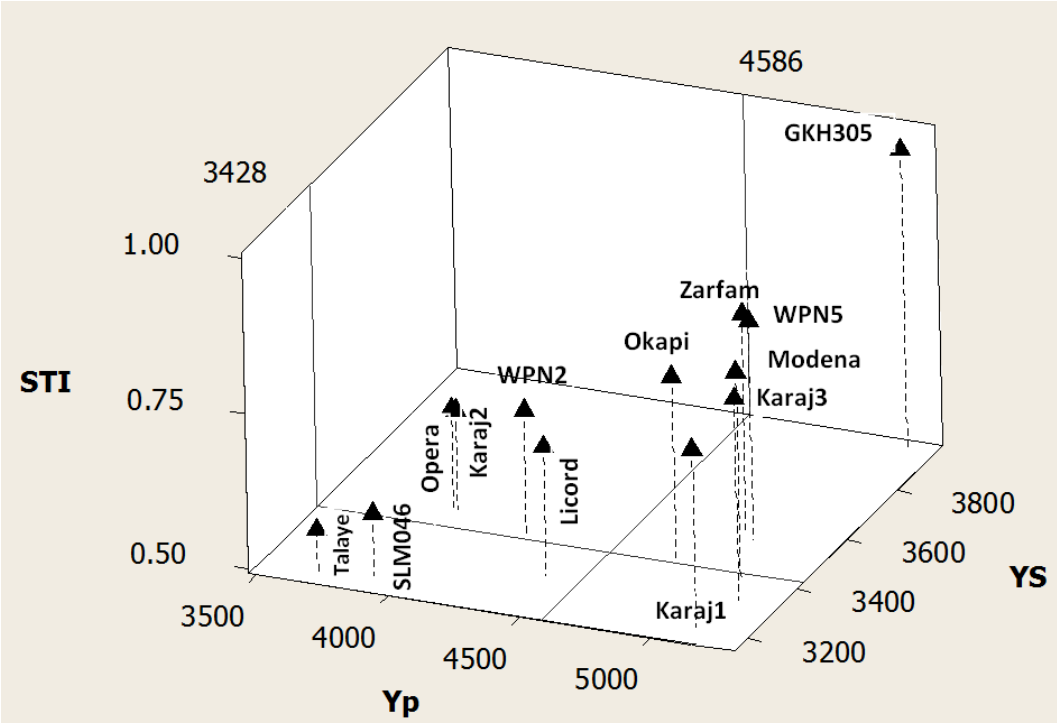


شکل ۱- پراکنش ژنوتیپهای کلزا در نمودار دو بعدی حاصل از تجزیه به مولفه های اصلی

Figure 1. Distribution of oilseed rape genotypes in biplot graph derived from principal components analysis

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- پراکنش ژنوتیپهای کلزا در نمودار سه بعدی بر اساس عملکرد در شرایط نرمال (Yp)، عملکرد در شرایط تنش (Ys) و شاخص STI

Figure 2. Distribution of oilseed rape genotypes in 3-D graph based on Yp, Ys and STI

www.SID.ir

Archive of SID

References

Ahmadi, M., and Bahrami, M. J. 2009. Yield and yield components of rapeseed as influenced by water stress at different growth stages and nitrogen levels. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences,* 5(6), 755-761.

Algan, N., and Aygun, H. 2001. Correlation between yield and yield components in some winter rape genotypes. In Turkish. *Journal of Ege University. Agricultural Faculty*, 38: 9-15.

Angadi, S.V., and Cut Forth, H. V. 2003. Yield adjustment by canola grown at different by plant population under semiarid condition. *Crop Science*, 43:1357-1366.

Clarke, J. M., and Simpson, G. M. 1978. Influence of irrigation and seedling rates on yield and yield components of *Brassica napus cv*. Tower. *Canadian Journal of Plant Science*, 58:731-737.

Delkhosh, B., Shirani Rad, A. H., Bitarafan, Z., and Mousavi Nejad, G. 2012. Drought stress and sowing date effects on yield and some grain traits of rapeseed cultivars. *Advances in Environmental Biology*, 6(1), 49-55.

