بررسی صفات کمی و کیفی ارقام کلزا تحت شرایط تنش رطوبتی و شناسایی بهترین رقم بر اساس شاخص‌های مقاومت

ابراهیم امیری*[۱]، احمد قنبری[۲]، ابوالفضل توسلی[۳]، فاطمه رستگاری پور[۴] و شبنم روشنی[۵]

۱) دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، گروه زراعت و اصلاح نباتات، لاهیجان، ایران.
۲) دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، ایران.
۳) دانشگاه پیام نور گروه علمی کشاورزی – تهران، ایران.
۴) دانشگاه آزد اسلامی، واحد زاهدان، گروه زراعت و اصلاح نباتات، زاهدان، ایران.
۵) دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، گروه زراعت و اصلاح نباتات، لاهیجان، ایران.

* **نویسنده مسئول مکاتبات:** Eamiri57@yahoo.com

تاریخ دریافت : ۹۱/۰۲/۱۷ **تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۴/۲۹**

چکیده

به منظور مطالعه اثر تنش خشکی بر روی برخی صفات کمی و کیفی ارقام کلزا و ارزیابی تحمل به خشکی این ارقام، آزمایشی در سال ۱۳۸۶ در مزرعه‌ای واقع در ۵ کیلومتری غرب شهر شیروان، به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایش ترکیبی از سه سطح تنش خشکی S_1= بدون قطع آبیاری، S_2= قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی (ساقه دهی) و S_3= قطع آبیاری در مرحله رشد زایشی (گلدهی)، و سه واریته مختلف کلزا C_1= زرفام، C_2= اورنیت و C_3= لیکورد بود. صفات مورد بررسی در این آزمایش عبارت بودند از عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، غلظت روغن و پروتئین دانه کلزا. نتایج نشان داد که تنش خشکی اثر منفی معنی داری بر کلیه صفات اندازه گیری داشته است. به طوری که بالاترین میزان عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، وزن هزار دانه و غلظت روغن و پروتئین موجود در دانه از تیمار عدم تنش حاصل شد. در بین ارقام نیز رقم زرفام در کلیه صفات بالاترین مقادیر را به استثنای غلظت روغن و پروتئین دانه دارا بود. بر اساس شاخص‌های مقاومت MP، GMP و STI رقم زرفام در بالاترین سطح قرار داشت و به عنوان مقاوم ترین رقم شناخته شد.

واژه‌های کلیدی: صفات کمی و کیفی، تنش، شاخص‌های مقاومت.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

طبیعت پایدار گیاهان آنها را به طور مداوم در معرض انواع گوناگونی از شرایط محیطی قرار می‌دهد که اغلب این شرایط نیز تنش‌زا و غیر مطلوب هستند (Boyer, 1982). طبق تعریف هر کجا که از دست رفتن آب از طریق تعرق از تأمین آب در خاک بیشتر شود، تنش آب رخ می‌دهد. تنش طولانی مدت بر تمام فرآیندهای متابولیک تأثیر می‌گذارد و در نتیجه اغلب موجب کاهش تولید گیاه می‌شود (Aspinal, and Paleg, 1981). رشد و نمو گیاه در هر زمان از چرخه رشد تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد، اما شدت و طبیعت خسارت، ظرفیت بازیافت گیاه و صدمه به عملکرد به مرحله نموی از گیاه که تنش اعمال می‌شود، بستگی دارد. برای مثال یک دوره گذرای خشکی در طی رشد رویشی می‌تواند عملکرد یک گیاه علوفه‌ای را بسیار بیشتر از یک گیاه دانه‌ای کاهش دهد. در صورتی که گیاه دانه‌ای در زمانی که تعداد دانه و وزن آن تعیین می‌شود، بسیار حساس‌تر است (Saini and Westgate, 2000). اجزای عملکرد کلزا شامل تعداد طبق در گیاه، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه، اثر متفاوتی بر عملکرد داشته و در مقابل تنش خشکی در مراحل مختلف رشد گیاه حساسیت متفاوتی دارند. (Champolivier and Merrine, 1996) با مطالعه بر روی کلزا یافتند که کمبود آب از گلدهی تا انتهای تشکیل دانه اثر شدیدی بر عملکرد و اجزاء عملکرد داشته و مهمترین جزء عملکرد که تحت تأثیر تنش در مرحله گلدهی قرار می‌گیرد تعداد دانه در غلاف است و صفت وزن هزار دانه در مرحله پر شدن دانه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. یکی از روش‌های مؤثر مقابله با تنش خشکی کشت واریته گیاهان متحمل به خشکی می‌باشد.

