جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
سال یازدهم ـ شماره چهارم ـ زمستان ۱۳۸۳
www.magiran.com/jasnr

تجزیهٔ ژنتیکی تحمل به شوری حاصل از کلرور سدیم کلزا (*Brassica napus* L.) در مرحلهٔ جوانه‌زنی

بهرام علیزاده[1]، مصطفی ولیزاده[1]، محمد مقدم[1]، کاظم قاسمی گلعذانی[1] و محمدرضا احمدی[2]

[1]گروه زراعت، دانشگاه تبریز؛ [2]موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

تاریخ دریافت: ۸۲/۳/۳ ؛ تاریخ پذیرش:۸۳/۳/۱۶

چکیده

تحمل به شوری نسبی ارقام کلزا (*Brassica napus* L.) در مرحلهٔ جوانه‌زنی در غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مول کلرور سدیم به همراه شاهد با استفاده از تلاقی دای‌آلل F_2 شش والدی یک طرفه مورد تجزیهٔ ژنتیکی قرار گرفت. والدها از بین ۲۰ رقم کلزا براساس مطالعهٔ قبلی طوری انتخاب شدند که طیفی از تحمل به شوری را نشان دهند. تجزیهٔ واریانس برای هر سطح شوری نشان داد که در سطح شاهد ژنوتیپ‌ها از نقطه نظر ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG) و شاخص جوانه‌زنی (GI) و در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مول کلرور سدیم از نقطه نظر ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG)، شاخص‌جوانه‌زنی(GI) و شاخص میزان جوانه‌زنی (GRI) با هم اختلاف معنی‌داری داشتند. ژنوتیپ‌ها در سطح شوری ۲۰۰ میلی‌مول کلرور سدیم برای هیچکدام از معیارهای جوانه‌زنی اختلافات معنی‌داری نشان ندادند. در شوری ۱۰۰ میلی‌مول نمک، اثرات افزایشی و اثرات غیرافزایشی ژن‌ها معنی‌دار بودند، با این وجود اثرات غالبیت نسبت به اثرات افزایشی فزونی نشان دادند. در تمامی صفات مورد بررسی، تحمل به شوری توسط ژن‌های مغلوب کنترل می‌شد. وراثت‌پذیری عمومی برآورد شده بالا و وراثت‌پذیری خصوصی اندک برآورد گردید که نشان‌دهندهٔ اثرات ژنی غالبیت نسبتاً زیاد بود. تجزیهٔ قابلیت‌های ترکیب نشان داد که اثرات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی در کنترل ژنتیکی معیارهای جوانه‌زنی در شرایط شاهد و اثرات ترکیب‌پذیری خصوصی در شوری ۱۰۰ میلی‌مول نمک مهم هستند. از آنجایی که تحمل به شوری توسط ژن‌های مغلوب کنترل می‌شد، والد متحمل‌تر، ضعیف‌ترین قابلیت ترکیب خصوصی را نشان داد. وجود قابلیت ترکیب خصوصی بالا در برخی از تلاقی‌ها و وجود اثرات غالبیت معنی‌دار، پتانسیل تولید ارقام هیبرید را در اصلاح کلزا برای خاک‌های دارای مشکل شوری خاطر نشان نمود.

واژه‌های کلیدی: تحمل شوری، تجزیهٔ ژنتیکی، جوانه‌زنی، دای‌آلل F_2، کلزا

مقدمه

شور شدن آب و خاک یکی از مهمترین عوامل محیطی محدود کننده برای تولید محصول بخصوص در نواحی خشک و نیمه‌خشک جهان می‌باشد. اگرچه اصلاح خاک از طریق آبیاری و زهکشی برای مقابله با شوری خاک بکار برده می‌شوند، امّا این روش‌ها معمولاً مقرون به صرفه یا عملی نیستند و راهکارهای دیگری بایستی توسعه یافته و بکار برده شوند، یکی از این راهکارها اصلاح ارقام برای تحمل به شوری می‌باشد. مدت‌های مدیدی است که وجود اختلاف در تحمل ارقام گیاهان