Din, J., Khan, L., and Gumani, R. 2011. Physiological and agronomic response of canola varieties to drought stress. *The journal of animal & plant sciences*, 21(1),78-82.

Elferjani, A., and Soolanayakanahally, R. 2018. Canola responses to drought, heat, and combined stress: Shared and specific effects on carbon assimilation, seed yield, and oil composition. *Frontiers in plant science*, 9:1224.

Ghasemyan Ardestani, H., Shirani Rad, A. H., and Zandi, P. 2011. Effect of drought stress on some agronomic traits of two rapeseed varieties grown under different potassium rates. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(12), 2875-2882.

Ghasemian, H.A., Jahan, M., and Shirani Rad, A.M. 2019. Evaluation of qualitative traits of selected cultivars of canola in autumn and winter crops affected by different irrigation regimes. *Environments stresses in Crop Sciences*, 12(2), 429-443.

Honar, T., Sabet Sarvestani, A., Shams, S.H., Sepaskhah, A. R., and Kamgar Haghighi, A. A. 2013. Effect of drought stress in different growth stages on grain yield and yield components of rapeseed (*cv.* Talayeh). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 14(4), 320-332 (In Persian with English summary).

Jafarzadeh Ghahdrijani, M., Majidi, M. M., Mirlohi, A. F., and Ebrahimiyan, M. 2015. Response to direct and indirect selection of grain yield, oil and yield components in canola varieties under normal and soil moisture stress. *Journal*

www.SID.ir

Archive of SID

of Plant Production, 37(3), 129-141.

Jenks, M. A., and Hasegawa, P.M. 2005. Plant abiotic Stress. Blacwell Publishing Ltd, Oxford, UK

Jensen, C. R., Mogensen, V. O., Mortensen, G., Fieldsend, J. K., Milford, J. F. J., and Pasban Eslam, B. 2009. Evaluation of physiological indices, yield and its components as screening techniques for water deficit tolerance in oilseed rape cultivars. *Journal of Agricultural Sciences Technology*, 11: 413-422.

Kazi, B. R., Oad, F. C., Jamro, G. H., Jamil, L. A., and Lakho, A. A. 2002. Correlation study between irrigation frequencies and brassica plant character. *Journal of Applied Sciences*, 6: 625-627.

Khani, R., Sadeghi Bakhtvari, A. R., Pasban Eslam, B., and Sarabi, V. 2018. Effects of drought stress on canola (*Brassica napus* L.) genotypes yield and yield components. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 15(4), 914-924 (In Persian with English summary).

Majidi, M. M., Jafarzadeh Ghahdrijani, M., Rashidi, F., and Mirlohi, A. 2014. Identification of canola cultivars with drought tolerance indices. *Iranian Journal of Field Crop Sciences*, 45(4), 565-573 (In Persian with English summary).

Pasban Eslam, B., Shakiba, M. R., Neishabori, M. R., Moghaddam, M., and Ahmadi, M. R. 2000. Effects of water stress on quality and quantity characteristics of rapeseed. *Iranian Journal of Agricultural Science,* 10: 75-85 (In Persian with English abstract).

Pouzet, A. 1995. Agronomy. In D. S. Kimber and D. I. Mcgregor (Eds). *Brassica oilseed, Production and utilization*. CAB International, PP 65-92.

Raza M.A.S., Shahid A. M., Saleem M. F., Khan I. H., Ahmad S., Ali M., and Iqbal R. 2017. Effects and management strategies to mitigate drought stress in oilseed rape (Brassica napus L.): a review. *Zemdirbyste-Agriculture*, 104 (1): 85–94 DOI 10.13080/z-a.2017.104.012

Roa, M. S., and Mandham, N. J. 1991. Soil plant-water relations of oilseed rape (*B.napus*, *B.compestris*), *Journal of Agriculture Science.combridge*, 117:197-205.