این واریته‌ها شاخص‌های متفاوتی جهت گزینش بر اساس تظاهرشان در محیط‌های با شرایط دشوار و عادی ارائه می‌دهند. به همین منظور شاخص‌های مختلفی برای انتخاب ژنوتیپ برتر و متحمل به تنش برای کشت در شرایط دارای تنش رطوبتی پیشنهاد شده است (Fernandez, 1992). Rosielle و Hamlin (۱۹۸۱) شاخص تحمل TOL و شاخص میانگین تولید (MP) را پیشنهاد نمودند و معتقدند که انتخاب بر مبنای مقادیر کمتر TOL به گزینش ژنوتیپ‌هایی منجر می‌شود که عملکرد آنها در محیط تنش‌دار نسبت به محیط بدون تنش، کاهش کمتری داشته و دارای ثبات عملکرد خواهند بود. علاوه بر این آنها عقیده دارند که انتخاب بر مبنای شاخص MP به گزینش ژنوتیپ‌هایی با پتانسیل عملکرد بالا ولی با تحمل به تنش پایین منجر می‌شود. Fischer and Mourer (۱۹۷۸) با استفاده از شاخص حساسیت به تنش (SSI) جهت ارزیابی تحمل به تنش خشکی مشاهده کردند که در بین ارقام گندم مورد بررسی، تنوع ژنتیکی وجود دارد و بعضی از ژنوتیپ ها کمترین حساسیت را به خشکی نشان دادند. این شاخص قادر نیست که ژنوتیپ‌های متحمل به تنش رطوبتی را از آنهایی که دارای پتانسیل عملکرد پایین هستند، تفکیک نماید.

Archive of SID

www.SID.ir

محدودیت استفاده از شاخص SSI توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Saeid and Farah Bakhsh, 2008). Fernandez (۱۹۹۲) نیز با استفاده از شاخص‌های تحمل به تنش (STI) و میانگین هندسی تولید (GMP) همراه با شاخص‌های دیگر برای ارزیابی لاین‌های اصلاحی ماش (*Vigna radiatd* L.) نتیجه گیری نمود که شاخص STI بهترین شاخص برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به تنش و نیز دارای عملکرد بالا می‌باشد (Saeid and Farah Bakhsh, 2008). STI را یکی از بهترین شاخص‌ها برای گزینش ارقام متحمل در هر دو محیط بدون تنش و دارای تنش معرفی کردند.

کلزا گیاهی از خانواده چلیپائیان می‌باشد و با داشتن بیش از ۴۴ درصد روغن در دانه مقام سوم را در بین دانه‌های روغنی به خود اختصاص داده است. مقدار اولئین کلزا نزدیک به ۶۰ درصد می‌باشد و کنجاله آن نیز با دارا بودن ۴۶/۵٪ پروتئین، ۳/۵٪ چربی و ۱/۲٪ فسفر قابل جذب دارای ارزش غذایی قابل ملاحظه‌ای است (Moradianfar, 1999). بر اساس آزمایش‌هایی که به منظور بررسی آثار تنش خشکی بر عمکرد کلزا انجام شده است نشان داده شد با افزایش تنش عملکرد دانه کلزا کاهش می‌یابد (Niazi and Fouladmand, 2006). Sinaki و همکاران در سال ۲۰۰۷ نشان دادند که در اثر تنش خشکی عملکرد دانه و محتوی روغن دانه کاهش یافته اما تنش تا حدودی سبب افزایش غلظت پروتئین دانه می‌شود.

این آزمایش با هدف بررسی آثار تنش خشکی بر عملکرد کمی و کیفی ارقام کلزای پاییزه و معرفی ژنوتیپ مقاوم به خشکی در بین ارقام حاضر در این آزمایش از طریق شاخص‌های مقاومت به خشکی به اجرا در آمد.

مواد روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در مزرعه‌ای واقع در ۵ کیلومتری غرب شهر شیروان با مختصات جغرافیایی عرض ۳۷ درجه و ۱۹ دقیقه شمالی و طول ۵۸ درجه و ۷ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۱۳۱ متر از سطح دریا انجام شد. خاک محل آزمایش لومی رسی و سال قبل از آزمایش تحت آیش قرار داشت (جدول ۱). آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی باسه تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایش ترکیبی از سه سطح تنش خشکی S_1= بدون قطع آبیاری، S_2= قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی (ساقه دهی) و S_3= قطع آبیاری در مرحله رشد زایشی (گلدهی) و سه واریته مختلف کلزا C_1=زرفام، C_2=اورنیت و C_3=لیکورد بود. هر کرت شامل ۶ ردیف کاشت به طول ۵ متر و فواصل ۳۰ سانتی متر بود و فاصله بوته‌ها از هم ۲۰ سانتی متر یدر نظر گرفته شد. فاصله بین کرت‌ها ۲ متر و بین تکرارها ۵ متر در نظر گرفته شد. کشت بذر در ۳ مهر ماه صورت گرفت. سپس بر اساس توصیه مؤسسه تحقیقات خاک و آب میزان کودهای لازم به شرح زیر تعیین شد: اوره ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار، سوپر فسفات تریپل ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و سولفات پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار. کلیه عملیات داشت (وجین، آبیاری و مبارزه با آفات و بیماری‌ها) به فراخور نیاز انجام شد. به هنگام برداشت دو ردیف میانی هر کرت جهت تعیین عملکرد بیولوژیکی (اواسط خرداد) اختصاص یافت. سپس نمونه‌ها به آون منتقل و وزن خشک محاسبه