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

زراعی به شوری و سایر شرایط نامساعد خاکی شناخته شده است، لیکن تنها در دهه‌های اخیر تلاش‌های جدی برای بهره‌برداری از پتانسیل ژنتیکی ارقام گیاهان زراعی در شرایط شور از طریق برنامه‌های مختلف به نژادی آغاز شده است (ابرول و همکاران، ۱۹۸۸). با وجود این، تعریف تحمل به شوری به خاطر طبیعت پیچیدهٔ تنش شوری و گستردگی طیف پاسخ گیاهان مشکل می‌باشد. شاید یک تعریف کلی به این صورت باشد که تحمل به شوری صفتی چند ژنی است که به گیاه امکان رشد و تولید اقتصادی را در حضور مقادیر بالا و تقریباً ثابت نمک بخصوص NaCl در خاک فراهم می‌نماید (هورکمان، ۱۹۹۳).

کلزا (*Brassica napus* L.) به‌عنوان یکی از مهمترین گیاهان روغنی دنیا در مقابل شوری نسبتاً متحمل می‌باشد (آدولف، ۱۹۸۰؛ هی و کرامر، ۱۹۹۲). اما، این گیاه همانند اکثر گیاهان زراعی دیگر در مرحله جوانه‌زنی و مراحل اولیه تثبیت گیاهچه به شوری حساس است. بنابراین ارزیابی تحمل به شوری در مراحل اولیه رشد به‌ویژه در مرحله جوانه‌زنی دارای اهمیت زیادی می باشد.

روش تلاقی دای‌آلل برای تعیین اساس ژنتیکی تحمل به شوری در برخی از گیاهان زراعی مانند برنج (مولجوپاویرو و ایکهاشی، ۱۹۸۱؛ اکبر و همکاران، ۱۹۸۶؛ گرگوریو و سنادهیرا، ۱۹۹۳)، سورگوم (ازهر و مک‌نیلی، ۱۹۸۸)، ارزن مرواریدی (کبو و مک نیلی، ۱۹۹۶) و عدس (اشرف و وحید، ۱۹۹۸) مورد استفاده قرار گرفته است. این بررسی‌ها طیف وسیعی از ویژگی‌ها شامل معیارهای مورفولوژیک و فیزیولوژیک مثل طول ریشه، اجزای عملکرد و نسبت Na/K را در بر می‌گیرد.

شناخت منابع ژنی مفید و آگاهی از نوع و میزان اثر ژن‌ها و شناخت اساس ژنتیکی تحمل به شوری برای طراحی برنامه‌های مؤثر اصلاحی برای توسعه ارقام پرمحصول و متحمل به شوری در گیاهان زراعی از ضرورتهای اولیه است (مولجوپاویرو و ایکهاشی، ۱۹۸۱؛ شانون، ۱۹۸٤؛ ازهر و مک‌نیلی، ۱۹۸۸ و اشرف و وحید، ۱۹۹۸). هدف اصلی این پژوهش تهیه اطلاعاتی در رابطه با نوع و میزان اثر ژن‌ها در تحمل به شوری کلزا در مرحلهٔ جوانه‌زنی با استفاده از روش تلاقی دای‌آلل تحت شرایط کنترل شده آزمایشگاهی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی: برای به‌دست آوردن مواد گیاهی مورد نیاز ٦ رقم کلزا (*Brassica napus* L.) شامل سرز، کبرا، ریجنت، اولیمپ، تاور و توپاز[1] براساس مطالعه قبلی در بین ۲۰ رقم به نحوی انتخاب شدند که طیفی از تحمل به شوری را نشان بدهند. والدین در بهار سال اول (۱۳۷۹) در مزرعهٔ ایستگاه تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در خلعت پوشان، در بلوک‌های تلاقی به‌صورت نیمه دای‌آلل، تلاقی داده شدند و نسل F_1 تولید گردید و در سال دوم برای داشتن بذر کافی از خودباروری F_1ها جمعیت‌های F_2 تولید گردیدند.

