مجله علمی-پژوهشی زراعت و اصلاح نباتات ایران
جلد ۱۶، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، صفحات ۲۷-۱۵

ISSN NO: 2008-8485

بررسی تحمل به شوری در کلزای بهاره با روش تلاقی لاین × تستر

Investigation of Salinity Tolerance in Spring Rapeseed by Line × Tester Method

علی اکبر صابری[۱]، سید ذبیح الله راوری[۲*]، احمد مهربان[۳]، حمید رضا گنجعلی[۳]، حسن امیری اوغان[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹ /۴/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۶/۲۸

چکیده

به منظور بررسی تحمل به شوری واریته‌های بهاره کلزا، تعداد ۱۵ دورگ حاصل از تلاقی ۵ لاین و ۳ تستر به همراه والدین‌شان (جمعا ۲۳ ژنوتیپ) در دو شرایط آبیاری معمولی و شوری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان مورد بررسی قرار گرفتند. معنی‌دار بودن اثر تیمار بر روی تمامی صفات مورد مطالعه (جمعا هشت صفت) در دو شرایط آبیاری حاکی از وجود تنوع ژنتیکی کافی بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود که تجزیه لاین × تستر را موجه ساخت. تجزیه دورگ‌ها به اجزاء خود بر مبنای تجزیه لاین × تستر نشان داد که اثرات لاین‌ها، تسترها، و نیز اثر لاین × تستر از نظر صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود و لاین‌ها در ترکیب با تسترهای مختلف واکنش‌های متفاوتی داشتند. برآوردهای بیشتر از یک برای نسبت میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی به میانگین مربعات ترکیب‌پذیری خصوصی نشان داد که عمل افزایشی ژن‌ها نقش بیشتری در کنترل ژنتیکی آن‌ها دارد. مقادیر بالا و دامنه کم تغییرات وراثت‌پذیری عمومی نشان داد که واریانس ژنتیکی نسبت به واریانس محیطی بیشتر است. پایین‌ترین مقدار وراثت‌پذیری خصوصی مربوط به وزن هزار دانه (۵۸٪/۷۴) و بیش‌ترین مقدار آن (۸۹٪/۸۹) مربوط به عملکرد دانه در شرایط آبیاری معمولی بود. تلاقی‌های Dalgon × SPN179 و RGS003 × SPN179 به ترتیب در شرایط آبیاری معمولی و تنش شوری با بالاترین مقادیر ترکیب‌پذیری خصوصی از نظر صفت عملکرد دانه بهترین دورگ‌ها بوده و قابل توصیه می‌باشند.

واژه های کلیدی: دورگ، ترکیب‌پذیری عمومی، ترکیب‌پذیری خصوصی، غالبیت ناقص، فوق غالبیت

۱- دانشجوی دکترای تخصصی اصلاح نباتات، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران.
۲- استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران.
۳- استادیار گروه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان، ایران.
۴- استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه و نهال و بذر، کرج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران.
* پست الکترونیک نویسنده مسئول : Sz.ravari@yahoo.com

مجله علمی-پژوهشی زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

مقدمه

تنش شوری از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که بهره‌برداری کشاورزی را محدود می‌کند (Monirifar, 2016). براساس برآوردهای FAO حدود ۹۵۰ میلیون هکتار از زمین‌های سراسر جهان تحت تاثیر شوری قرار دارند. بنابراین هیچ‌کدام از قاره‌های کره زمین کاملا از اثرات شوری در امان نیستند (Flowers and Yeo, 1995; Munns, 2002). خاک‌های شور و شوری آب آبیاری از مهم‌ترین عوامل تنش‌زای محیطی در تولید کلزا می‌باشند (Bybordi *et al*., 2009). در کشور ایران، حدود ۲۴ میلیون هکتار از اراضی با درجات مختلفی تحت‌تاثیر شوری قرار دارند که در اقلیم‌های مختلف کشور پراکنده شده‌اند (Pazira and Sadeqzadeh, 1998). یکی از راه‌های بهره‌برداری از این اراضی استفاده از ارقام مقاوم در تلفیق با روش‌های به‌زراعی نظیر زهکشی، آبیاری با آب‌های شیرین، اصلاح بیولوژیک اراضی، استفاده از ماشین‌آلات مناسب کشت و بالاخره استفاده از تجارب کشاورزان منطقه می‌باشد. با توجه به این که تحمل به شوری یک صفت پیچیده کمی است انتخاب روش اصلاحی و موفقیت در آن برای تولید ارقام متحمل به شوری به مقدار زیادی بستگی به شناخت ساختار ژنتیکی جمعیت‌های تحت بررسی دارد (Ravari *et al*., 2015). درک ماهیت اثرات ژن‌ها در بررسی این صفت جهت پیشنهاد برنامه‌های اصلاحی مناسب از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشد. بنابراین یکی از مهم‌ترین عوامل موفقیت در برنامه‌های به‌نژادی شناخت شاخص‌های ژنتیکی می‌باشد و برای برآورد صحیح شاخص‌های ژنتیکی و شناخت کافی از ساختار ژنتیکی جمعیت تحت بررسی باید روش‌هایی را استفاده کنیم که اطلاعات قابل اتکایی از نحوه عمل ژن‌ها در دسترس ما قرار بدهد (Sofi *et al*., 2006). به‌طور کلی اثرهای ژنی به دو گروه قابل تثبیت و غیرقابل تثبیت تفکیک می‌شوند. اثرهای قابل تثبیت از والدین به نتاج انتقال می‌یابند. این اثرها عبارت از اثر افزایشی و اثر اپیستازی مبتنی بر اثر افزایشی (افزایشی × افزایشی ، افزایشی × افزایشی × افزایشی و....) می‌باشند (Sharma *et al*., 2003). این دو اثر جزء خطی، جهت‌دار و قابل تثبیت تنوع ژنتیکی می‌باشند (Khattak *et al*., 2001). اثرهای غیر قابل تثبیت از والدین به نتاج انتقال نمی‌یابند و از طریق انتخاب قابل تثبیت نیستند. این اثرها عبارت از اثر غالبیت و اثر اپیستازی مبتنی بر غالبیت (افزایشی × غالبیت و غالبیت × غالبیت و....) می‌باشند (Ketata *et al*., 1976). صفت تحمل به شوری توسط تعداد زیادی ژن و از طریق شبکه‌های تنظیمی ژنتیکی پیچیده‌ای کنترل می‌شود (Ji *et al*., 2013).