Archive of SID

www.SID.ir

گردید. برداشت نهایی کلزا نیز برای تعیین عملکرد دانه، وزن هزار دانه این گیاه در اواخر خرداد صورت گرفت (به دلیل تفاوت در رسیدگی ارقام، برداشت در طی یک دوره ۱۰ روزه انجام گرفت). نمونه برداری‌ها جهت تعیین عملکرد دانه کلزا مطابق با نمونه برداری برای تعیین عملکرد علوفه این گیاه بود. پس از تعیین عملکرد دانه کلزا، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شده و محتوی روغن و پروتئین آن تعیین گردید. برای اندازه گیری روغن از دستگاه سوکسله و برای اندازه گیری غلظت پروتئین از روش کجلدال استفاده شد.

در این تحقیق از شاخص‌های مختلف تحمل به خشکی نیز برای ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌ها استفاده شد که عبارتند از:

شدت تنش $SI= 1- (\hat{Y}_S/\hat{Y}_P)$

شاخص میانگین حسابی بهره‌وری $MP= (Y_S + Y_P)/2$

شاخص میانگین هندسی بهره‌وری $GMP= \sqrt{(Y_P)(Y_S)}$

شاخص تحمل به تنش $STI= (Y_P \times Y_S)/(\hat{Y})^2$

که در آن: $\hat{Y}_S$ و $\hat{Y}_P$ به ترتیب میانگین عملکرد تمامی ژنوتیپ‌ها تحت شرایط خشکی و مطلوب، Y_S: عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ تحت شرایط تنش محیطی و Y_P: عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ تحت شرایط مطلوب است. مقادیر بالای MP، GMP و STI برای یک ژنوتیپ، نشان دهنده تحمل بیشتر آن به تنش است. با توجه به اینکه یک شاخص مناسب، شاخصی است که بتواند ژنوتیپ‌های گروه A را از گروه‌های B، C و D تفکیک کند (Fereres *et al.*, 1986)، بنابراین تفکیک دقیق‌تر ژنوتیپ‌ها بر اساس نمودار سه بعدی x، y و z صورت گرفت که بدین منظور از نرم افزار Sigma Plot استفاده شد. در این نمودار، x، y و z به ترتیب عملکرد در شرایط تنش (Y_S)، عملکرد در شرایط بدون تنش (Y_P) و شاخص تحمل به تنش (STI) می‌باشد. لازم به توضیح است که ژنوتیپ‌های گروه A ژنوتیپ‌هایی هستند که در هر دو محیط دارای تنش و بدون تنش، عملکرد بالایی دارند. ژنوتیپ‌های گروه B ژنوتیپ‌هایی است که فقط در شرایط محیطی بدون تنش عملکرد بالایی دارند. ژنوتیپ‌های گروه C نیز فقط در شرایط دارای تنش عملکرد بالایی دارند، و در گروه D ژنوتیپ‌هایی قرار می‌گیرند که در هر دو محیط تنش و بدون تنش، عملکرد پایینی دارند (Fernandez, 1992).

در نهایت داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار MSTATC تجزیه و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

جدول ۱: آنالیز شیمیایی خاک محل آزمایش

نیتروژن (درصد)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	EC (ds/m)	pH
۱/۱۲	۱۱/۹۴	۳۵۷	۱/۸	۶/۹

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای تنش خشکی و ارقام کلزا در سطح احتمال ۵ درصد اثر معنی داری بر عملکرد بیولوژیک کلزا داشتند (جدول ۲).

مقایسه میانگین حاصل از تجزیه داده‌ها نشان داد که بالاترین عملکرد بیولوژیک از تیمار عدم تنش حاصل شد و بین این تیمار با سایر تیمارهای تنش خشکی تفاوت معنی داری مشاهده می‌شود (جدول ۳). این موضوع نشان دهنده اثرات سوء تنش کم آبی بر عملکرد بیولوژیک کلزا می‌باشد. تنش با کاهش سطح برگ کلزا سبب افت میزان فتوسنتز شده و در نتیجه باعث کاهش ماده خشک علوفه این گیاه می‌شود (Wright *et al.*, 1988). Sinaki و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که تنش خشکی عملکرد ماده خشک در کلزا را به طور معنی داری کاهش می‌دهد. در بین ارقام کلزا نیز بالاترین عملکرد بیولوژیک از رقم زرفام حاصل شد (جدول ۳). این امر به دلیل بالاتر بودن تحمل به خشکی این رقم در مقایسه با دیگر ارقام مورد مطالعه است. اثرات متقابل تیمارهای تنش خشکی و ارقام کلزا نشان داد که بالاترین عملکرد بیولوژیک کلزا از تیمار C_1S_1 به دست آمد (جدول ۴).