از هر کدام از والدین و F_2ها ۲۰ بذر در ظروف پتری به قطر ۱۲ سانتی‌متر حاوی یک لایه کاغذ خشک‌کن برای آزمون جوانه‌زنی مورد استفاده قرار گرفتند. آزمایش بصورت فاکتوریل و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. واحد آزمایشی عبارت از یک ظرف پتری حاوی ۲۰ عدد بذر از هر ژنوتیپ بود. فاکتورها عبارت بودند از ۲۱ ژنوتیپ و ۳ سطح شوری صفر(شاهد)، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مول در لیتر نمک کلرید سدیم حل شده در آب مقطر. هدایت الکتریکی (EC) شاهد و دو سطح شوری به‌ترتیب ۰/۰۰۹، ۱۱/۰۲ و ۱۹/۰۰۳ میلی‌موس بر سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. اندازهٔ کاغذ خشک‌کن و میزان محلول برای تمام ظروف پتری یکسان بود. بذور هر ژنوتیپ با یک پنس فلزی روی کاغذ خشک‌کن مرطوب چیده شدند. سه طبقه از اتاقک جوانه‌زنی به‌عنوان ۳ بلوک آزمایش در نظر گرفته شد. پس از قرار دادن ظروف پتری در اتاقک جوانه‌زنی، دما در حدود ۲±۲۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شده و هر ۲٤

1- Ceres, Cobra, Regent, Olymp, Tower and Topas

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

ساعت یکبار تعداد بذور جوانه‌زده یادداشت گردید. جوانه‌زنی با خروج ریشه چه از پوسته بذر به اندازهٔ حدوداً ۲ میلی‌متر مشخص گردید. شمارش بذور جوانه‌زده تا ۱۰ روز انجام شد. در طول دورهٔ جوانه‌زنی از افت رطوبت کاغذهای داخل ظروف پتری ممانعت به‌عمل آمد. پس از اتمام یادداشت‌برداری، صفاتی مثل شاخص جوانه‌زنی[1] (بنچ آرنولد و همکاران، ۱۹۹۱)، شاخص میزان جوانه‌زنی[2] (اسچی، ۱۹۹٤)، ضریب سرعت جوانه‌زنی[3] (جونز و سندرز، ۱۹۸۷) و میانگین مدت جوانه‌زنی[4] (اورچارد، ۱۹۷۷) با اقتباس از المداریس (۱۹۹۸) محاسبه گردید.

تجزیه‌های آماری: برای هر چهار ویژگی اندازه‌گیری شده، نخست تجزیهٔ واریانس استاندارد براساس آزمایش فاکتوریل با استفاده از نرم افزارهای آماری MSTAT-C (علیزاده و تاری نژاد، ۱۳۸۰) و SAS (سلطانی، ۱۳۷۷) انجام پذیرفت تا اثر سطوح شوری، اثر ژنوتیپ و اثر متقابل آنها مورد ارزیابی قرار گیرد. سپس در هر سطح شوری بطور جداگانه تجزیهٔ واریانس برای تعیین وجود اختلافات معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها اعمال گردید. در مرحلهٔ بعدی به‌شرط وجود اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها، تجزیه‌های دای‌آلل با روش گرافیکی (هیمن،۱۹٥٤ الف و ب؛ سینق و چودری، ۱۹۷۹) برای دای‌آلل F_2 و همچنین تجزیه‌های قابلیت ترکیب بر طبق روش دوم گریفینگ (۱۹٥٦) و براساس مدل II (ثابت) عملی گردید. محاسبات هر دو روش با استفاده از نرم‌افزار رایانه‌ای Diallel-3 (کریستی و همکاران، ۱۹۸۸) صورت پذیرفت. آمارنهای مورد انتظار در دای‌الل F_2 همانند دای‌الل F_1 می‌باشد، با این تفاوت که سهم اثرات غالبیت (h) در اثر یک نسل خویش‌آمیزی به نصف تقلیل پیدا می‌کند. به این جهت ضرایب پارامترهای H_1 و H_2 به $^1/_4$ و ضریب F به $^1/_2$ تقلیل می‌یابد (هیمن، ۱۹٥۸؛ ماتر و جینکز، ۱۹۸۲؛ هیل و همکاران، ۲۰۰۱). شیب خط رگرسیون و نیز ترتیب نقاط ردیف‌ها در نمودار W_r/V_r تغییر نمی‌کند. با این‌حال، پراکندگی نقاط در طول خط رگرسیون کاهش یافته و نقطهٔ عرض از مبداء برآورد کمتری از متوسط درجهٔ غالبیت ارائه خواهد کرد (هیل و همکاران، ۱۹۹۸ و ۲۰۰۱).