با توجه به این‌که حدود ۹۰ درصد روغن مصرفی کشور از خارج وارد می‌شود و سالیانه به طور متوسط بیش از ۳۰۰ میلیون دلار صرف واردات روغن خام می‌گردد، لذا برنامه‌ریزی بلند مدت و منسجم برای نیل به خودکفایی در تولید روغن خوراکی غیر قابل انکار است. کلزا یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی جهان محسوب می‌شود و مقام سوم را پس از سویا و نخل روغنی در تامین روغن جهان و ایران دارد (Bybordi and Tabatabaei, 2010). دانه‌های کلزا به طور متوسط دارای ۴۵-۴۰ درصد روغن خوراکی و نیز مصارف صنعتی است (Nemati *et al*, 2012). یکی از راه‌کارهای مهم در افزایش تولید، استفاده از واریته‌های اصلاح شده بر اساس دورگ‌گیری است (Amiri Oghan, 2009). یکی از اولین تصمیمات در امر دورگ‌گیری انتخاب والدین مناسب جهت دورگ‌گیری می‌باشد. از نظر ژنتیکی، ترکیب ژن‌های بعضی از ارقام و ژنوتیپ‌ها به ظاهر ضعیف از نظر خصوصیات کمی، می‌تواند منجر به ایجاد نتاج برتر شود(Farshadfar *et al*., 2013). نتاج حاصل از تلاقی ارقام نسبتا خوب ممکن است نامطلوب باشند. بعضی از ژنوتیپ‌ها برای برخی از صفات کمی دارای ترکیب‌پذیری خوبی با ژنوتیپ‌های دیگر هستند که می‌توانند به عنوان والدین اصلی و مهم در اکثر برنامه‌های دورگ‌گیری مورد استفاده قرار گیرند (Muhammad *et al*., 2014). برای اصلاح واریته‌ها نیاز به اطلاعات جامعی در مورد ساختار ژنتیکی والدین مورد تلاقی و هم‌چنین ترکیب‌پذیری آن‌ها از نظر صفات مربوطه می‌باشد (Rameeh, 2012). برآورد ترکیب‌پذیری عمومی (GCA:General Combining

Ability) و خصوصی(SCA:Sepecific Combining Ability) والدین با استفاده از روش‌های ژنتیک کمی مانند تلاقی‌های دای آلل، تاپ کراس ، لاین در تستر و غیره صورت می‌گیرد (Farshadfar, 2000). تلاقی یا تجزیه لاین در تستر نوعی روش تاپ کراس است که در آن به جای یک تستر چندین تستر به کار می‌رود(Rameeh, 2016).

مواد و روش‌ها

این تحقیق طی دو سال زراعی انجام شد. در سال اول (۱۳۹۷-۱۳۹۸) تعداد ۵ لاین بهاره کلزا با ۳ تستر دریافتی از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه و نهال بذر کرج (جدول ۱).در نیمه دوم مهرماه در مزرعه تحقیقاتی دانه‌های روغنی موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج کا شت شدند و در اوایل اسفند هم‌زمان با گل‌دهی کلزا، عملیات دورگ‌گیری انجام و پس از تلاقی والدها، جمعا ۱۵ دورگ حاصل شد. در سال دوم آزمایش(۹۹-۱۳۹۸) دورگ‌ها به همراه والدها، جمعا ۲۳ ژنوتیپ، در قالب دو طرح بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار شامل: طرح ۱، آبیاری معمولی (۰/۶۳ دسی زیمنس بر متر) و طرح ۲، آبیاری با آب شور(۸/۷ دسی زیمنس بر متر) در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان مورد ارزیابی قرار گرفتند. منبع آبیاری هر دو طرح آب چاه بود. شوری آب چاه مزرعه تحقیقاتی ۰/۶۳ دسی زیمنس بر متر بود که برای آبیاری طرح ۱ مورد استفاده قرار گرفت. برای آبیاری طرح ۲ از آب چاهی با شوری ۶ دسی زیمنس بر متر استفاده شد که با استفاده از نمک معمولی (NaCl) در یک تانکر مخصوص شوری آن به ۸/۷ دسی زیمنس بر متر رسانده شد. هر کرت شامل چهار ردیف به طول دو متر و فاصله خطوط ۴۰ سانتی متر و فاصله ۱۰ سانتی‌متر بر روی خط بود. لذا هر کرت شامل حدود ۸۰ بوته بود. پس از تهیه زمین بر اساس نتایج آزمون خاک و توصیه همکاران خاک‌شناسی به ترتیب مقادیر ۱۰۰، ۵۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار ازت، فسفر و پتاس از منابع کودی اوره، فسفات تریپل و سولفات پتاسیم استفاده شد. برای یادداشت‌برداری صفات مربوطه ۲۰ بوته میانی از دو خط وسط هر کرت انتخاب گردیدند. صفات مورد برسی شامل ارتفاع گیاه، تعداد روز تا ۵۰٪ گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدن، تعداد خورجین در گیاه، طول خورجین، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در گیاه بودند. تجزیه واریانس به منظور ارزیابی تفاوت معنی‌دار بین دورگ‌های F1 و والدین‌شان انجام شد. تجزیه لاین × تستر بر اساس روش کمپتهورن و همکاران (Kempthorne, 1957) جهت برآورد اثرات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی انجام گردید.