عملکرد دانه

اثر تیمارهای تنش خشکی، ارقام کلزا و اثر متقابل آنها بر عملکرد دانه کلزا معنی دار بود (جدول ۲). مطابق با عملکرد بیولوژیک بالاترین عملکرد دانه کلزا نیز از تیمار عدم تنش حاصل شد و بین این تیمار با سایر تیمارها تفاوت معنی داری وجود داشت. کمترین مقدار عملکرد دانه نیز از تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی به دست آمد. میزان کاهش عملکرد دانه در شرایط اعمال تنش در مرحله رویشی (ساقه دهی) در مقایسه با تیمار تنش در مرحله گلدهی کمتر بود (جدول ۳). نتایج آزمایش نشان داد احتمالا کاهش عملکرد از طریق کاهش وزن هزار دانه ایجاد می‌شود. Sinaki و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای روی کانولا تحت شرایط تنش خشکی نشان دادند که قطع آبیاری در مرحله گلدهی، از طریق کاهش اندازه مخزن‌ها (اندازه بذور در هر گیاه)، عملکرد دانه کانولا را ۳۰/۳٪ درصد کاهش می‌دهد.

نتایج پژوهشگران بر گیاه کلزا همگی حاکی از کاهش عملکرد دانه تحت شرایط تنش خشکی بوده و با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارند (Gunasekara et al., 2003; Ali *et al.*, 1988; Henry and MacDonald 1978; Champolivier and Merrine, 1996;). در بین ارقام مختلف کلزا نیز بالاترین عملکرد دانه از رقم زرفام حاصل شد (جدول ۳). بالاتر بودن عملکرد دانه رقم زرفام مطابق با عملکرد بیولوژیک این گیاه، می‌توان به بالا بودن تحمل به خشکی در این رقم نسبت داد (Saeid and Farah Bakhsh, 2008).

Archive of SID

www.SID.ir

در مطالعه‌ای بر روی ارقام زرفام، سرز و اکاپی تحت شرایط تنش نشان دادند در بین ارقام مطالعه شده رقم زرفام به دلیل تحمل بیشتر به تنش عملکرد بالاتری نسبت به دیگر ارقام داشت. اثرات متقابل تیمارهای تنش خشکی و ارقام کلزا نشان داد که بالاترین عملکرد دانه کلزا از تیمار C_1S_1 حاصل شده است (جدول ۴).

وزن هزار دانه

اثر تیمارهای تنش خشکی و ارقام نیز بر وزن هزار دانه معنی دار بود (جدول ۲). بالاترین میزان وزن هزار دانه از تیمار عدم تنش حاصل شد و کمترین مقدار آن از تیمار تنش در مرحله گلدهی به دست آمد (جدول ۳). به نظر می‌رسد یکی از علل کاهش وزن هزار دانه کاهش میزان مواد فتوسنتزی و انتقال آنها به مخازن (بذرها) است.

اختلال در متابولیسم کربوهیدرات‌ها به واسطه افزایش تنش که از کاهش غلظت قند برگ‌ها نتیجه می‌شود می‌تواند منجر به کاهش مقدار کربوهیدرات‌های قابل دسترس برای ارسال به اعضای ذخیره کننده شود (Bradford, 1994). نتایج حاصل از تحقیقات Sinaki و همکاران (۲۰۰۷) تأئید کننده این نتایج است. در بین ارقام مختلف کلزا بالاترین وزن هزار دانه از رقم زرفام حاصل شد (جدول ۳). Niazi و Fouladmand (۲۰۰۶) در آزمایشی بر روی سه رقم اکاپی، لیکورد و اورنیت نشان دادند، کم آبی سبب کاهش عملکرد شدید دو رقم لیکورد و اورنیت می‌شود. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای تنش خشکی و ارقام کلزا نیز نشان داد که بالاترین مقدار وزن هزار دانه کلزا از تیمار C_1S_1 حاصل شده است (جدول ۴).

