بررسی صفات کمـّی و کیفی عملکرد کلزا تحت شرایط تنش شوری و شناسایی بهترین شاخص مقاومت

محدثه شمس الدین سعید و حسن فرح‌بخش[1*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۱۰/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۵/۹)

چکیده

به منظور مطالعه آثار تنش شوری بر صفات کمـّی و کیفی ارقام کلزای پاییزه، تعیین مکانیزم‌های احتمالی تحمـل بـه شـوری و شناسـایی بهترین شاخص مقاومت، آزمایشی در سال ۱۳۸۳ در دانشگاه شهید باهنر کرمان به صورت فاکتوریل و در قالب طـرح بلـوک‌هـای کامـل تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایش ترکیبی از ۳ واریته (زرفام، سرز و اکاپی)، دو نوع نمک (کلریـد سـدیم و کلریـد کلسیم) و چهار میزان شوری (۱۲، ۸، ۴ و صفر دسی زیمنس بر متر) بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نـشان داد کـه افـزایش شوری اثر منفی معنی‌داری بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد خورجین خوشه اصلی و فرعی، تعداد دانه در خورجین خوشـه اصـلی و فرعی، طول خورجین در خوشه اصلی و فرعی، عملکرد روغن و عملکرد پروتئین داشته (P<۰/۰۰۱) و صفات مذکور بـه ترتیـب ۹۲/۴٪، ۶۷٪، ۸۵/۵٪، ۸۶/۳٪، ۷۲/۹۶٪، ۷۲/۸۰٪، ۷۷/۰۳٪، ۷۶/۹٪، ۶۸/۴۲٪ و ۴۰/۱۵٪ کاهش را نشان دادند. ارقام نیز از لحاظ کلیه صفات مذکور رفتار مشابهی را نشان دادند. رقم زرفام در کلیه صفات بالاترین مقادیر را به استثنای عملکـرد روغـن دارا بـود. تجزیـه واریـانس داده‌هـا هم‌چنین نشان داد که شوری میزان پرولین، پروتئین و قند ارقام را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد (P<۰/۰۰۱). بیشترین غلظت قند و پروتئین در تیمار شاهد و کمترین آنها در تیمار ۱۲ دسی زیمنس بر متر مشاهده گردید. در مقابل با افزایش شوری غلظت پرولین نیز افزایش یافت. بر اساس شاخص‌های مقاومت MP، GMP و STI رقم زرفام در بالاترین سطح قرار داشت و به عنوان رقم مقاوم شناخته شد.

واژه‌های کلیدی: صفات کمّی و کیفی، شوری، شاخص‌های مقاومت، کلزا

مقدمه

شوری یکی از اصلی‌ترین عوامـل محدودکننـده رشـد و تولیـد محصولات کشاورزی می‌باشد. بر اساس برآوردهای انجام شـده ۵۰ درصد اراضی دنیا با مشکل شوری مواجه می‌باشند کـه سـه برابر مساحت اراضی زیر کشت است و مجموع خاک‌های شـور و سدیمی در ایران حدود ۲۷ میلیون هکتار تخمین زده می‌شـود که بیش از نیمی از زمین‌های قابل کشت می‌باشد (۴).

در شرایط شور، گیاهان نیاز به مکـانیزم‌هـای ویـژه‌ای بـرای تنظیم شرایط اسمزی داخلی و تغییر فشار در محیط ریشه دارند. گیاهان تحت تنش از طریـق تجمع اسیدهای آمینه آزاد، قندهای

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hfarahbakhsh@Mail.uk ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.43.7.5]

محلول و پروتئین‌ها پتانسیل اسمزی خود را کاهش می‌دهند و بدین طریق تنظیم اسمزی حاصل می‌شود (۲۳). با افزایش شوری افزایش غلظت قندهای محلول در گندم (۷)، گیاهچه‌های سورگوم علوفه‌ای (۱۸) و افزایش پرولین در Brassica rapa (۱۷)، Brassica juncea (۲۲) و افزایش غلظت پروتئین در برنج (۲۱) گزارش شده است.

یکی از روش‌های مؤثر مقابله با مشکل شوری کشت واریته گیاهان متحمل به شوری می‌باشد. این واریته‌ها شاخص‌های متفاوتی جهت گزینش بر اساس تظاهرشان در محیط‌های با شرایط دشوار و عادی ارائه می‌دهند. یکی از این شاخص‌ها، شاخص حساسیت به تنش (Stress Susceptibility Index)SSI می‌باشد که توسط فیشر و مورو (۱۴) ارائه شده است. هر چه مقدار این شاخص کوچک‌تر باشد، میزان مقاومت به تنش بیشتر است. انتخاب براساس این شاخص سبب گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد پایین در شرایط مطلوب ولی عملکرد بالا در شرایط تنش می‌شود. روزیل و هامبلین (۲۵) شاخص تحمل(Tolerance index)TOL را به صورت اختلاف عملکرد در شرایط تنش و شرایط مطلوب و هم‌چنین شاخص بهره‌وری متوسط را به صورت میانگین عملکرد هر دو محیط پیشنهاد نمودند. مقادیر بالای این شاخص تحمل نمایانگر حساسیت بیشتر به تنش بوده و هر چه مقدار آن پایین‌تر باشد، مطلوب‌تر خواهد بود. فرناندز (۱۲) ارقام را از نظر عکس‌العمل آنها در شرایط وجود و عدم وجود تنش به چهار گروه ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالایی در هر دو محیط شاهد و تنش دارند (A)، ژنوتیپ‌هایی که صرفا عملکرد خوبی در شرایط بدون تنش دارند (B)، ژنوتیپ‌هایی که صرفاً عملکرد خوبی در شرایط تنش دارند (C) و ژنوتیپ‌هایی که تظاهر ضعیفی در هر دو محیط دارند (D) تقسیم و گزارش کرد که مناسب‌ترین معیار شاخصی است که بتواند ژنوتیپ‌های گروه A را از سایر گروه‌ها تشخیص بدهد. هم‌چنین فرناندز (۱۳) شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (Geometric Mean Productivity) GMP و شاخص تحمل به تنش (Stress Tolerance Index) STI را جهت شناسایی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا تحت هر دو شرایط تنش و مطلوب پیشنهاد نمود. مقدار بالای شاخص تحمل به تنش برای یک ژنوتیپ، بیانگر تحمل به تنش بالاتر و عملکرد بالقوه بیشتر آن ژنوتیپ می‌باشد. بدینگر و همکاران (۱۱) نیز شاخص پاسخ به تنش را پیشنهاد نمودند که ارزش مثبت آن نشانگر تحمل به تنش بوده و مستقل از آثار عملکرد بالقوه و تاریخ گل‌دهی است. برخی محققان تلاش‌هایی در جهت تعیین بهترین معیار به منظور انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب تحت شرایط تنش انجام دادند. برای مثال احمدی و سی و سه مرده (۱) گزارش کردند که از شاخص‌های مورد مطالعه دو شاخص تحمل به تنش و متوسط محصول‌دهی (Mean Productivity) Mp در جداسازی ارقام گروه A مؤثرتر بودند. امیری اوغان و همکاران (۵) گزارش کردند که هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و شاخص تحمل به تنش و متوسط بهره‌وری وجود دارد و شاخص متوسط بهره‌وری را بهترین شاخص جهت گزینش ارقام متحمل به تنش معرفی کردند. افسر و همکاران (۳) 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 و۱/۲ ٪ فسفر قابل جذب دارای ارزش غذایی قابل ملاحظه‌ای است (۸ و ۹). بر اساس آزمایش‌هایی که به منظور بررسی آثار تنش شوری بر عملکرد کلزا انجام شده با افزایش شوری، اجزای عملکرد از جمله وزن هزار دانه و تعداد دانه در خورجین کاهش می‌یابند (۲). فرانکوئیس (۱۵) نشان داد که عملکرد دانه کلزا در اثر شوری به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. اما درصد روغن و پروتئین کنجاله تحت تأثیر شوری قرار نگرفت. وی حد آستانه تحمل به شوری برای رشد زایشی کلزا را ۱۱ دسی زیمنس بر متر تعیین نموده است.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.43.7.5]