نتایج و بحث

معنی دار بودن میانگین مربعات ژنوتیپ‌ها برای تمامی صفات مورد مطالعه در هر دو شرایط آبیاری نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی کافی بین تلاقی‌ها از نظر کلیه صفات بود (جداول ۲ و ۳). لذا با توجه به این نتیجه، تجزیه لاین در تستر در گام بعدی آزمایش مجاز بود. تفاوت معنی‌دار بین تکرارها، تیمارها، والدین، لاین‌ها و تسترها برای بیشتر صفات در هر دو شرایط آبیاری معمولی و تنش شوری مورد مطالعه مشاهده گردیدکه نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی کافی برای ژنوتیپ‌ها و ترکیبات متقابل آن‌ها برای صفات مورد مطالعه در هر دو شرایط آبیاری می‌باشد. تنوع ژنتیکی از اجزای مهم برنامه‌های اصلاحی است و همواره یکی از چالش‌های مهم در برنامه‌های اصلاحی کلزا بوده است. جیینا و شیخ (Jeena & Sheikh, 2003) و سانا و همکاران (Sana *et al.*, 2003) نیز وجود تنوع ژنتیکی کافی برای صفات زراعی و مورفولوژیک در کلزا را گزارش کردند. بر اساس اطلاعات جداول ۲ و ۳ وجود تفاوت معنی‌دار بین لاین‌ها و تسترها از لحاظ بعضی صفات نشان‌دهنده وجود اثرات افزایشی ژن‌ها برای کنترل آن صفات بوده و باید توجه داشت که انتقال این صفات، دارای واریانس افزایشی، به نسل‌های بعدی آسان‌تر است. تفاوت غیر معنی‌دار بین لاین‌ها و تسترها در ارتباط با بعضی صفات مورد بررسی نشان دهنده اثرات غیر افزایشی بود و این یعنی این‌که انتقال این صفات به نسل‌های بعدی مشکل‌تر است و نیاز به برنامه‌های اصلاحی پیچیده‌تری دارد. معنی‌دارشدن منبع لاین در تستر برای صفات مورد بررسی در

دو شرایط آبیاری نرمال و تنش نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار از نظر ترکیب‌پذیری خصوصی در بین ترکیبات بود.

میانگین درجه غالبیت برای تمامی صفات در هر دو شرایط آزمایش به جز وزن هزاردانه در شرایط آبیاری نرمال کم‌تر از یک بود که دلالت بر وجود غالبیت ناقص دارد. تجزیه دورگ‌ها به اجزاء خود بر مبنای تجزیه لاین × تستر نشان داد که اثرات لاین‌ها، تسترها، و نیز اثر لاین × تستر از نظر صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود و لاین‌ها در ترکیب با تسترهای مختلف واکنش‌های متفاوتی داشتند. نسبت میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی به مربعات ترکیب‌پذیری خصوصی برآورد گردید (جدول ۴). برآوردهای بیشتر از یک نشان‌دهنده این است که عمل افزایشی ژن‌ها نقش بیش‌تری در کنترل ژنتیکی آن‌ها دارد. خاطر نشان می‌شود که نقش اثرات غیر افزایشی ژن‌ها در تعیین صفات مهم کلزا در مطالعات قبلی گزارش شده است (Rameeh, 2012، Kang, 2013). نتایج هم‌چنین نشان داد که دامنه مقادیر وراثت‌پذیری عمومی صفات از ۸۵/۹۲ درصد برای طول خورجین تا ۱۰۰ درصد برای تعداد روز تا رسیدن متغیر بود. مقادیر بالا و دامنه کم تغییرات وراثت‌پذیری عمومی نشان داد که واریانس ژنتیکی نسبت به واریانس محیطی بیشتر است. پایین‌ترین مقدار وراثت‌پذیری خصوصی مربوط به وزن هزار دانه (۵۸٪/۷۴) و بیش‌ترین مقدار آن (۸۹٪/۸۹) مربوط به عملکرد دانه در شرایط آبیاری بود.