غلظت روغن دانه

اثر تیمارهای تنش خشکی، ارقام کلزا و همچنین اثر متقابل این دو تیمار بر غلظت روغن دانه معنی دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین این صفت در تیمارهای مختلف نشان داد، تیمارهایی که در آنها تنش اعمال شده منجر به کاهش غلظت روغن دانه شده‌اند. بیشترین میزان درصد روغن دانه از تیمار عدم تنش و کمترین مقدار آن از تیمار تنش در مرحله گلدهی حاصل شد (جدول ۵). Sinaki و همکاران در سال ۲۰۰۷ علت کاهش غلظت روغن دانه تحت شرایط تنش خشکی را از یک سو به دلیل کاهش اندازه بذرها و از سوی دیگر به کاهش مقدار کربوهیدرات‌های قابل دسترس برای ارسال به اعضای ذخیره کننده در این شرایط می‌دانند. کاهش غلظت روغن دانه کلزا تحت شرایط تنش خشکی توسط محققین مختلف گزارش گردیده است (Henry and MacDonald, 1978 ; Mailer and Cornish, 1987; Jensen *et al.*, 1996). در بین ارقام مختلف کلزا بالاترین غلظت روغن دانه از رقم لیکورد حاصل شد. رقم زرفام نیز علیرغم داشتن بالاترین عملکرد و اجزای عملکرد، پایین‌ترین غلظت روغن دانه را دارا بود (جدول ۵).

Archive of SID

www.SID.ir

پایین بودن غلظت روغن دانه رقم زرفام یک صفت ژنتیکی بوده به طوری که حتی در شرایط بدون تنش نیز غلظت روغن دانه این رقم نسبت به سایر ارقام پایین‌تر بود (Saeid and Farah Bakhsh, 2008). اثر متقابل بین تیمارهای ارقام و تنش نیز نشان داد که بالاترین غلظت روغن دانه از تیمار C_3S_1 حاصل شده است (جدول ۴).

غلظت پروتئین دانه

نتایج حاصل نشان داد که بین سطوح مختلف تنش کم آبی از نظر درصد پروتئین دانه اختلاف معنی داری وجود دارد (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمار تنش خشکی نشان داد که تنش غلظت پروتئین دانه را به طور معنی داری کاهش می‌دهد. در این مورد تیمار عدم تنش با داشتن ۲۲/۳۱ درصد بالاترین و تیمار تنش در مرحله گلدهی با ۲۰/۴۵ درصد کمترین پروتئین را داشتند (جدول ۵). علت کاهش درصد پروتئین در شرایط تنش خشکی می‌تواند به دلیل تجزیه پروتئین‌ها در شرایط تنش و عدم سنتز مجدد آنها در این شرایط باشد (Levitt, 1980).

در بین ارقام مختلف کلزا نیز بالاترین غلظت پروتئین دانه از رقم اورنیت و کمترین مقدار آن مطابق با غلظت روغن از رقم زرفام حاصل گردید (جدول ۵). در بررسی اثرات متقابل تیمارهای تنش و ارقام مختلف کلزا نیز مشاهده شد ارقام در واکنش به تنش عکس العمل‌های متفاوتی نشان دادند، به گونه‌ای که دو رقم اورنیت و لیکورد در شرایط تنش پروتئین آنها کاهش یافت (جدول ۴). چون سنتز پروتئین نیاز به انرژی دارد، کاهش انرژی ناشی از کمبود آب و جذب فعال املاح سبب کند شدن سنتز پروتئین و در نتیجه کاهش میزان پروتئین گردید. همچنین از دیگر دلایل کاهش میزان پروتئین می توان به مواردی چون: تجزیه پروتئینها در نتیجه افزایش پروتئولیز، مواد شیمیایی مثل اسید آبسیسیک، کاهش سنتز پروتئین به دنبال عدم تبدیل اسیدهای آمینه به پروتئین و کاهش میزان پلی ریبوزوم‌ها اشاره کرد. (Madan *et al*., 1995). تیمار تنش موجب افزایش غلظت پروتئین رقم زرفام شد (جدول ۴). این افزایش مقدار پروتئین را می‌توان به عنوان عاملی جهت تنظیم اسمزی تلقی کرده که با کاهش زیاد پتانسیل آب ناشی از تنش، شروع به افزایش کرده است.

علت افزایش پروتئین ممکن است بدین دلیل باشد که تنش باعث تحریک افزایش پروتئین‌های موجود گردیده و یا پروتئین‌های جدیدی سنتز شده باشند (Shahbazi and Mohaghegh Doust, 1996).

شاخص‌های تحمل به تنش کم آبی

شاخص شدت تنش (SI) بر اساس عملکرد دانه نشان داد تنش در مرحله گلدهی (SI= ۰/۱۶) دو برابر شدیدتر از تنش در مرحله ساقه دهی (SI= ۰/۰۸) است.

شاخص‌های MP، GMP و STI بر اساس عملکرد ارقام در دو محیط دارای تنش و بدون تنش رطوبتی و بر اساس شدت تنش (SI) برابر ۰/۱۶ محاسبه شدند. تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵٪ از لحاظ کلیه شاخص‌های مذکور بین ارقام دیده

Archive of SID

www.SID.ir

شد (جدول ۶). نتایج حاصل از مقایسه میانگین شاخص‌ها (جدول ۶) نشان داد که بر اساس شاخص‌های میانگین تولید (MP) رقم زرفام با ۳۷۱۱/۰۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین و رقم لیکورد با ۲۹۱۸/۶۵ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند. همچنین همین ارقام (رقم زرفام با ۳۷۰۵/۰۸ کیلوگرم در هکتار بیشترین و رقم لیکورد با ۲۹۰۵/۶۰ کیلوگرم در هکتار کمترین) شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) را داشتند. علاوه بر این ارقام زرفام و لیکورد به ترتیب با مقدار شاخص تحمل به تنش (STI) برابر ۱/۰۷ و ۰/۶۶ متحمل‌ترین و حساس‌ترین ارقام بودند (جدول ۶).