در ایران در سال‌های اخیر کشت و پرورش این گیاه روغنی مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به مشکل شوری آب و خاک در بیشتر مزارع و با توجه به تعداد زیاد ژنوتیپ‌های کلزا که احتمالاً از لحاظ میزان مقاومت یا تحمل به شوری متفاوت می‌باشند، این آزمایش با هدف بررسی آثار تنش شوری ناشی از کلرید سدیم و کلرید کلسیم روی عملکرد کمّی و کیفی ارقام کلزای پاییزه، تعیین مکانیزم‌های احتمالی مقاومت به تنش شوری، شناسایی بهترین شاخص مقاومت به شوری و معرفی ژنوتیپ مقاوم به شوری را در بین ارقام حاضر در این آزمایش از طریق شاخص‌های مقاومت به شوری به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه آثار تنش شوری بر صفات کمّی و کیفی ارقام کلزای پاییزه، تعیین مکانیزم‌های احتمالی تحمل به شوری و شناسایی بهترین شاخص مقاومت، آزمایشی در سال ۱۳۸۳ در دانشگاه شهید باهنر کرمان به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرارانجام گرفت. تیمارهای آزمایش ترکیبی از ۳ واریته (زرفام، سرز و اکاپی)، دو نوع نمک (کلرید سدیم و کلرید کلسیم) و چهار میزان شوری (صفر (شاهد)، ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر) بودند.

بذرهای مورد استفاده در این آزمایش از موسسه اصلاح و تهیه بذر و نهال کرج تهیه و پس از انتخاب بذرهای یکسان از نظر اندازه، این بذرها با هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد به مدت ۳۰ ثانیه ضد عفونی و سپس ۳ تا ۵ بار با آب مقطر شسته شدند. بذرهای درون گلدان های پلاستیکی با قطر دهانه ۳۰ سانتی متر و ارتفاع ۳۵ سانتی متر در دهه دوم مهر ماه سال ۱۳۸۳ کشت گردیدند. عمق کاشت بذرها ۱- ۱/۵ سانتی متر و هر کدام از گلدان‌ها حاوی ۱۴ کیلوگرم خاک بودند. خاک مورد استفاده لوم شنی با pH معادل ۷/۴ بود. به منظور جلوگیری از تجمع نمک در گلدان‌ها دو سوراخ به قطر یک سانتی‌متر در ته گلدان‌ها، به عنوان زه‌کش تعبیه و ته هر گلدان به ارتفاع ۵ سانتی‌متر سنگریزه ریخته شد و از اندازه‌گیری هدایت الکتریکی (EC) آب زه‌کش برای سنجش میزان شوری تجمع یافته درون خاک گلدان در طی زمان استفاده گردید. گلدان‌ها به نحوی پر شدند که سطح خاک هر گلدان تا دهانه آن ۵ سانتی متر فاصله داشت. در طول دوره رشد، گلدان‌ها در هوای آزاد و در زیر یک محافظ باران که هوای آزاد از اطراف به راحتی در آن جریان داشته و فقط قسمت سقف آن برای جلوگیری از ریزش باران با نایلون شفاف پوشانده شده بود، نگه‌داری شدند. پس از استقرار کامل گیاهچه‌ها سه بوته در هر گلدان حفظ و بقیه حذف شدند. اعمال تیمار شوری از طریق آبیاری و با استفاده از محلول‌های دارای هدایت الکتریکی معین و در مرحله چهار برگی صورت گرفت. در طول دوره رشد آبیاری‌ها به صورت هفتگی انجام شد.

به دلیل تفاوت در رسیدگی ارقام و تیمارهای شوری، برداشت در طی یک دوره ۱۵ روزه انجام گرفت. خورجین‌ها برداشت و وزن گردیدند. بذرها سپس کوبیده شده و پس از تمیز شدن مجدداً وزن گردیدند. طول خورجین‌ها با استفاده از خط کش بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. تعداد خورجین‌ها در هر بوته و تعداد دانه در هر خورجین نیز شمارش گردید. جهت تعیین عملکرد بیولوژیک، کلیه اندام‌های هوایی گیاه در حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس توزین گردیدند. در نمونه‌های برگی خشک شده مقدار قندهای احیا کننده با استفاده از روش سوموگی- نلسون (۲۶)، پرولین آزاد با استفاده از روش بیتز و همکاران (۱۰) و پروتئین کل با روش لوری و همکاران (۲۰) اندازه‌گیری گردید. این اندازه‌گیری‌ها در نمونه‌هایی انجام گرفت که از تمام گیاهان هر گلدان برداشت شده بود.

شاخص‌های مقاومت به تنش شوری با مورد استفاده قرار دادن عملکرد و براساس فرمول‌ها و روابط زیر محاسبه شدند (۱ و ۵):

شاخص حساسیت به تنش $SSI = (1-Y_S/Y_P)/SI$

شاخص تحمل $TOL = Y_P - Y_S$

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

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.43.7.5]

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

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

در روابط فوق

Ys: عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ تحت شرایط تنش محیطی

YP: عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ تحت شرایط مطلوب،

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

که در آن: $\hat{Y}_P$و$\hat{Y}_S$ به ترتیب میانگین عملکرد تمامی ژنوتیپ‌ها تحت شرایط خشکی و مطلوب است.

داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه واریانس، رگرسیون و هم‌بستگی قرار گرفتند. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از نرم افزار MSTATC و بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تنش شوری به‌طور معنی‌داری عملکرد و اجزای آن را تحت تأثیر قرار داد ($P<0/001$) و جدول۱). به طوری که با افزایش میزان شوری مقادیر این صفات کاهش یافت (جدول ۲). هم‌بستگی بالای عملکرد دانه با اجزای عملکرد (جدول ۴) از یک طرف و کاهش مقدار این اجزا در اثر شوری از طرف دیگر (جدول ۲)، نشان داد که کاهش عملکرد امری کاملاً منطقی می‌باشد. با توجه به این‌که گیاهان بخش عمده‌ای از دوره رشد خود را در معرض شوری گذرانده‌اند و میزان یون‌های سمی کلر و سدیم به‌طور طبیعی در برگ‌ها با افزایش شوری افزایش می‌یابد، بنابراین احتمالا می‌توان کاهش عملکرد را به تجمع زیاد یون‌ها در داخل گیاه نسبت داد. هم‌چنین با توجه به کاهش وزن هزار دانه و تعداد خورجین در خوشه اصلی و فرعی در سطح اول شوری احتمالا می‌توان نتیجه‌گیری کرد که این اجزا حساسیت بیشتری به شوری داشته اند و لذا نقش بیشتری در کاهش عملکرد داشته‌اند (جدول ۲). این یافته تاییدی بر یافته‌های پژوهشگرانی است که نشان دادند تنش شوری باعث کاهش تعداد خورجین و وزن دانه می‌شود (۲، ۱۶ و ۲۳).

مقایسه تیمار بدون نمک با تیمار ۱۲dS/m نشان دهنده کاهش وزن هزار دانه معادل ۶۷٪ است که این کاهش ممکن است به یکی از دو دلیل کاهش در میزان مواد فتوسنتزی وارد شده به نیام‌ها به دلیل اختصاص بخشی از مواد فتوسنتزی تولید شده برای تعدیل فشار اسمزی مورد نیاز گیاه، کاهش شدت فتوسنتز، کاهش شدت رشد در اثر افزایش پتانسیل اسمزی و یا کاهش طول دوره پر شدن دانه‌ها باشد.

مقایسه میانگین تعداد خورجین در خوشه اصلی در بین تیمارهای شوری نشان داد که تیمار ۱۲ dS/m با ۴/۸۷ خورجین کمترین و تیمار شاهد با ۳۳/۶ خورجین بیشترین تعداد را دارا بودند (جدول ۲). بر اساس گزارش‌های سایر محققین (۱۶ و ۱۹) احتمالا کاهش تعداد خورجین از افزایش هورمون اسید آبسسیک ناشی شده باشد که زیادی این هورمون می‌تواند سبب مرگ دانه‌های گرده شده و لذا تعداد گل‌های تلقیح شده و تعداد خورجین را کاهش می‌دهد. البته در گیاهان رشد نامحدودی از قبیل کلزا زمان تولید گل نیز سرنوشت آن را تعیین می‌کند و از آنجا که تنش اعمال شده از یک طرف باعث تسریع در گل‌دهی و کاهش طول دوره گل‌دهی گردیده و از طرف دیگر باعث رشد رویشی کمتر و درنتیجه تولید مواد فتوسنتزی کمتر گشته، تحت این شرایط گیاه بقای خود را به هزینه کاهش تعداد غلاف تضمین می‌نماید. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود از نظر تعداد دانه در خورجین و طول خورجین نیز تحت تأثیر شوری اختلاف معنی‌داری به وجود آمد ولی میزان این تأثیر نسبت به سایر اجزای عملکرد کمتر بود و تنها با افزایش شوری، از ۸dS/m اختلاف معنی‌داری نشان دادند. شوری از طریق افزایش فشار اسمزی محلول خاک منجر به کاهش جذب آب و در نتیجه کاهش تقسیم، طویل شدن و تمایز سلولی می‌گردد (۴). لذا طول خورجین‌ها با افزایش شوری کاهش می‌یابد. با توجه به ضریب هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار بین طول خورجین و تعداد دانه در خورجین (جدول ۴) به نظر می‌رسد یکی از علل کاهش تعداد دانه در خورجین در اثر شوری کاهش طول خورجین‌ها باشد. از طرف دیگر اختلال در متابولیسم

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.43.7.5]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.43.7.5] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]

جدول۱. تجزیه واریانس عملکرد دانه (گرم در بوته)، وزن هزار دانه (گرم)، تعداد خورجین خوشه اصلی و فرعی، تعداد دانه در خورجین خوشه اصلی و فرعی، طول خورجین خوشه اصلی و فرعی (سانتی‌متر)، عملکرد روغن (میلی‌گرم در گرم بذر)، عملکرد پروتئین (میلی‌گرم در گرم بذر)، غلظت قند (میلی‌گرم بر لیتر)، پروتئین (میلی‌گرم درلیتر)، و پرولین (میکرومول بر لیتر)

عوامل تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات										
		عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد خورجین خوشه اصلی	تعداد خورجین خوشه فرعی	تعداد دانه در خورجین خوشه اصلی	تعداد دانه در خورجین خوشه فرعی	طول خورجین خوشه اصلی	طول خورجین خوشه فرعی	عملکرد روغن	عملکرد پروتئین	قند	پروتئین	پرولین
بلوک	۳	۰/۰۶۶ ns	۰/۶۷ ns	۱/۱۹ ns	۴/۲۲ ns	۰/۶۵ ns	۰/۴۵ ns	۰/۱۶ ns	۰/۰۶ ns	۲۳/۵۳ ns	۲۷۱/۷۷ ns	۰/۷۶۸ ns	۱/۷۳۸ ns	۸۵/۱۱۴**
رقم	۲	۴/۵۶***	۳۰/۲۸***	۱۳/۴۶***	۲۳/۱۱***	۱۳/۸۷***	۸/۴۷***	۱/۲۸**	۱/۴۱***	۷۴۳/۸۶***	۳۴۷۰/۳۵***	۲/۷۱۷**	۲/۳۲۱**	۱۶/۶۳۹**
نوع نمک	۱	۰/۰۲۰ ns	۱/۸۴ ns	۰/۶۳ ns	۰/۱۶ ns	۰/۴۷ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۵ ns	۱۸۵/۵۰ ns	۰/۲۹۷ ns	۱/۰۲۹ ns	۰/۶۸۶ ns	۰/۶۲۵ ns
غلظت نمک	۳	۲۳/۸۸**	۲۴/۲۷***	۷۶/۵۸***	۹۲/۳۵***	۴۵/۰۷***	۳۶/۰۴***	۷/۶۲***	۶/۶۴***	۲۷۸۴/۳۱**	۴۷۴۳/۴۲***	۲/۱۰۶*	۳/۱۳**	۵۰/۰۹۰**
رقم×نوع نمک	۲	۰/۰۶ ns	۰/۲۶ ns	۰/۱۵ ns	۰/۰۵ ns	۰/۵۱ ns	۰/۱۳ ns	۰/۰۶ ns	۰/۰۵ ns	۸۶/۷۶ ns	۲۰۵/۸۹ ns	۱/۰۲۲ ns	۰/۳۱۱ ns	۱/۲۳۷ ns
رقم×غلظت نمک	۶	۰/۴۰ ns	۲/۱۷**	۵/۰۶**	۷/۷۲**	۵/۰۱***	۴/۴۷***	۰/۵۷**	۰/۵۲**	۴۸۷/۳۲***	۱۶۲۷/۱۴ ***	۲/۰۷۷ *	۹/۳۴ ***	۲۷/۱۹۸**
نوع نمک×غلظت نمک	۳	۰/۱۴ ns	۲/۵۲**	۱/۳۶ ns	۰/۸۰ ns	۱/۰۵ ns	۰/۶۵ ns	۰/۱۸ ns	۰/۲۱ ns	۲۳۹/۰۵ ns	۵۷۷/۰۶ ns	۱/۰۰۲ ns	۰/۸۲۸ ns	۰/۰۸۴ ns
رقم×نوع نمک×غلظت نمک	۶	۰/۲۳ns	۱/۷۲**	۱/۵۳ ns	۰/۹۹ ns	۰/۶۰ ns	۰/۹۳ ns	۰/۱۱ ns	۰/۱۳ ns	۹۳/۲۷ ns	۳۸۰/۴۸ ns	۰/۹۵ ns	۰/۱۰۱ ns	۱/۳۸۹ ns
خطا	۶۹	۰/۱۹۸	۰/۵۲۸	۱/۳۳۱	۲/۳۱۴	۱/۰۷	۱/۱۷۳	۰/۱۸۵	۰/۱۹۶	۹۳/۷۴۵	۳۷۱/۵۴۸	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۶۳۱

ns ، * ، ** و *** : به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪، بسیار معنی‌دار