در جداول (۵ و ۶) مقادیر اثرات ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها و تسترها از نظر صفات مورد بررسی در دو شرایط نرمال و تنش آورده شده است. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها برای هر صفت وجود داشت، با توجه به این‌که قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی بر مبنای اثرات افزایشی ژن‌ها می‌باشد وجود تفاوت بین اثرات ترکیب‌پذیری عمومی نشان‌دهنده اختلاف ژنتیکی در منشاء لاین‌ها برای صفات مورد نظر می‌باشد. در شرایط آبیاری معمولی در بین لاین‌ها، لاین SPN180، و در بین تسترها، تستر RGS003، با مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی منفی و معنی‌دار در جهت کاهش ارتفاع گیاه، هم‌چنین در شرایط تنش شوری نیز در بین لاین‌ها، لاین Dalgon، و در بین تسترها، تستر SPN192، به عنوان ژنوتیپ‌های مطلوب محسوب می‌شوند. در خصوص صفت تعداد روز تا رسیدن با توجه به این‌که زودرسی یکی از اهداف مهم اصلاحی کلزا محسوب می‌شود، در دو شرایط آبیاری لاین SPN180 و تستر RGS003 با ترکیب‌پذیری عمومی منفی برای این صفت در زمره ژنوتیپ‌های برتر محسوب می‌شوند. نظر به‌این‌که صفات طول خورجین، تعداد دانه درخورجین، تعداد خورجین در گیاه و وزن هزار دانه تاثیر به‌سزایی بر افزایش عملکرد خواهند داشت، لذا در شرایط آبیاری معمولی برای صفات طول خورجین، تعداد دانه در خورجین و وزن هزاردانه و عملکرد دانه در گیاه والدین SPN193 و Dalgon در بین مواد آزمایشی بیش‌ترین مقدار ترکیب‌پذیری عمومی را به خود اختصاص دادند. در شرایط تنش شوری نیز برای صفات طول خورجین، تعداد خورجین در گیاه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در گیاه به ترتیب لاین و تستر SPN193، Dalgonو برای صفت تعداد دانه در خورجین، لاین SPN193و تستر SAN56 بالاترین مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی را داشتند. در نهایت این‌که در دو شرایط آبیاری برای صفت مهم عملکرد دانه، لاین SPN193 و تستر Dalgon ترکیب‌پذیری عمومی بالایی داشتند. اثرات توانایی ترکیب پذیری خصوصی تلاقی‌های کلزا برای صفات مختلف در دو شرایط آبیاری معمولی و تنش شوری در جداول (۷ و ۸) آورده شده است. در بیش از ۱۵ تلاقی انجام شده بهترین تلاقی‌ها برای صفات مختلف به‌شرح ذیل می‌باشند. برای صفت تعداد روز تا ۵۰٪ گل‌دهی تلاقی SPN192 × RGS003 در شرایط آبیاری معمولی و برای تنش شوری نیز تلاقی SAN56 × SPN179 از جمله تلاقی‌های مطلوب بودند. ترکیبات تلاقی شامل SPN192 × RGS003 برای شرایط آبیاری معمولی و تنش شوری ترکیب‌شونده‌های خوبی براساس تظاهر صفت تعداد روز تا رسیدن بودند. برای صفت طول خورجین ترکیب تلاقی شامل SPN192 × Dalgon در هر دوشرایط آبیاری معمولی و تنش شوری ترکیب‌شونده‌های خصوصی خوبی بودند. تلاقی SPN180 × Dalgon در شرایط آبیاری معمولی و تلاقی SPN192

Dalgon × در شرایط تنش شوری ترکیب‌شونده‌های
خصوصی خوبی براساس تظاهر

صفت تعداد دانه در خورجین بودند. برای صفت تعداد خورجین در گیاه تلاقی SPN180 × RGS003 در شرایط آبیاری معمولی و تلاقی SPN180 × SAN56 در شرایط تنش ترکیب‌شونده‌های خصوصی خوبی بودند. برای صفت وزن هزار دانه در شرایط آبیاری معمولی تلاقی SPN180 × SAN56 و در شرایط تنش شوری تلاقی SPN192 × Dalgon ترکیب‌شونده‌های خصوصی خوبی بودند. صفت عملکرد دارای وراثت پیچیده‌ای بوده و عوامل محیطی زیادی بر آن تاثیر می‌گذارند. بیش‌ترین مقدار ترکیب‌پذیری عمومی در ارتباط با این صفت بین مواد آزمایشی در هر دو شرایط آبیاری معمولی و تنش شوری مربوط به لاین SPN193 و تستر Dalgon می‌باشد. از آن جایی‌که یکی از اهداف اصلاحی، عملکرد بالا می‌باشد لذا انتخاب والدین SPN193 و Dalgon به عنوان والد انتقال‌دهنده در شرایط آبیاری نرمال و تنش شوری می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی مفید باشد. دورگ‌های SPN192 × Dalgon در شرایط نرمال و RGS003 ×SPN179 در شرایط تنش شوری با برخورداری از بالاترین مقادیر ترکیب‌پذیری خصوصی از نظر صفت عملکرد دانه بهترین دورگ‌ها بوده و قابل توصیه می‌باشند.