با در نظر گرفتن مقادیر MP و GMP، ارقام زرفام و لیکورد را می‌توان جزء متحمل‌ترین و حساس‌ترین رقم‌ها در بین ارقام مطالعه شده در این آزمایش در نظر گرفت. انتخاب بر اساس MP باعث گزینش ارقام با پتانسیل عملکرد بالا می‌گردد. شاخص GMP بر خلاف MP به مقادیر نسبتاً زیاد Y_S و Y_P حساسیت ندارند و در مقایسه با MP دارای اثر اریبی به سمت بالا نمی‌باشد (Fernandez, 1992).

شاخص تحمل به تنش (STI) ارقامی را گزینش می‌کند که در هر دو محیط دارای تنش و بدون تنش، عملکرد بالایی دارند. بنابراین طبق نظر Fernandez (۱۹۹۲) بهترین شاخص برای گزینش ارقام، شاخص STI می‌باشد، چون قادر است ژنوتیپ‌های گروه A را از گروه B، C و D جدا نماید. با توجه به نتایج این تحقیق هر سه رقم مورد مطالعه در این آزمایش مقادیر نسبتاً بالای STI را به خود اختصاص داده و در گروه A قرار گرفتند (شکل ۱).

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق بیان کننده آن است که تنش سبب آثار منفی بر صفات کمی و کیفی کلزا می‌شود، علت این موضوع را می‌توان از یک سو به تأثیر سوء تنش خشکی بر کلیه واکنش‌های فیزیولوژیک گیاه و از سوی دیگر به توانایی تولید بالقوه بالای کلزا در شرایط مناسب رشد نسبت داد. در بین ارقام مورد مطالعه نیز، رقم زرفام تحمل بیشتری نسبت به دو رقم دیگر دارا بود و این رقم از مکانیسم تنظیم اسمزی به وسیله ترکیبات آلی از جمله قند و پروتئین برای مقاومت در برابر تنش برخوردار می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲: خلاصه جدول تجزیه واریانس داده‌های صفات مرتبط با عملکرد و کیفیت محصول کلزا

		عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	غلظت روغن	غلظت پروتئین
تکرار	۲	۱۲۷/۰ $^{n.s}$	۳۸۷/۴ $^{n.s}$	۱/۲ $^{n.s}$	۱۱/۶ $^{n.s}$	۱۶/۷۵ $^{n.s}$
ارقام	۲	۹۵۴۱/۴*	۴۶۵۲/۲ *	۴/۱*	۳۲۶/۷*	۲۱۵/۶۴ $^{n.s}$
تنش	۲	۱۴۲۵۵/۴*	۸۹۳۱/۹*	۵/۴*	۶۷۱/۴*	۴۹۱/۹*
ارقام×تنش	۴	۱۱۰۲۹/۳ *	۵۷۳۶/۱ *	۵/۵*	۴۸۲/۳*	۳۲۲/۷ *
اشتباه	۱۶	۸۸۲۰/۶	۲۲۴۷/۷	۳/۳	۱۰۳/۸۷	۸۸/۹۱
ضریب تغییرات	-	۲۳/۱	۲۱/۸	۲۷/۰	۱۶/۴	۱۰/۶

**، * و $^{n.s}$ به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و غیرمعنی‌دار

جدول ۳: مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و وزن هزار دانه

تیمار	عملکرد بیولوژیک (t/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	وزن هزار دانه (g)
تیمارهای تنش			
عدم تنش	۱۴/۷۷a	۳۵۶۱/۱a	۳/۱۸a
تنش در مرحله رویشی	۱۲/۷۵b	۳۲۷۰/۷b	۲/۷۸ab
تنش در مرحله زایشی	۱۱/۹۹b	۲۹۸۵/۰c	۲/۴۵b
تیمارهای ارقام			
زرفام	۱۴/۸۹a	۳۷۲۹/۸a	۳/۲۵a
لیکورد	۱۲/۷۴b	۳۱۹۸/۲b	۲/۷۶b
اورنیت	۱۱/۸۷b	۲۸۹۴/۰b	۲/۴۰b

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار است.