Rezaizad, A., Mohammadi, V., Zali, A., Zinali, H., and Mardi, M. 2011. Study of important agronomic traits and relationships among them under normal and drought stress conditions in doubled haploid lines of oilseed rape. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 42(4): 683-694 (In Persian with English summary).

Richard, R. A. 1978. Variation between and within species of rape seed (*Brassica compestris and B. napus*) in response to drought stress. *Australian journal of*

www.SID.ir

Archive of SID

Agricultural Research, 29: 491-501.

Richard, R. A., and Thrling, N. 1978. Variation between and within species of rapeseed (*Brassica compestris and B. napus*) in response to drought stress. II. Growth and development under natural drought stress. *Australian journal of Agricultural Research*, 29: 479-490.

Seyed Ahmadi, A., Bakhshandeh, A., and Gharineh, M. H. 2015. Evaluation physiological characteristics and grain yield canola cultivars under end seasonal drought stress in weather condition of Ahvaz. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 13 (1): 71-80 (In Persian with English summary).

Shampolivier, L., and Merrien, A. 1996. Effects of water stress applied at different growth stages to *Brassica napus* l. Var *Olieifera* on yield, yield components and seed quality. *European Journal of Agronomy*, 5: 153-160.

Shirani Rad, A. H. 2012. Study on drought stress tolerance in rapeseed varieties based on drought stress tolerance indices. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 2(1),1168-1173.

Sinaki, J. M., Majidi Hervan, E., Shirani Rad, A. H., Noor-Mohammadi, G.H. , and Zarei, G. 2007. The effects of water deficit during growth stages of canola (*B. napus* L.). *American- Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, 2(4), 417-422.

Sing, H. 1989. Genetic variability and heritability and drought index analysis in *Brassica* species. *Journal of*

Oilseed Researches, 3: 77-170.

Zabet, M., Seddigh, S., and Samadzade, A. 2016. The effect of drought stress on yield and yield components in 10 genotypes of rapeseed under Birjand climate conditions. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 9(2), 121-137 (In Persian with English summary).

www.SID.ir

Archive of SID

Study on response of some oilseed rape genotypes to drought stress

Asadolah Zareei Siahbidi [1*],Abbas Rezaeizad[2]

1. Assistant Prof. Horticulture Crops Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education center, AREEO, Kermanshah, Iran. . (Corresponding author)
2. Associate Prof. Horticulture Crops Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education center, AREEO, Kermanshah, Iran.

Received: March 2018 Accepted: October 2019 - DOI: 10.22092/aj.2019.121181.1266

Extended Abstract

Zareei Siahbidi, A., Rezaeizad, A., Study on response of some oilseed rape genotypes to drought stress **Applied Research in Field Crops Vol 32, No. 4, 2020 10-12:** 59-75(in Persian)

Introduction

Environmental stressors, in particular, drought stress, are the most important factors reducing the yield of agricultural crops worldwide (Roa & Mandham, 1991). In the irrigated areas and areas where surface water is used for irrigation, due to the reduction of rainfall and the excessive use of water resources for the lucrative spring crops, the amount of water is severely depleted. As a result, the intervals between irrigation periods are long and plants face water stress during seed filling periods. According to some studies, the most critical time for irrigation are the flowering and early flowering stages (Pouzet, 1995). The results showed that drought stress at the reproductive stage significantly reduced grain yield. However, the negative effect of drought stress on seed yield was less than delay in planting (Delkhosh *et al*., 2012). In this study, in addition to investigating the effects of drought stress on yield and yield components of rapeseed, the most resistant genotypes to late drought stress were identified.

Material and Methods

The study was carried out to determine the tolerant genotypes to late season drought stress in rapeseed in September 2012 for two years at Agricultural Research Station

Email address of the corresponding author: Email: azareei46@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

of Islamabad-e-gharb. Irrigation was carried out until flowering stage and then During the growing season, some agronomic traits and the irrigation was cut off. yield components and yield were measured. Nuclear Magnetic Resonance (NMR) method was used to measure the oil content. The indices including STI, GMP, SSI, MP, HRM and TOL were used to evaluate the genotypes for drought tolerance.