نتایج و بحث

تجزیهٔ واریانس داده‌ها برای معیارهای مختلف اندازه‌گیری شده در مرحلهٔ جوانه‌زنی شامل ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG)، شاخص جوانه‌زنی (GI)، شاخص میزان جوانه‌زنی (GRI) و میانگین مدت جوانه‌زنی (MGT)، اختلاف معنی‌داری بین سطوح شوری و بین ژنوتیپ‌ها در تمام صفات نشان داد. اثر متقابل بین شوری و ژنوتیپ در مورد هیچکدام از معیارها معنی‌دار نبود (نتایج آورده نشده است). مقایسهٔ میانگین صفات (جدول ۱) نشان داد که در تمامی صفات میانگین سه سطح با هم اختلاف معنی‌داری دارند. چنانکه ملاحظه می‌شود شوری، تمامی معیارهای جوانه‌زنی را متأثر می‌کند. افزایش شوری باعث کاهش معنی‌دار CVG، GI و GRI و افزایش معنی‌دار میانگین مدت جوانه‌زنی (MGT) شد.

1 - Germination Index (GI)
2 - Germination Rate Index (GRI)
3 - Coefficient of Velocity of Germination (CVG)
4 - Mean Germination Time (MGT)

جدول۱- مقایسهٔ میانگین معیارهای جوانه‌زنی شامل ضریب سرعت جوانه‌زنی(CVG)، شاخص جوانه‌زنی(GI)، شاخص میزان جوانه‌زنی (GRI) و میانگین مدت جوانه‌زنی(MGT) در سطح شاهد و شوری‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مول کلرور سدیم.

تیمار شوری	ضریب سرعت جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی	شاخص میزان جوانه‌زنی	میانگین مدت جوانه‌زنی
شاهد (آب مقطر)	٦٧/٢٣	١٨٧/٠	٧١/٠٥	١/٥٤٥
١٠٠ میلی‌مول NaCl	٥٢/٥١	١٧٨/١	٥٦/٧٣	٢/٠١٦
٢٠٠ میلی‌مول NaCl	٣٤/٩١	١٤٨/٦	٣٦/٤٨	٣/٠٨٧
LSD (٪٥)	٣/٧٠٧	٤/٦٣٧	٣/٩٦٣	٠/١٨١٢

جدول ۲- آزمون کفایت مدل افزایشی ـ غالبیت برای معیارهای جوانه‌زنی ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG)، شاخص جوانه‌زنی (GI) و شاخص میزان جوانه‌زنی(GRI) بذور کلزای حاصل از یک دای‌آلل F_2 شش والدی در شرایط شاهد و شوری ۱۰۰ میلی‌مول کلرور سدیم.

سطح شوری	شاهد			۱۰۰ میلی‌مول کلرور سدیم		
معیار جوانه‌زنی	CVG	GI	GRI	CVG	GI	GRI
شیب خط(b)	١/١٠	٠/١٢٢	†	١/٠٨	٠/٩٨٨	٠/٩٧٧
انحراف استاندارد±	±٠/٣٣	±٠/١٠٠		±٠/٣٣	±٠/٤٨٣	±٠/٣٨٩
$t_{(b=0)}$ §	٣/٣٦ *	١/٢٢ ns		٣/٢٥ *	٢/٠٤٥ *	٢/٥١ *
$t_{(b=1)}$ §§	−٠/٣٠ ns	٨/٧٨ *		−٠/٢٤ ns	٠/٠٢٤٨ ns	٠/٠٥٩ ns

†: این آزمون برای شاخص میزان جوانه‌زنی (GRI) در تیمار شاهد انجام نگرفت، زیرا ژنوتیپ‌ها در این تیمار اختلافات معنی‌داری نداشتند.