جدول ۴: مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای تنش خشکی × ارقام کلزا

تیمار	عملکرد بیولوژیک (t/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	وزن هزار دانه (g)	غلظت روغن (٪)	غلظت پروتئین (٪)
C_1S_1	۱۶/۱۴a	۳۹۲۱/۴a	۳/۶۵a	۴۰/۰۳c	۱۸/۹۱d
C_1S_2	۱۴/۸۳b	۳۷۶۷/۴b	۳/۲۷ab	۳۸/۷۴cd	۲۰/۰۷c
C_1S_3	۱۳/۷۲b	۳۵۰۰/۷c	۲/۸۴bc	۳۵/۹۱d	۲۰/۳۷c
C_2S_1	۱۴/۲۷b	۳۵۸۳/۷c	۳/۱۶b	۴۵/۸۶ab	۲۴/۴۹a
C_2S_2	۱۲/۱۴c	۳۱۹۹/۸d	۲/۶۳c	۴۱/۹۹bc	۲۲/۹۲b
C_2S_3	۱۱/۸۱cd	۲۸۱۱/۲de	۲/۴۹c	۴۰/۸۵c	۲۰/۹۸bc
C_3S_1	۱۳/۹۱b	۳۱۹۴/۲d	۲/۷۳c	۴۸/۲۸a	۲۳/۵۴ab
C_3S_2	۱۱/۲۸d	۲۸۴۴/۹de	۲/۴۶c	۴۴/۳۲b	۲۱/۶۴bc
C_3S_3	۱۰/۴۴d	۲۶۴۳/۱e	۲/۰۳d	۴۲/۱۳bc	۲۰/۰۱c

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵: مقایسه میانگین غلظت روغن و پروتئین در دانه

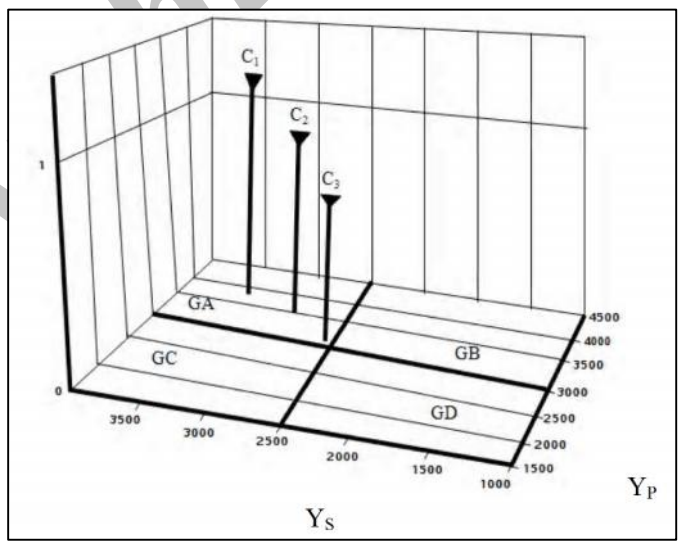
تیمار	غلظت روغن (٪)	غلظت پروتئین (٪)
تنش		
عدم تنش	۴۴/۷۲a	۲۲/۳۱a
تنش در مرحله رویشی	۴۱/۶۸b	۲۱/۵۴ab
تنش در مرحله زیشی	۳۹/۶۳b	۲۰/۴۵b
ارقام		
زرفام	۳۸/۲۲b	۱۹/۸۷b
لیکورد	۴۲/۹۰a	۲۲/۷۹a
اورنیت	۴۴/۹۱a	۲۱/۷۳ab

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار است.

جدول ۶:مقادیر عملکرد ارقام دانه کلزا در محیط دارای تنش (Y_S) و بدون تنش (Y_P)، شاخص‌های تحمل به

زرفام	۳۵۰۰/۷	۳۹۲۱/۴	۳۷۱۱/۰۵a	۳۷۰۵/۰۸a	۱/۰۷a
اورنیت	۲۸۸۱۱/۲	۳۵۸۳/۷	۳۱۹۷/۴۵b	۳۱۷۴/۰۳b	۰/۷۹b
لیکورد	۲۶۴۳/۱	۳۱۹۴/۲	۲۹۱۸/۶۵b	۲۹۰۵/۶۰b	۰/۶۶b
میانگین مربعات	۵۴۷۹۲۱/۰۷*	۶۲۸۵۴/۳۲*	۱۵۶۸۲۳/۲۰*	۱۶۳۹۵۱/۵۴*	۱/۰۷*
ضریب تغییرات	-	۱۸/۳۴	۲۳/۵۱	۲۷/۰۲	۲۲/۹۱

خشکی همراه با میانگین مربعات و ضریب تغییرات ژنوتیپ‌ها برای هر صفت در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.



شکل ۱: پراکنش ارقام بر اساس عملکرد دانه ارقام کلزا در محیط‌های دارای تنش (Y_S) و بدون تنش (Y_P) و شاخص STI در شدت تنش برابر ۰/۱۶ (در این نمودار C_1، C_2 و C_3 به ترتیب ارقام زرفام، اورنیت و لیکورد و G مخفف Group)

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

-**Ali, M. A., I. Ohlsson and H. Svensk. 1988.** Drought stress response in rapeseed (Brassica Juncea L. and B. napus L.). Growth, yield and yield components. Agric. Hortic. Genet., 46: 16-48.