جدول۱- اسامی لاین ها و تسترهای مورد استفاده در آزمایش

The names of rapeseed lines and testers used in the experiment Table 1-

لاین‌ها Lines	تسترها Testers
SPN178	RGS003
SPN179	Dalgon
SPN180	SAN56
SPN192	
SPN193	

جدول ۲- تجزیه واریانس لاین × تستر برای صفات مختلف کلزا در شرایط آبیاری نرمال

Table 2- Line × tester analysis for different traits in rapeseed genotypes in normal irrigation conditions

		MS								
منابع تغییر Source of Variation		درجه آزادی df	ارتفاع گیاه Plant height	روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی Days to 50% flowering	روز تا رسیدن Days to maturity	طول خورجین Pod length	تعداد دانه در خورجین Number of seed / pod	تعداد خورجین در گیاه Number of pod / plant	وزن هزار دانه 1000 Kernel Weight	عملکرد دانه در گیاه Grain Yield
Replication	تکرار	2	297.1*	104.15^{ns}	60.09^{ns}	0.33^{ns}	8.8*	13.98^{ns}	0.011^{ns}	5.77^{ns}
Treatment	تیمار	22	530.8**	150.8**	121.9**	1.23**	21.69**	1833.5**	0.18**	60.8**
Parent	والدین	7	977.9**	227.1**	184.2**	1.6**	31.77**	2618.9**	0.21**	107.1**
Parent vs Crosses	والدین در برابر تلاقی‌ها	1	804.8**	295.8**	409.0**	2.6**	68.21**	618.6**	0.26**	10.64^{ns}
Crosses	تلاقی‌ها	14	287.6**	102.4**	70.22*	0.96**	13.33**	1527.7**	0.15**	41.2**
Line	لاین	4	637.9**	203.52*	138.7^{ns}	1.33**	24.59*	2767.39^{ns}	0.14^{ns}	93.61*
Tester	تستر	2	314.2^{ns}	114.42^{ns}	36.35^{ns}	29.7**	19.29^{ns}	850.69^{ns}	0.16*	37.2^{ns}
Line × tester	لاین × تستر	8	105.7^{ns}	48.84^{ns}	44.44^{ns}	0.11^{ns}	6.21^{ns}	1077.1**	0.15**	16.02**
Error	خطا	44	84.03	39.88	35.9	0.24	2.19	45.37	0.03	3.1

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns,*,**: Non- significant, Significant at 5% and 1% probability levels, respectively, df: Degree of Freedom

جدول ۳- تجزیه واریانس لاین × تستر برای صفات مختلف کلزا در شرایط تنش شوری

Table 3- Line × tester analysis for different traits in rapeseed genotypes in salinity stress conditions

MS										
منابع تغییر Source of Variation		درجه آزادی df	ارتفاع گیاه Plant height	روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی Days to 50% flowering	روز تا رسیدن Days to maturity	طول خورجین Pod length	تعداد دانه در خورجین Number of seed / pod	تعداد خورجین در گیاه Number of pod / plant	وزن هزار دانه 1000 Kernel Weight	عملکرد دانه در گیاه Grain Yield
Replication	تکرار	2	16.01^{ns}	8.23^{ns}	0.116*	0.91^{ns}	5.23^{ns}	0.003^{ns}	151.47	207.26**
Treatment	تیمار	22	160.69**	67.23**	0.54**	10.17**	3289.36**	0.21**	11.18**	845.79**
Parent	والدین	7	288.01**	93.51**	0.82**	13.91**	3714.57**	0.33**	15.61**	1097.1**
Parent vs Cross	والدین در مقابل تلاقی	1	151.38**	98.96**	0.03^{ns}	1.31^{ns}	1140.93**	0.78**	2.79^{ns}	434.9**
Cross	تلاقی	14	298.52^{ns}	51.82**	0.44**	8.94**	3230.21**	0.15**	9.57**	470.88**
Line	لاین	4	15.11^{ns}	101.22^{ns}	0.48^{ns}	14.41^{ns}	5902.41^{ns}	0.14^{ns}	15.92**	581.18^{ns}
Tester	تستر	2	314.29^{ns}	0.06^{ns}	0.95^{ns}	12.61^{ns}	4041.64^{ns}	0.33^{ns}	20..60*	1099.26^{ns}
Line × Tester	لاین در تستر	8	111.87**	40.07^{ns}	0.28^{ns}	5.28**	1691.27**	0.11**	3.63^{ns}	258.62**
Error	خطا	44	4.85	16.99	0.34	0.54	66.34	0.006	2.31	37.64

^{ns}، * و **: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

^{ns},*,**: Non- significant, Significant at 5% and 1% probability levels, respectively, df: Degree of Freedom

جدول ۴- برآورد وراثت پذیری عمومی و خصوصی، نحوه عمل ژن و میانگین درجه غالبیت در شرایط نرمال و شوری

Table 4- Estimation of broad and narrow sense heritability, gene action and average degree of dominance in normal and salinity conditions