توجه : به علت وجود سه تکرار درجه آزادی خطای قند، پرولین و پروتئین ۴۶ می‌باشد.

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.43.7.5] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]

جدول ۲. مقایسه میانگین عملکرد دانه (گرم در بوته)، وزن هزار دانه (گرم)، تعداد خورجین خوشه اصلی و فرعی، تعداد دانه در خورجین خوشه اصلی و فرعی، طول خورجین خوشه اصلی و فرعی (سانتی‌متر)، عملکرد روغن (میلی‌گرم در گرم بذر)، عملکرد پروتئین (میلی‌گرم در گرم بذر)، غلظت قند (میلی‌گرم بر لیتر)، غلظت پروتئین (میلی‌گرم درلیتر)، و پرولین (میکرومول بر لیتر)

	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد خورجین خوشه اصلی	تعداد خورجین خوشه فرعی	تعداد دانه در خورجین خوشه اصلی	تعداد دانه خورجین خوشه فرعی	طول خورجین خوشه اصلی	طول خورجین خوشه فرعی	عملکرد روغن	عملکرد پروتئین	قند	پروتئین	پرولین
ارقام													
سرز	۳/۸ b	۱/۹۶ b	۱۹/۰۷ b	۱۳/۳۴ b	۱۴/۰۶ b	۱۲/۰۰ b	۳/۳۶ b	۳/۰۴ b	۳۵/۵۹ a	۶۴/۴۷ b	۳/۵۰ c	۳/۴۵ a	۶/۹۴ a
زرفام	۶/۵ a	۳/۵۴ a	۲۱/۸۶ a	۲۵/۴۲ a	۱۹/۴۴ a	۱۴/۹۴ a	۴/۰۶ a	۳/۷۴ a	۲۴/۰۰ b	۸۳/۱۹ a	۳/۷۶ b	۲/۸۷ c	۵/۷۲ b
اکاپی	۳/۹۷ b	۱/۷۷ b	۱۵/۷۹ b	۱۹/۸۸ b	۱۲/۲۰ b	۱۰/۶۲ b	۲/۹۹ b	۲/۶۲ b	۳۹/۶۴a	۶۴/۳۱ b	۴/۱۷ a	۳/۳۶ b	۷/۳۲ a
غلظت نمک (دسی زیمنس برمتر)													
۰	۱۰/۴۳ a	۳/۴۴ a	۳۳/۶۰ a	۳۸/۰۳ a	۲۱/۵۳ a	۱۸/۴۲ a	۴/۹۲ a	۴/۴۶ a	۴۸/۹۳ a	۸۶/۶۹ a	۴/۲۸ a	۳/۶۸ a	۴/۵۲ d
۴	۵/۵۷ b	۲/۸۷ b	۲۴/۳۰ b	۲۳/۴۰ b	۲۰/۹۱ a	۱۶/۹۳ a	۴/۶۶ a	۴/۲۲ a	۳۴/۹۲ b	۸۰/۹۸ a	۳/۸۲ b	۳/۳۷ b	۶/۴۰ c
۸	۲/۲۶ c	۲/۳۰ c	۱۲/۸۶ c	۱۱/۵۵ c	۱۲/۶۸ b	۱۰/۱۰ b	۳/۱۶ b	۲/۷۷ b	۲۱/۵۹ c	۵۶/۸۴ b	۳/۶۲ c	۳/۱۰ c	۷/۲۲ b
۱۲	۰/۷۸۹ d	۱/۱۰ d	۴/۸۷ d	۵/۲۱ d	۵/۸۲ b	۴/۶۴ c	۱/۱۳ c	۱/۰۳ c	۱۵/۴۵ c	۵۱/۸۸ b	۳/۵۱ d	۲/۷۷ d	۸/۵۱ a

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.

کربوهیدرات‌ها به واسطه افزایش شوری که از کاهش غلظت قند برگ‌ها نتیجه می‌شود (جدول۲) می‌تواند به کاهش مقدار کربوهیدرات‌های قابل دسترس برای ارسال به اعضای ذخیره کننده منجر شده که در نتیجه مقدار سقط جنین افزایش و تعداد دانه تشکیل شده کاهش یافته است(۱۵). کاهش عملکرد و اجزای عملکرد با افزایش شوری توسط سایر محققین در کلزا (۲، ۲۷ و ۲۸)، کنجد (۲۳) و گندم (۷)، نیز گزارش شده است.

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین ارقام تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه و اجزای آن وجود داشت (P<۰/۰۰۱ و جدول۱). به طوری که رقم زرفام از نظر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد خورجین در خوشه اصلی، تعداد خورجین در خوشه فرعی، طول خورجین خوشه اصلی و طول خورجین خوشه فرعی نسبت به دو رقم دیگر برتری نشان داد (جدول ۲).

بنا بر نتایج به‌دست آمده اثر متقابل رقم × غلظت نمک بر اجزای عملکرد نیز معنی‌دار بود (جدول ۱) و در هر سه رقم با افزایش غلظت نمک کلیه اجزای عملکرد کاهش یافتند اما درصد کاهش در ارقام مختلف متفاوت بود (جدول ۳). اگر چه رقم زرفام در شرایط بدون تنش در برخی اجزای عملکرد پایین ترین مقادیر را نسبت به دو رقم دیگر نشان داد اما در شرایط تنش متوسط و شدید (dS/m ۱۲ و ۸) در کلیه صفات مورد بررسی بالاترین مقادیر را به خود اختصاص داده است (جدول۳) که علت آن وارد نشدن دو رقم سرز و به خصوص اکاپی به فاز زایشی در غلظت‌های بالای نمک می‌باشد. در این رابطه مونز (۲۴) اظهار داشت که اگر برگ‌های مسن‌تر زودتر از برگ‌های جوان‌تری که پس از آنها تولید می‌شوند بمیرند به تدریج بخش بیشتری از برگ‌ها از بین می‌روند و تمایز گل و تولید دانه به تاخیر و بعضا از وارد شدن به این مراحل جلوگیری به عمل می‌آید و این در حالی است که هنوز سطح برگ کافی برای تولید مواد فتوسنتزی وجود دارد.