-**Aspinal, D., and L. Paleg. 1981.** Proline accumulation: Physiological aspects. Pages 215-228 in L. G. Paleg and D., Spinal, eds. The physiology and biochemistry of drought resistance in plants. Academic Press, Sidney.

-**Boyer, J. S. 1982.** Plant productivity and environment. Science, 218: 443-448.

-**Bradford, K. J. 1994.** Water stress and the water relations of seed developments: A critical review. Crop Sci., 34: 1-11.

-**Champolivier, L and A. Merrine. 1996.** effects of water stress applied at different growth stages to Brassica napus L. var. Oleifera on yield, yield components and seed quality. Europ. J. Agro., 5: 153-160.

-**Gunasekara, C. P., L. D. Martin, R. J. French., K. H. M. Siddique and G. H. Walton. 2003.** Effects of water stress on water relations and yield of Indian mustard (Brassica juncea L.) and canola (B. napus L.). Proceedings of the 11 th Australian Agronomy Conference, Geelong. Australia.

-**Henry, J. L and K. B. MacDonald. 1978.** The effects of soil and fertilizer nitrogen and moisture stress on yield, oil and protein concentration of rape. Can. J. Soil Sci., 58: 303-310.

-**Fereres, E, C, Gimenez and J. M. Fernandez. 1986.** Genetic variability in sunflower cultivars under drought, I: Yield relationships. Aust. J. Agric. Res., 37: 573-582.

-**Fernandez, G. C. J. 1992.** Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Kuo, C. C. (Ed), Proc. of an International Symposium on Adaptation of Food Crops and Water Stress. AVRDC, Shanhua, Taiwan.

-**Fischer, R. A and R. Mourer. 1978.** Drought resistance in spring wheat cultivar, I: Grain yield responses. Aus. J. Agric. Res., 29: 897-912.

-**Jensen, C. R., V.O. Mogensen, J. K. fieldsen and J. H. Thage. 1996.** Seed glucosinolate, oil and protein contents of field-grown rape (Brassica napus L) affected by soil drying and evaporative demand. Field Crop Res., 47: 93-105.

-**Levitt, J. 1980.** Responses of Plant to Environmental Stresses. Academic Press, New York.

Archive of SID

www.SID.ir

-**Madan, S., H. S. Nainwatee, R. K. Jain and J. B. Chowdhury. 1995.** Proline and proline metabolizing enzymes in invitro selected NaCl tolerant Brassica Juncea under salt stress. Ann. Bot., 76: 51-57.

-**Mailer, R. J and P. S. Cornish. 1987.** Effects of water stress on glicosinolate and oil contents in the rape (Brassica napus L.) and turnip rape (B.rapa L). Aust. J. Exp. Agric., 27: 707-711.

-**Moradianfar, H. 1999.** Rapeseed a plant valuable and benefical. Farm, 29: 32-33.

-**Niazi, J. and R. Fouladmand. 2006.** Irrigation regime and requirement of three different cultivars of rapeseed in Zarghan region, Fars province. Journal of Sciences and Technologies of Agriculture and Natural resources. 10 (3): 71-81.

-**Rosielle, A. A and J. Hamlin. 1981.** Theorical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crops Sci., 21: 943-946.

-**Saeid, M. S. and H. Farah Bakhsh. 2008.** Study of quality and quantity characteristics of rapeseed yield under condition of salt stress and introducing the best resistance indicators. Journal of Sciences and Technologies of Agriculture and Natural resources. 12(43): 65-78.

-**Saini, H. S and M. E. Westgate. 2000.** Reproductive development in grain crops during drought. Advance in agronomy. 68: 60-95.

-**Schnider, K. A., R. Rosales-Serna., F. Ibarra-Perez., B. Cazares-Enriques., J. A. Acosta-Gallegos., P. Ramirez-Vallejo., N. Wassimi and J. D. Kelly. 1997**. Improving common bean performance under drought stress. Crop Sci., 37: 43-50.

-**Shahbazi, M. and Z. Mohaghegh Doust. 1996.** Evaluating Effects of NaCl on growth and accumulation of organic and inorganic matter in wheat. Iranian Journal of Agriculture Science. 27: 70-87.

-**Sinaki, J. M., E, Madjidi Heravan., A. H. Shirani Rad., G. Noormohammadi and G. Zarei. 2007.** The effects of water deficit during growth stages of canola (Brassica napus L.). American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 2 (4): 417-422.

-**Wright, G. C., C. J. Smith and M. R. Woodroofe. 1988.** The effect of irrigation and nitrogen fertilizer on rapeseed (Brassica napus L.) production in southeastern Australia. Irrig. Sci., 9: 1-13.

Archive of SID

www.SID.ir