		وراثت پذیری عمومی ٪ %Broad sense Heritability		وراثت پذیری خصوصی ٪ %Narrow sense heritability		میانگین درجه غالبیت Average degree of dominance		عمل ژن Gene Action	
Traits	صفات	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش
Plant Height	ارتفاع گیاه	90.92	97.79	89.28	84.19	0.19	0.57	27.24	3.10
Days to 50% flowering	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	86.74	99.07	84.41	78.49	0.23	0.72	18.18	1.91
Days to maturity	تعداد روز تا رسیدن	100.00	100.00	88.75	88.75	0.50	0.50	3.94	3.94
Pod length	طول خورجین	85.92	97.74	77.06	82.39	0.48	0.61	4.35	2.68
Number ofseed / pod	تعداد دانه در خورجین	94.29	98.16	86.67	84.25	0.42	0.57	5.68	3.03
Number of pod / plant	تعداد خورجین در بوته	94.29	99.47	86.67	85.05	0.42	0.58	5.68	2.95
1000 Kernel weight	وزن هزار دانه	90.88	98.80	58.74	78.91	1.05	0.71	0.91	1.98
Grain yield	عملکرد دانه در گیاه	97.75	91.91	89.89	87.43	0.42	0.32	5.72	9.74

جدول ۵- مقادیر ترکیب پذیری عمومی لاین ها و تسترها از نظر صفات اندازه گیری شده در شرایط آبیاری نرمال

Table 5- General combining ability estimates of rapeseed lines and testers for studied traits in normal irrigation condition

		Lines لاین‌ها					Testers تسترها		
Traits	صفات	SPN193	SPN192	SPN180	SPN179	SPN178	SAN56	Dalgon	RGS003
Plant height	ارتفاع گیاه	11.62**	-5.6	-7.6*	6.18*	-4.6	-1.16	5.04**	3.89
Days to 50% flowering	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	5.53**	-4.02	-4.58*	4.53*	-1.47	-1.36	3.18	-1.82
Days to maturity	تعداد روز تا رسیدن	5.56**	-2.67	-4.33*	2.11	-0.67	-0.31	1.69	-1.38
Pod length	طول خورجین	0.64**	-0.18	-.32	0.07	-0.22	0.04	0.47**	-0.50**
Number of seed / pod	تعداد دانه در خورجین	2.62**	-0.05	-0.82	0.62	-1.38**	-0.04	1.16*	-1.11**

Number of pod plant	تعداد خورجین در بوته	13.56**	3.44	-18. 7**	19.33**	-17.67	8.69**	-4.04*	-4.64**
1000 Kernels weight	وزن هزار دانه	0.04	-0.08	-0.17**	0.13*	0.08	-0.06	0.12**	-0.06
Grain yield	عملکرد دانه در گیاه	3.87**	-1.08	-3.26**	2.95**	-2.47**	0.48	1.28**	-1.76**

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

*,**: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۶- مقادیر ترکیب پذیری عمومی لاین ها و تسترها از نظر صفات اندازه گیری شده در شرایط تنش شوری

Table 6- General combining ability estimates of rapeseed lines and testers for studied traits in salinity stress conditions

		Lines لاین‌ها					Testers تسترها		
Traits	صفات	SPN193	SPN192	SPN180	SPN179	SPN178	SAN56	Dalgon	RGS003
Plant height	ارتفاع گیاه	8.63*	-5.48**	-1.97*	2.74**	-4.15**	-0.19	0.88-	1.009
Days to 50% flowering	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	4.87**	-2.02	-0.68	1.54**	-3. 9**	-0.82	0.10	-0.015
Days to maturity	تعداد روز تا رسیدن	0.41**	-0.05	-0.15*	0.08-	-0.14*	0.06	0.23**	-0.27**
Pod length	طول خورجین	1.80**	0.36	-0.61*	0.03	-1.6**	0.47*	0.64**	-1.6**
Number of seed / pod	تعداد دانه در خورجین	31.22**	-33. 2**	-14.8**	18.55**	-3.45	11.7**	7.78**	-18.9**
Number of pod plant	تعداد خورجین در بوته	0.026	-0.002	-0.18**	0.18**	-0.047	-0.14**	0.17**	-0.015
1000 Kernels weight	وزن هزار دانه	1.94*	-1.07	-0.86	0.81	-0.92	0.29	1.08**	-1.3**
Grain yield	عملکرد دانه در گیاه	13.92**	-4.53*	-6.5**	-1.64	-1.97	-3.02	10. 9**	-6.68**

* و **: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

*,**: Non- significant, Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۷- ترکیب پذیری خصوصی تلاقی‌های کلزا برای صفات مورد مطالعه در شرایط آبیاری معمولی

Table 7- Specific combining ability estimates of rapeseed crosses for studied traits in normal irrigation conditions