عملکرد روغن و پروتئین به عنوان دو صفت کیفی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تنش شوری و رقم قرار گرفتند (P<۰/۰۰۱) و جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش شوری عملکرد روغن و پروتئین کاهش یافت (جدول ۲). البته کاهش عملکرد روغن از سطح اول شوری (۴dS/m) و عملکرد پروتئین از سطح دوم شوری (۸dS/m) شروع شد. به عبارت دیگر عملکرد روغن نسبت به عملکرد پروتئین، بیشتر تحت تأثیر شوری قرار گرفت. این امر بدین علت است که با افزایش میزان شوری درصد روغن کاهش ولی درصد پروتئین دانه افزایش یافت (۶). البته افزایش در درصد پروتئین دانه اثر منفی شوری بر عملکرد دانه را تنها تا سطح ۴dS/m جبران نموده و با افزایش شوری به ۸dS/m کاهش معنی‌داری در عملکرد پروتئین نیز مشاهده شد. گزارش‌های دیگری مبنی بر کاهش درصد روغن و افزایش درصد پروتئین در کلزا (۱۶، ۲۷ و ۲۸) و کنجد (۲۳) وجود دارد.

رقم زرفام علیرغم داشتن بالاترین عملکرد و اجزای عملکرد، پایین‌ترین عملکرد روغن را دارا بود. پایین بودن عملکرد روغن در این رقم به علت پایین بودن درصد روغن دانه این رقم حتی در شرایط بدون تنش می‌باشد که چنانچه از طریقی از جمله مهندسی ژنتیک بتوان ژن‌های کنترل کننده میزان روغن را به رقم زرفام که از نظر سایر خصوصیات نیز برتری قابل ملاحظه‌ای با دیگر ارقام دارد منتقل نماییم شاید بتوان به رقم اصلاح شده‌ای دست یافت.

بنابر نتایج به‌دست آمده اثر متقابل رقم × غلظت نمک بر روی عملکرد روغن و پروتئین نیز معنی‌دار بود و در هر سه رقم با افزایش غلظت نمک عملکرد روغن و پروتئین کاهش یافتند اما درصد کاهش در ارقام مختلف متفاوت بود. رقم زرفام اگر چه در شرایط بدون تنش پایین‌ترین عملکرد روغن را دارا بود، در شرایط تنش متوسط و شدید (dS/m ۱۲ و ۸) بالاترین عملکرد روغن و پروتئین را به خود اختصاص داده است (جدول۳).

تنظیم اسمزی به وسیله ترکیبات آلی همچون قند، پروتئین و پرولین یکی از مکانیسم‌های تحمل شوری می‌باشد و نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به این ترکیبات نشان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.43.7.5]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.43.7.5] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]

جدول۳. مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در غلظت نمک روی تعداد خورجین خوشه اصلی و فرعی، تعداد دانه در خورجین خوشه اصلی و فرعی، طول خورجین خوشه اصلی و فرعی (سانتی متر)، عملکرد روغن (میلی‌گرم در گرم بذر)، عملکرد پروتئین (میلی‌گرم در گرم بذر)، غلظت قند (میلی‌گرم بر لیتر)، پروتئین (میلی‌گرم برلیتر)، و پرولین (میکرومول بر لیتر)

غلظت نمک (dS/m)	رقم	تعداد خورجین خوشه اصلی	تعداد خورجین خوشه فرعی	تعداد دانه در خورجین‌های خوشه اصلی	تعداد دانه در خورجین‌های خوشه فرعی	طول خورجین روی خوشه اصلی	طول خورجین روی خوشه فرعی	عملکرد روغن	عملکرد پروتئین	قند	پروتئین	پرولین
۰	سرز	۳۴/۸۷۸ a	۲۸/۴۱۷ d	۲۳/۲۰۰ a	۱۹/۳۰۰ a	۵/۲۵۰ a	۴/۶۶ a	۴۵/۶۷ bc	۶۷/۸۶ bc	۴/۱۵ b	۴/۳۳ a	۳/۰۶ f
	زرفام	۳۰/۵۸۱ b	۴۱/۶۶۷b	۲۰/۸۵۰ b	۱۶/۶۵۰ b	۴/۷۷۰ bc	۴/۲۳ abc	۳۵/۷۳ b	۹۸/۷۲ a	۳/۱۷ g	۲/۸۱ h	۴/۴۹ e
	اکاپی	۳۵/۳۳۲ a	۴۴/۰۰۰ a	۲۰/۵۵۰ b	۱۹/۳۰۰ a	۴/۷۳۵ bc	۴/۴۹ ab	۶۵/۳۹ a	۹۳/۴۹ a	۷/۱۸ a	۳/۸۹ b	۶/۰۲ d
۴	سرز	۲۵/۹۱۸ c	۱۳/۲۰۸ f	۲۱/۳۷۵ b	۱۸/۳۵۹ a	۴/۹۷۳ ab	۴/۳۴ ab	۴۳/۵۱ b	۹۲/۶۱ a	۳/۹ d	۳/۶۵ d	۷/۰۰ c
	زرفام	۲۴/۷۵۰ d	۲۴/۲۵۰ e	۲۰/۸۰۰ b	۱۵/۷۲۵ bc	۴/۵۹۷ bc	۴/۲۳ abc	۲۵/۵۲ cd	۸۶/۰۲ ab	۴/۱۸ b	۲/۸۱ h	۴/۸۲ e
	اکاپی	۲۲/۲۴۹ e	۳۲/۷۵۰ c	۲۰/۵۵۰ b	۱۶/۷۰۰ b	۴/۴۱۰ cd	۴/۰۸b c	۳۵/۷۳ bc	۶۴/۳۱ c	۳/۸۲ d	۳/۷۸ c	۷/۳۶ c
۸	سرز	۱۳/۴۱۵ g	۸/۴۵۸ g	۹/۶۲۵ d	۸/۷۵۶ e	۲/۶۰۰ e	۲/۶۲ d	۲۸/۹۴ c	۴۷/۰۶ cd	۳/۴۶ f	۳/۰۶ g	۸/۲۶ b
	زرفام	۱۹/۹۵۷ f	۲۳/۴۱۷ e	۲۰/۷۲۵ b	۱۵/۰۶۶ c	۴/۰۸۳ d	۳/۷۷ c	۱۸/۰۳ de	۸۸/۳۴ a	۳/۶۴ e	۲/۸۱ h	۵/۸۴ d
	اکاپی	۵/۲۰۷ i	۲/۷۹۲ h	۷/۷۰۰ e	۶/۴۷۵ f	۲/۸۰۷ e	۱/۹۲ e	۱۷/۸۱ de	۳۵/۱۴ d	۳/۰۱ h	۳/۴۳ e	۷/۵۶ bc
۱۲	سرز	۲/۰۸۴ j	۳/۲۹۲ h	۲/۰۵۰ f	۱/۶۰۰ g	۰/۶۱۵ f	۰/۵۴ f	۱۲/۸۹ e	۳۶/۲۵ d	۲/۵۰ j	۲/۷۵ h	۹/۴۵ a
	زرفام	۱۲/۱۶۶ h	۱۲/۳۳۳ f	۱۵/۴۰۰ c	۱۲/۳۱۳ d	۲/۷۷۵ e	۲/۵۶ d	۱۶/۷۴ de	۵۹/۷۰ c	۴/۰۶ c	۳/۱۹ f	۷/۷۴ bc
	اکاپی	۰/۳۷۵ k	۰/۰۰۰ I	۰/۰۰۰ g	۰/۰۰۰ h	۰/۰۰۰ g	۰/۰۰۰ g	۰/۰۰۰ f	۰/۰۰۰ e	۲/۶۴ i	۲/۳۶ j	۸/۳۳ b

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند.