§: آزمون معنی‌داری اختلاف شیب خط از صفر §§: آزمون معنی‌داری اختلاف شیب خط از یک ns : غیرمعنی‌دار *: معنی‌دار درسطح‌احتمال۵ درصد

تجزیه واریانس جداگانه برای ژنوتیپ‌ها در هر سطح شوری نشان داد که در سطح شاهد، ژنوتیپ‌ها از لحاظ معیارهای CVG و GI با هم اختلاف معنی‌داری دارند. در سطح ۱۰۰ میلی‌مول نمک سه معیار جوانه‌زنی CVG، GI و GRI اختلافات معنی‌داری نشان دادند و در سطح ۲۰۰ میلی‌مول کلرور سدیم برای هیچکدام از معیارهای جوانه‌زنی اختلافات معنی‌داری مشاهده نشد (نتایج آورده نشده است). از این جهت توصیه می‌شود که ارزیابی پاسخ به تنش شوری در شوری‌های متوسط انجام گیرد، زیرا به‌نظر می‌رسد که اثرات شدید شوری‌های بالا اختلاف بین ژنوتیپ‌ها را پوشانده و امکان گزینش در بین ژنوتیپ‌ها را سلب می‌کند. ازهر و مک‌نیلی (۱۹۸۸) نیز در سورگوم دانه‌ای[1] ملاحظه کردند که در سطوح بالای شوری (۲۰۰ مول در مترمکعب نمک) همگرایی واریانس‌ها رخ داده و برآورد اجزای ژنتیکی در سطوح بالای شوری غیرممکن می‌شود. ازهر و مک‌نیلی (۱۹۸۸) همچنین در سطح متوسط شوری (۱۵۰ مول در مترمکعب کلرور سدیم) در مقایسه با سطح پایین نمک یعنی ۱۰۰ مول در مترمعکب یک سیستم پیچیده ژنتیکی مشاهده کردند. بدین ترتیب تجزیه‌های بعدی با روش‌های گرافیکی (هیمن، ۱۹۵٤ الف و ب) و قابلیت‌های ترکیب (گریفینگ، ۱۹۵٦) فقط برای دو سطح شاهد و۱۰۰ میلی‌مول کلرور سدیم اعمال گردید.

1 - Sorghum bicolor

تجزیه‌های گرافیکی و برآورد اجزای ژنتیکی

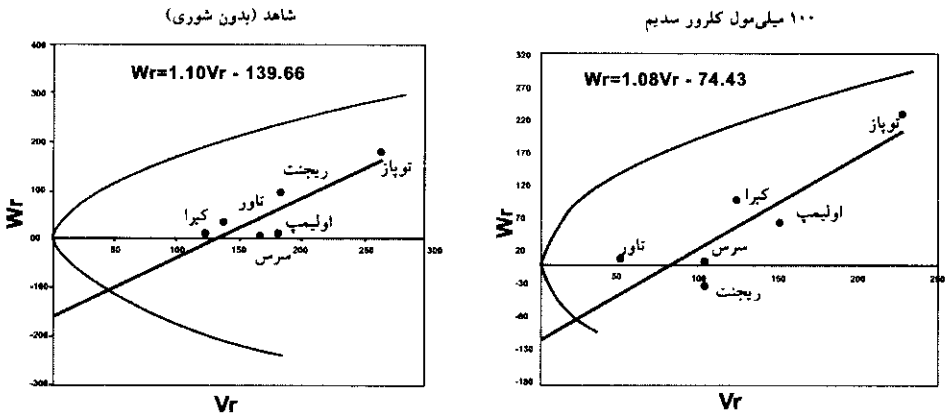
آزمون فروضهای تجزیه: قبل از انجام هرگونه استنتاج از داده‌ها، نخست کفایت مدل افزایشی ـ غالبیت برای داده‌های چهار معیار جوانه‌زنی در دو سطح شاهد و ۱۰۰ میلی‌مول کلرور سدیم آزمون گردید. به‌علت عدم اختلاف معنی‌دار شیب خط رگرسیون W_r/V_r از یک، در سطح شاهد تنها برای ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG) مدل افزایشی ـ غالبیت کفایت کرد. با این حال در سطح دوم شوری برای هر سه معیار CVG، GI و GRI کفایت مدل حاکم بود (جدول ۲).