Line × tester	ارتفاع گیاه Plant Height	روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی Days to 50% flowering	روز تا رسیدن Days to maturity	طول خورجین pod length	تعداد دانه در خورجین Number of seed / pod	تعداد خورجین در گیاه Number of pod / plant	وزن هزار دانه 1000 Kernels Weight	عملکرد دانه در گیاه Grain Yield
SPN178 × RGS003	1.33	5.93	3.93	0.03	0.89	19.53**	0.091	1.12
SPN178 × Dalgon	-2.27	-2.73	-3.8	-0.20	-1.16	6.07	-0.094	-1.99
SPN178 × SAN56	0.93	-3.2	-0.13	0.16	2.04	-13.47**	0.002	0.87
SPN179 × RGS003	2.89	1.27	2.16	0.15	0.11	4.2	-0.031	0.25
SPN179 × Dalgon	-2.71	-2.4	-1.24	-0.02	0.18	-2.4	-0.59**	-0.14
SPN179 × SAN56	0.18	1.13	-0.91	-0.12	-0.29	-1.8	0.090	-0.10
SPN180 × RGS003	5	-0.29	0.27	0.071	0.89	20.53**	-0.27**	1.51
SPN180 × Dalgon	-4.6	-0.96	2.2	-0.14	-1.04	-18.07**	0.007	-2.57*
SPN180 × SAN56	-0.4	1.24	2.47	0.06	0.16	-2.47	0.28**	1.05
SPN192 × RGS003	-11	-5.84	-6.4	-0.07	-0.89	-22.91**	0.24**	-1.59
SPN192 × Dalgon	7.4	5.49	4.53	0.29	2.18	14.16**	0.15	3.98**
SPN192 × SAN56	3.6	0.36	1.87	-0.21	-1.29	8.76	-0.39**	-2.39*
SPN193 × RGS003	1.78	-1.07	0.04	-0.18	0.78	-21.36**	-0.3	-1.29
SPN193 × Dalgon	2.18	0.6	-1.69	0.08	-0.16	12.38**	0.009	0.71
SPN193× SAN56	-3.96	0.47	1.64	0.11	-0.62	8.98**	0.021	0.58
SE(sca)	5.29	3.65	3.46	0.28	0.85	3.89	0.09	1.02

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

*,**: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۸- ترکیب پذیری خصوصی تلاقی‌های کلزا برای صفات مورد مطالعه در شرایط تنش شوری

Table 8- Specific combining ability estimates of rapeseed crosses for studied traits in salinity stress conditions

Line × tester	ارتفاع گیاه Plant Height	روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی Days to 50% flowering	روز تا رسیدن Days to maturity	طول خورجین pod length	تعداد دانه در خورجین Number of seed / pod	تعداد خورجین در گیاه Number of pod / plant	وزن هزار دانه 1000 Kernel Weight	عملکرد دانه در گیاه Grain Yield
SPN178 × RGS003	1.29	3.38	0.23**	0.13	6.58	0.01	0.04	-9.42*
SPN178 × Dalgon	0.22	3.16	0.39**	-0.73	-24.18**	-0.08	-1.43	1.51
SPN178 × SAN56	-1.51	0.22	0.16	0.6	30.76**	0.07	1.39	7.91*
SPN179 × RGS003	-3.9**	1.29	0.14	0.8	-9.91**	0.025	0.05	12.2**
SPN179 × Dalgon	10	5.84	0.19	0.6	-5.51	-0.15**	-0.67	-3.16
SPN179 × SAN56	-6. 7**	4.56	0.33**	-1.4**	15.42**	0.13**	0.61	-9.09*
SPN180 × RGS003	6.18**	1.6	0.08	0.91*	7.31	-0.14**	0.41	1.02
SPN180 × Dalgon	-7.22	2.6	0.22**	-1.6**	27.71**	-0.08	-0.04	-3.71
SPN180 × SAN56	1.04	1	0.14	0.71	-35.02**	0.22**	-0.36	2.69
SPN192 × RGS003	-2.38	2.07	0.39	-1.8**	10.42**	0.08	-0.27	-7.8**
SPN192 × Dalgon	1.89	1.4	0.38**	1.9**	10.49**	0.21**	1.54	11.7**
SPN192 × SAN56	0.49	0.67	0.006	-0.07	-20.91**	-0.29**	-1.27	-3.87
SPN193 × RGS003	1.16	1.62	0.05	0.02	-1.24	0.02	-0.23	4.02
SPN193 × Dalgon	-4.8**	1.49	0.03	-0.18	-8.51	0.09**	0.59	-6.38
SPN193 × SAN56	6.04**	3.11	0.02	0.16	9.76*	-0.12**	-0.36	2.36
SE(sca)	1.27	2.38	0.11	0.42	4.7	0.04	0.88	3.54

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

*,**: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

References

فهرست منابع

Amiri Oghan, H., Fotokianb, M. H., Javidfar, F., and Alizadeh B. 2009. Genetic analysis of grain yield, days to flowering and maturity in oilseed rape (*Brassica napus* L.) using diallel crosses. International Journal of Plant Production. 2: 19-26.

Bybordi, A., and Tabatabaei, S. J. 2010. Effect of salinity stress on germination and seedling properties in canola cultivars (*Brassica napus* L.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanic Cluj-Napoca. 37(1):71-67.

Farshadfar, E. 2000. Application of quantitative genetics in plant breeding. University of Razi Press. 528 p. (In Persian)

Farshadfar, E., Kazemi, Z., and Yaghotipoor, A. 2013. Estimation of combining ability and gene action for agro-morphological characters of rapeseed (*Brassica napus* L.) using line × tester mating design. International Journal Advanced Biological and Biomedical Research. 1: 711-717.

Flowers, T. J., and Yeo, A. R. 1995. Breeding for salinity resistance in crop plants; where next. Australian Journal Plant physiology. 22:875-884

Jeena, A., and Sheikh, F. 2003. Genetic divergence analysis in gobhi sarson. Journal of Oilseeds Research. 20:210-212.

Ji, H., Pardo, J. M., Batelli. G., Van Osten, M. J., Bressan, R. A., and Li, X. 2013. The Salt overly sensitive (SOS) pathway: established and emerging roles. Molecular Plant. 6: 275-286.