داد که غلظت نمک و رقم میزان پرولین، پروتئین و قند را به‌طور بسیار معنی‌داری (P<۰/۰۰۱) تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های مربوطه نشان داد غلظت قند، پرولین و پروتئین در غلظت‌های مختلف نمک در چهار سطح قابل تفکیک می‌باشد (جدول ۲). بیشترین غلظت قند و پروتئین در تیمار شاهد و کمترین آنها در تیمار ۱۲ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد. پرولین روند معکوسی را نشان داد و با افزایش شوری غلظت پرولین افزایش یافت. هم‌چنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد پروتئین و پرولین به‌طور بسیار معنی‌داری تحت تأثیر اثر متقابل رقم × غلظت نمک قرار گرفتند (جدول ۱ و ۳). به عبارت دیگر ارقام در واکنش به تنش واکنش‌های متفاوتی از خود نشان دادند، به گونه‌ای که در مقایسه با تیمار شاهد، در دو رقم سرز و اکاپی با افزایش غلظت نمک غلظت پروتئین کل کاهش یافت. چون سنتز پروتئین نیاز به انرژی دارد، کاهش انرژی ناشی از کمبود آب و جذب فعال عناصر سدیم و کلر سبب کند شدن سنتز پروتئین و در نتیجه کاهش میزان پروتئین گردیده است. هم‌چنین کاهش در میزان پروتئین به دلیل تجزیه آن از طریق افزایش پروتئولیز و مواد شیمیایی مثل اسید آبسیسیک، کاهش سنتز پروتئین به وسیله جلوگیری از تبدیل اسید آمینه به پروتئین و کاهش میزان پلی ریبوزوم‌ها می‌تواند باشد (۲۲)، که در این آزمایش اندازه‌گیری نشدند. رقم زرفام تا تیمار ۸ دسی زیمنس بر متر تغییر معنی‌داری در میزان پروتئین نسبت به شاهد نشان نداد و تنها با افزایش غلظت نمک به ۱۲ دسی زیمنس بر متر میزان پروتئین آن افزایش یافت. این افزایش سریع پروتئین را می‌توان به عنوان عاملی جهت تنظیم اسمزی تلقی کرده که با کاهش زیاد پتانسیل آب ناشی از افزایش شوری، 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 (۷) که برای پاسخگویی به این پرسش لازم است، پروتئین‌ها به‌طور جداگانه مورد بررسی قرار گیرند. در ارتباط با غلظت قند مشاهده شد که ارقام سرز و اکاپی تحت تأثیر کلیه تیمارها کاهش معنی‌دار، و رقم زرفام افزایش معنی‌داری را نسبت به شاهد نشان دادند. سایر محققین نیز نتایج مشابهی را در ارتباط با افزایش غلظت پروتئین (۲۱) و قند (۷، ۱۶ و ۱۸) در ارقام مقاوم‌تر تحت تأثیر تنش شوری گزارش نموده‌اند. به علاوه غلظت پرولین در برگ‌ها تحت تأثیر شوری قرار گرفته و با افزایش غلظت نمک بالا رفته است. افزایش غلظت پرولین با افزایش شوری توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (۷، ۱۶، ۱۷ و ۲۲). غلظت پرولین در رقم سرز ۳/۰۸ برابر، در رقم زرفام۱/۷ برابر و در رقم اکاپی ۱/۳ برابر نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول ۳). به نظر می رسد افزایش غلظت پرولین به عنوان اثر تنش شوری می‌باشد و نه علتی برای تحمل تنش شوری، که نتایج این آزمایش با نتایج لسردا و همکاران (۱۸) مطابقت دارد. افزایش پرولین احتمالاً به علت افزایش فعالیت آنزیم‌های درگیر در بیوسنتز پرولین یعنی اورنیتین آمینوترانسفراز (OAT) و پرولین کربوکسیلاز ردوکتاز و به علاوه به علت جلوگیری از فعالیت آنزیم پرولین اکسیداز و آنزیم پرولین کاتابولاز می‌باشد (۲۲) که در این آزمایش مورد بررسی قرار نگرفتند. هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار بین غلظت قند و پروتئین با عملکرد (جدول ۵) نشان دهنده تأثیر مثبت این مواد در تنظیم اسمزی و تحمل شوری می‌باشد و هم‌چنین هم‌بستگی منفی و معنی‌دار بین غلظت پرولین و عملکرد این نظریه را که تجمع پرولین به عنوان اثر تنش شوری می‌باشد و نه علتی برای تحمل تنش (۱۸)، تأیید می‌کند.

همان‌گونه که ذکر شد (۴) یکی از روش‌های مفید مقابله با مشکل شوری کشت گیاهان و واریته‌های متحمل به شوری می‌باشد که در این آزمایش جهت گزینش این ژنوتیپ‌ها از شاخص‌های مقاومت استفاده گردید. نتایج حاصل از بررسی میزان مقاومت ژنوتیپ‌ها در جدول ۶ و نتایج حاصل از میزان هم‌بستگی بین شاخص‌های مقاومت و عملکرد در هر دو شرایط تنش و مطلوب در جدول ۷ آمده است. همان‌گونه که در جدول ۶ مشاهده می‌شود با توجه به این‌که شاخص SSI بین هیچ‌کدام از ارقام در هیچ‌یک از شرایط تنش کم، متوسط و شدید اختلاف

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.43.7.5]

جدول ۴. ضرایب هم‌بستگی ساده بین عملکرد دانه و اجزای عملکرد در تنش شوری

	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد خورجین	تعداد دانه در خورجین
وزن هزار دانه	۰/۹۱۱*			
تعداد خورجین	۰/۹۹۱**	۰/۹۵۱*		
تعداد دانه در خورجین	۰/۸۹۳*	۰/۹۷۳*	۰/۹۴۴	
طول خورجین	۰/۸۶۷	۰/۹۸۴**	۰/۹۲۴	۰/۹۹۴**

* و ** : اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

جدول ۵. ضرایب هم‌بستگی ساده بین عملکرد دانه و ترکیبات آلی برگ

	پروتئین برگ	قند برگ	پرولین برگ
قند برگ	/۸۶۰		
پرولین برگ	-۰/۹۹۰**	-۰/۸۹۹	
عملکرد دانه	۰/۹۸۹**	۰/۹۲۵*	-۰/۹۹۰**