Results and Discussion

The combined analysis of variance showed that the effect of drought stress on all traits was significant except seed oil percentage, number of branches and ۱۰۰۰-seed weight. The results showed that the highest percentage of variation due to drought stress occurred in the number of pods per plant, so that the average of this less than٪trait in the studied genotypes under drought stress conditions was ۳٦ that of under normal irrigation conditions. The average number of seeds per pod in under water-limited condition. In normal irrigation٪genotypes decreased by ۱٤ conditions, the highest number of seeds per pod was recorded in the genotypes WPN ۲, Likord and Karaj ۱ with the respective values of ۲۹, ۲۸,٥, and ۲۷,۹. The genotypes WPN ۲, GKHH ۳۰٥ and Karaj ۲ under drought stress condition produced the highest number of seeds per silique with the respective values of ۲٦,۸, under stress conditions compared to٪۲٦,٤ and ۲٦,۱. Seed yield decreased by ۲۰ normal irrigation conditions.

The results showed that under normal conditions, the genotypes GKH۳۰٥, Karaj ۱, Modena and WPN ٥ had the highest grain yield with the respective values of ٥۲۳۰, ٥۱۲۳, ٥۱۰۷ and ٥۰۱۹ kg ha$^{-۱}$. The Karaj ۱ genotype, which performed well in normal conditions, was named as Ahmadi in ۲۰۱٤. In conditions of drought stress, the genotypes GKH۳۰٥, Zarfam and WPN ٥ gave the highest grain yield with the respective values of ۳۹٤۱, ۳٥۷۱ and ۳٥٤٥ kg ha$^{-۱}$. Despite the significance of genotype×stress interaction, the results showed that high yielding genotypes under normal condition were also high yielding ones in stress condition.

Conclusion

In both normal and drought stress conditions, GKH305 produced the highest grain yields of 5230 and 3941 kg / ha^{-1}, respectively. There was a positive and significant correlation between the measured indices and grain yield under normal condition except for yield in drought stress condition. While STI, GMP and MP had significant positive correlation with grain yield in drought stress conditions, the correlation between TOL and SSI with grain yield in stress condition was not significant. The principal components analysis for the measured drought tolerance indices showed that the first two components justified more than 99% of the data variation. Overall, the results showed that the genotypes GKH305, WPN5 and

www.SID.ir

Archive of SID

Zarfam had a suitable performance to be considered for cultivation under normal and drought stress conditions. However, if there are limitations to selecting the above genotypes, Karaj 2 and Opera are the next best options to be grown in drought stress condition.

Keywords: oilseed rape, grain yield, oil content, tolerant indices

References

Roa, M. S., and Mandham, N. J. 1991. Soil plant-water relations of oilseed rape (*B.napus*, *B.compestris*), *Journal of Agriculture Science.combridge*, 117:197-205.

Pouzet, A. 1995. Agronomy. In D. S. Kimber and D. I. Mcgregor (Eds). *Brassica oilseed, Production and utilization*. CAB International, PP 65-92.

Delkhosh, B., Shirani Rad, A. H., Bitarafan, Z., and Mousavi Nejad, G. 2012. Drought stress and sowing date effects on yield and some grain traits of rapeseed cultivars. *Advances in Environmental Biology*, 6(1): 49-55.

References

Roa, M. S., and Mandham, N. J. 1991. Soil plant-water relations of oilseed rape (B.napus, B.compestris), Journal of Agriculture Science.combridge, 117:197-205.

Pouzet, A. 1995. Agronomy. In D. S. Kimber and D. I. Mcgregor (Eds). Brassica oilseed, Production and utilization. CAB International, PP 65-92.

Delkhosh, B., Shirani Rad, A. H., Bitarafan, Z., and Mousavi Nejad, G. 2012. Drought stress and sowing date effects on yield and some grain traits of rapeseed cultivars. Advances in Environmental Biology, 6(1): 49-55.

www.SID.ir