Kang, S. A., Saeed, F., and Riza, M. 2013. Breeding for improving the seed yield and yield contributing traits in (*Brassica napus* L.) by using line × tester analysis. Journal of Plant Breeding and Genetics. 1(3):111-116.

Kempthorne, O. 1957. An introduction to genetic statistics. John Wiley and Sons Inc, New York.

Ketata, H., Smith, E. L., Edwards, L. H., and Mc New, R. W. 1976. Detection of epistasis, additive and dominance variation in winter wheat. Crop Science, 16: 1-4.

Khattak, G. S. S., Haq, M. A., Ashraf, M., Tahir, G. R., and Marwat, E. U. K. 2001. Detection of epistasis, and estimation of additive and dominance components of genetic variation for synchorony in pod maturity in mungbean (*Vigna radiana* L.). Field Crops Research. 72: 211-219.

Monirifar, H. 2016. Development and evaluation of a synthetic afalfa variety for tolerance to salinity. Journal of Crop Breeding. 18(8):176-182(In Persian).

Muhammad, A., Raziuddin, Muhammad, A., Raza H., Rahman, A. U., and Ali, I. 2014. Combining ability and heritability studies for important traits in F2 of *Brassica napus*. International Journal Basic Applied Science. 14: 7-11.

Munns, R., Husain, S., Rivelli, A. R., James, R. A., Condon, A. G., Lindsay, M. P., Lagudah, E. S., Schachtman, D. P. and Hare, R. A. 2002. Avenues for increasing salt tolerance of crops, and the role of physiologically-based selection traits. Plant and Soil. 247: 93-105.

Nemati, M., Asghari, A., Sofalian, O., Rasoulzadeh, A., and Mohamaddoust Chamanabad, H. R. 2012. Effect of water stress on rapesseed cultivars using morpho–physiological traits and their relations with ISSR marker. Journal of Plant Physiology and Breeding, 2(1):55-66.

Pazira, E., and Sadegzadeh, K. 1998. National review document on optimizing soil and water use in Iran. Workshop of ICISAT, Sahelian Center, 13-18 April. Niamy, Nigeria.

Rameeh, V. 2012. Combining ability analysis of plant height and yield components in spring type of rapeseed varieties (*Brassica napus* L.) using line × tester analysis. International Journal Agriculture and Forestry. 2: 58-62

Rameeh, v. 2016. Line × tester analysis in rapeseed: Identification of superior parents and combinations for seed yield and its components. Open Agriculture. 2016; 1: 74 -78.

Ravari, S. Z. Dehghani, H. and Naghavi, H. 2015. Assessment of salinity indices to identify Iranian wheat varieties using an artificial neural network. Journal of Applied Biology 168: 185-194.

Sana, M., A. Ali, M. A. Malik, M., Saleem, F., and Rafiq, M. .2003. Comparative yield potential and oil contents of different canola. Pakistan journal of agronomy, 2(1):1-7

Sharma, S. N., Sain, R. S., and Sharma, R. K. 2003. Genetics of spike length in durum wheat. Euphytica. 130: 155-161.

Sofi, P., Rather, G., and Ven Katesh, S. 2006. Triple test cross analysis in maize (*Zea mays* L.). Indian Journal Crop Science. 1: 191-193.

Iranian Journal of Agronomy & Plant Breeding Islamic Azad University, Karaj Branch

Investigation of Salinity Tolerance in Spring Rapeseed by Line × Tester Method

A. A. Saberi*[1], S. Z. Ravari[2], A. Mehrban[3], H. R. Ganjali[3], H. Amiri Oghan[4]

Received date: 16 July 2020 Accepted date: 18 Ceptember 2020

Abstract

In order to evaluate the salinity tolerance of spring rapeseed varieties, 15 hybrids obtained from the intersection of 5 lines and 3 testers with their parents (total of 23 genotypes) in two conditions of normal and salinity irrigation in two randomized complete block designs with 3 replications were studied in 2009-2010 at Kerman Agricultural and natural Resources Research Center. Significance of the effect of treatment on all studied traits (a total of eight traits) under two irrigation conditions showed that there was sufficient genetic diversity between crosses, which justified line × tester analysis. Decomposition of hybrids into their components based on line-tester analysis showed that the effects of lines, testers, and the effect of line-tester in terms of the studied traits were significant, and the lines had different reactions in combination with different testers. Estimates of more than one for the ratio of the mean squares of general combining ability to squares of specific combining ability showed that the additive action of genes has greater role in their genetic control. High values and low amplitude changes of broad sense heritability showed that genetic variance was greater than environmental variance. The lowest amount of specific heritability for the trait of 1000-kernel weight (58.74%), and the highest amount was related to grain yield (89.89%) under normal irrigation conditions. Crosses SPN179 × Dalgon and RGS003 × SPN179 are the best hybrids in terms of grain yield under normal and salinity conditions, respectively, with the highest values of specific combining and are recommended.

Keywords: Hybrid, General combining, Specific combining, Co-dominance, Over-dominance

[1] - Phd student in Plant Breeding, Zahedan Branch, Islamic Azad University, Zahedan, Iran.
2- Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran.
3- Islamic Azad University, Zahedan Branch, Department of Agriculture, Zahedan, Iran.
4- Seed and Plant Breeding Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO) Karaj, Iran.
*Corresponding author: sz.ravari@yahoo.com