* و** : اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

معنی‌داری را نشان نداد به نظر می‌رسد که این شاخص نمی‌تواند ژنوتیپ‌های گروه A را تعیین کند و از این لحاظ شاخص مطلوبی نیست. رقم زرفام بیشترین عملکرد را در شرایط تنش و عدم وجود تنش دارا بود (جدول ۳). شاخص مطلوب باید رقم زرفام را که در هر دو شرایط شاهد و تنش عملکرد بالایی داشته است (گروه A) به خوبی از دیگر ارقام تفکیک کند. مشاهده می‌شود که اگرچه بیشترین مقدار TOL مربوط به رقم اکاپی است که کاهش عملکرد این رقم تحت تنش بیشتر از سایر ارقام بود ولی باز هم اختلاف معنی‌داری بین ارقام در هیچ‌یک از شرایط تنش شوری وجود نداشت. لذا این شاخص نیز شاخص مطلوبی نمی‌باشد. اما به نظر می‌رسد که شاخص MP در تفکیک ژنوتیپ‌های گروه A بسیار مطلوب باشد. بر اساس این شاخص رقم زرفام دارای بیشترین MP و رقم اکاپی که در هر دو شرایط تنش و شاهد عملکرد پایینی داشت، دارای کمترین MP بود. لذا بیشترین MP نشان دهنده ژنوتیپ‌های گروه A و کمترین MP نشان دهنده ژنوتیپ‌های گروه D است. شاخص‌های STI و GMP نیز با شاخص MP همآهنگی نشان دادند. در اینجا رقم اکاپی دارای کمترین STI و GMP و رقم زرفام بیشترین مقدار این شاخص‌ها را نشان دادند و از این نظر اختلاف معنی‌داری بین دو رقم اکاپی و سرز وجود نداشت. احمدی و سی سه مرده (۱) نیز گزارش کرده‌اند که شاخص STI و MP در جداسازی ژنوتیپ‌های پرمحصول و پایدار مؤثرتر از سایر شاخص‌ها بودند. در کل می‌توان اظهار داشت بالاترین مقادیر MP، GMP و STI نشان دهنده ژنوتیپ گروه A و پایین‌ترین مقادیر MP، GMP و STI نشان دهنده ژنوتیپ‌های گروه D هستند.

علاوه بر این شاخص‌هایی که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش دارای هم‌بستگی بالایی با عملکرد باشند، را می‌توان به عنوان بهترین شاخص معرفی کرد. زیرا این شاخص‌ها قادر به جدا کردن و شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو محیط می‌باشند. در همین راستا و با توجه به نتایج ضرایب هم‌بستگی (جدول ۷) شاخص‌های مختلف و عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش و تنش کم، متوسط و شدید ملاحظه می‌شود که شاخص‌های میانگین حسابی بهره‌وری (MP)،

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.43.7.5]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.43.7.5] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]

جدول۶. شاخص‌های مقاومت به تنش در ارقام مختلف در غلظت‌های مختلف نمک

واریته	غلظت نمک (dS/m)	SSI	TOl	MP	GMP	STI
سرز	۴	۴/۳۵۱ ab	۰/۹۷۸ cd	۲/۶۸۱ bc	۲/۶۵۶ bc	۰/۶۶۲ bc
زرفام	۴	۴/۷۷۰ a	۱/۰۷۴ cd	۳/۱۰۸ a	۳/۰۴۷ a	۰/۸۶۶ a
اکاپی	۴	۳/۳۳۴ abc	۰/۸۴۹ d	۲/۷۵۱ bc	۲/۶۶۱ bc	۰/۶۸۴ b
سرز	۸	۲/۰۰۸ abc	۱/۷۱۹ abc	۲/۱۵۱ d	۱/۹۳۷ d	۰/۳۶۴ d
زرفام	۸	۱/۳۷۲ bc	۱/۴۰۸ bcd	۲/۹۴۱ ab	۲/۸۳۶ ab	۰/۷۵۷ ab
اکاپی	۸	۲/۳۵۸ abc	۲/۱۵۰ ab	۲/۱۰۰ d	۱/۷۷۸ de	۰/۳۰۷ d
سرز	۱۲	۱/۵۱۵ bc	۲/۱۷۰ a	۱/۹۲۵ d	۱/۵۶۲ de	۰/۲۳۲ d
زرفام	۱۲	۱/۲۲۶ c	۲/۱۳۰ ab	۲/۵۸۰ c	۲/۳۱۵ c	۰/۵۱۸ c
اکاپی	۱۲	۱/۶۹۲ bc	۲/۴۶۵ a	۱/۹۴۲ d	۱/۴۹۸ e	۰/۲۱۰ d

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.43.7.5] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]

جدول۷. ضرایب هم‌بستگی بین شاخص‌های مقاومت به تنش و عملکرد در شرایط تنش و عدم تنش

		ys	yp	SSI	TOL	MP	GMP
yp	Ec=۴	-۰/۰۷۴					
	Ec=۸	۰/۴۹۷*					
	Ec=۱۲	۰/۴۲۳*					
SSI	Ec=۴	-۰/۲۲۲	۰/۵۲۰**				
	Ec=۸	-۰/۷۷۴**	-۰/۱۷۷				
	Ec=۱۲	-۰/۴۲۳*	-۰/۱۳۴				
TOL	Ec=۴	-۰/۶۱۹**	۰/۵۰۴*	۰/۳۶۷			
	Ec=۸	-۰/۷۶۸**	۰/۱۷۳	۰/۷۴۸**			
	Ec=۱۲	-۰/۶۱۲**	۰/۴۵۸*	۰/۲۹۸			
MP	Ec=۴	۰/۷۱۴**	۰/۶۴۶**	۰/۱۹۷	-۰/۱۱۸		
	Ec=۸	۰/۹۲۰**	۰/۷۹۷**	-۰/۶۱۸**	-۰/۴۵۶*		
	Ec=۱۲	۰/۸۶۱**	۰/۸۲۵**	-۰/۳۴۰	-۰/۱۲۵		
GMP	Ec=۴	۰/۸۴۳**	۰/۴۶۶*	۰/۱۱۱	-۰/۲۷۵	۰/۹۷۳**	
	Ec=۸	۰/۹۷۳**	۰/۶۷۶**	-۰/۶۸۸**	-۰/۶۰۶**	۰/۹۸۱**	
	Ec=۱۲	۰/۹۷۱**	۰/۶۲۴**	-۰/۴۰۱	-۰/۴۰۸*	۰/۹۵۶**	
STI	Ec=۴	۰/۸۱۸**	۰/۴۸۰*	۰/۱۳۹	-۰/۲۴۰	۰/۹۶۴**	۰/۹۸۱**
	Ec=۸	۰/۹۶۸**	۰/۶۷۹**	-۰/۶۹۹**	-۰/۵۹۸**	۰/۹۸۰**	۰/۹۹۲**
	Ec=۱۲	۰/۹۶۸**	۰/۶۰۱**	-۰/۳۸۳	-۰/۴۲۴*	۰/۹۴۱**	۰/۹۹۳**

* : معنی‌دار در سطح ۵ درصد آماری (P<۰/۰۵)

** : معنی‌دار در سطح آماری ۱ درصد (P<۰/۰۱)

میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) و شاخص تحمل به تنش (STI) دارای ویژگی ذکر شده می‌باشند. بنابراین ژنوتیپ‌هایی که میزان بالایی از این شاخص‌ها را دارا باشند، به عنوان مقاوم‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته می‌شوند. ژنوتیپ زرفام مقادیر بالایی از این شاخص‌ها را دارد و دارای عملکرد بالایی در شرایط بدون تنش (۱۲/۹۶ گرم)، تنش کم (۶/۲۱۰ گرم)، تنش متوسط (۴/۷۱۴ گرم) و تنش شدید (۲/۰۴۵ گرم) می‌باشد. عملکرد بالای رقم زرفام در شرایط تنش شوری کم، متوسط و شدید اطمینان از بقای عملکرد این ژنوتیپ را بر اساس شاخص‌های مقاومت به تنش به‌دست داد.

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که سطوح مختلف شوری سبب آثار منفی بر صفات کمی و کیفی کلزا می‌شود، ولی نوع نمک اختلاف معنی‌داری را در مورد هیچ‌یک از صفات مورد مطالعه باعث نشد و 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 شوری برخوردار می‌باشد. این رقم را می‌توان برای پژوهش‌های بعدی جهت اصلاح کلاسیک و جداسازی ژن‌های موثر در تحمل شوری به کار برد. از بین شاخص‌های مقاومت به تنش MP، GMP و STI مناسب‌ترین شاخص‌ها برای گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و عدم تنش می‌باشند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از کمک‌های بی دریغ حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه شهید باهنر کرمان بواسطه تامین بودجه و هزینه‌های طرح صمیمانه قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱. احمدی، ع. و ع. سی و سه مرده. ۱۳۸۲. روابط بین شاخص‌های مقاومت به خشکی و عملکرد در کولتیوارهای گندم اصلاح شده برای اقلیم های مختلف ایران در شرایط تنش و عدم تنش خشکی. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۴(۳):۶۶۷-۶۷۹.

۲. احمدی، س. م. و ج. نیازی اردکانی. ۱۳۸۳. ارزیابی و تعیین تحمل به شوری واریته‌های مختلف کلزا با استفاده از مدل رایانه‌ای SALT. دومین کنفرانس ملی دانشجویی منابع آب و خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۳. افسر، ع.، س. ی. صادقیان و د. حبیبی. ۱۳۸۳. بررسی دیدگاه‌های اصلاح ارقام متحمل به خشکی و انتخاب ارقام متحمل به خشکی در ماش. هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، رشت.

۴. افیونی، م.، ر. مجتبی پور و ف. نوربخش. ۱۳۷۶. *خاک‌های شور و سدیمی و اصلاح آنها*. انتشارات ارکان، اصفهان.

۵. امیری اوغان، ح.، م. مقدم، م. ر. احمدی و س. ج. داوری. ۱۳۸۳. نحوه عمل ژن و وراثت پذیری شاخص‌های مقاومت به تنش خشکی در کلزا. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۵(۱):۷۳-۸۳.

۶. شمس الدین سعید، م. آثار تنش شوری بر جوانه زنی، رشد رویشی و عملکرد کمّی و کیفی ارقام کلزای پاییزه. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

۷. شهبازی، م. و ز. محقق دوست. ۱۳۷۵. بررسی آثار کلرور سدیم بر رشد و انباشت ترکیبات آلی و معدنی در گندم. مجله علوم کشاورزی ایران. ۲۷(۴): ۷۰-۸۷.

۸. شهیدی، ا. و ک. فروزان. ۱۳۷۶. *کلزا*. چاپ اول، شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی، کرج.

۹. مرادیان فر، ح. ۱۳۷۸. کلزا یک گیاه با ارزش و سود آور. مزرعه. شماره ۲۹ :۳۲-۳۳.

10. Bates, L. S., R. P. Waldern and I. D. Tear. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil: 205-207.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.43.7.5]

11. Bedinger, F. R., V. Mahalakshmi and G. D. P. Rao. 1987. Assessment of drought resistance in pearl millet. I. Estimation of genotype response to stress. Aust. J. Agric. Res. 38:49-59.
12. Fernandez, G. C. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance in proceeding of the symp. Taiwan, 13 -16, AGU, 1992. By C. O. Kuo. AVRDC.
13. Fernandez, G. C. 1996. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Proc. of on the Symp. Taiwan, 25: 257-270.
14. Fisher. R. A and R. Muarer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Aust. J. Agric. Res. 29:897-912.
15. Francois. E. L. 1994. Growth, seed yield, and oil content of canola grown under saline conditions. Argon. J. 86:233-237.
16. Keshta, M. M., K. M. Hammad and W. A. I. Sorour. 1999. Evaluation of rape seed genotypes in saline soil. Proceedings of the 10th international Rape seed Congress, Canberra, Australia.
17. Kwon, T. R., P. J. C. Harris, W. F. Boune and W. S. Leo. Salt – induced reduction growth in Brassica Rapa. ISHS Act a Horticulture: xxv international horticultural congress part 1: culture techniques with special emphasis on environmental implications- nutrient management.
18. Lacerda, C. F. D., J. Cambraia, M. A. Oliva, H. A. Ruiz and J. T. prisco. 2003. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. Environ. and Experim. Bot. 49:107-120.
19. Lin, F., C. R. Jensen and M. N. Andersen. 2004. Drought stress effect on carbohydrate concentration in soybean leaves and pods during early reproductive development: its implication in altering pod set. Field Crops Res. 86:1-13.
20. Lowery, H., N. J. Rrosebrougs, A. L. Farr and R. G. Rand. 1951. Protein measurement with the folin phnole reagent. J. Biol. Chem. 193: 265-275.
21. Lutts, S., J. M. Kinet and J. Bouharmont. 1996. NaCl induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa*) cultivars differing in salinity resistance. Ann. Bot. 78:389-398.
22. Madan, S., H. S. Nainwatee, R. K. Jain and J. B. Chowdhury. 1995. proline and proline metabolizing enzymes in in-vitro selected NaCl tolerant Brassica Juncea under salt stress. Ann. Bot. 76:51-57.
23. Mahmood, S., S. Iram and H. R. Athar. 2003. Intra- specific variability in sesame (*Sesamum indicum*) for various quantitive and qualitive attributes under differential salt regimes. J. Res. (Sci.), Bahauddin Zakariya University, Multan, Pakistan. 14(2):177-186.
24. Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environ. 25:239-250
25. Rosielle, A. A. and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non stress environments. Crop Sci. 21:943-946.
26. Somgyi-nelson, M. 1952. Notes on sugar determination. J. Biol. Chem. 195:19-23.
27. Steppuhn, H., K. M. Volkmar and P. R. Miller. 2001. Comparing canola, field pea, dry bean and durum wheat crops grown is saline media. Crop Sci. 41:1827-1833.
28. Zhang, H. X., J. N. HudSon, J. P. Williams and E. Blumwald. 2001. Engineering salt tolerance Brassica plants: characterization of yield and seed oil quality in transgenic plants with increased vacular sodium accumulation. PNAS. 98(22):12832-12836.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.43.7.5]