تجزیه واریانس W_r+V_r و W_r-V_r ردیف‌ها نیز حکایت از فقدان روابط متقابل غیراللی اپیستازی بین ژن‌ها و حضور غالبیت در کنترل ژنتیکی CVG در تیمار شاهد و

در کنترل ژنتیکی معیارهای جوانه‌زنی CVG، GI و GRI در سطح ۱۰۰ میلی‌مول کلرور سدیم داشت. زیرا W_2-V_2 ردیف‌ها غیرمعنی‌دار بودند و میانگین مربعات بین ردیف‌ها در مورد W_2-V_2 اگرچه غیرمعنی‌دار بودند ولی از میانگین مربعات درون ردیف‌ها بزرگتر بودند (نتایج آورده نشده است). بر طبق نظر ماتر و جینکز (۱۹۷۷)، حتی اگر W_2+V_2 ردیفها غیرمعنی‌دار باشد، تنها بزرگ بودن میانگین مربعات W_2+V_2 ردیف‌ها نسبت به میانگین مربعات خطای آزمایشی برای نتیجه‌گیری در مورد کفایت مدل افزایشی ـ غالبیت کافی خواهد بود. بنابراین تجزیه گرافیکی هیمن و برآورد اجزای تغییرات ژنتیکی برای CVG در تیمار شاهد و برای سه معیار CVG، GI و GRI در سطح دوم شوری انجام گردید.

ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG): برای ویژگی ضریب سرعت جوانه‌زنی، در شرایط شاهد و شوری ۱۰۰ میلی‌مول نمک، خط رگرسیون W_2/V_2 محور کوواریانس (W_2) را در زیر مبدأ مختصات قطع نمود و نشان داد که به طور متوسط رابطهٔ فوق غالبیت در بین آلل‌های ژن‌های کنترل کننده برقرار است. پراکنش نقاط ردیف‌ها روی خط رگرسیون نشان داد که در سطح شاهد، واریتهٔ توپاز با بیشترین آلل مغلوب در انتهای خط قرار گرفت و واریته‌های کبرا و تاور در انتهای پایینی خط قرار گرفته و بیشتر ژن‌های غالب را دارا بودند. سایر واریته‌ها نقاطی در میانهٔ خط تشکیل دادند و حاوی ژن‌های غالب و مغلوب بودند. در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مول نمک نیز واریته توپاز در بالاترین موقعیت در انتهای خط رگرسیون قرار گرفته و دارای بیشترین تعداد آلل‌های مغلوب می‌باشد. ارقام تاور و کبرا در موقعیتی نزدیک به مبدأ مختصات قرار گرفتند و بیشتر آلل‌های غالب را دارا بودند (شکل ۱).

برآورد اجزای ژنتیکی نشان داد که هر دو اثرات افزایشی ژن‌ها و اثرات غالبیت ژن‌ها در کنترل CVG در تیمار شاهد و در شوری ۱۰۰ میلی‌مول کلرور سدیم دخالت دارند. با این‌حال، سهم اثرات غالبیت به‌مراتب بیشتر از اثرات افزایشی بود. نسبت $(H_1/D)^{0.5}$ نیز نشان‌دهنده فوق غالبیت برای درجه متوسط غالبیت ژن‌ها بود. تفاوت نسبت $H_2/4H_1$ از ۰/۲۵ و نیز اختلاف H_1 و H_2 بیانگر عدم تعادل ژن‌های افزاینده و کاهنده CVG در والدین بود. بزرگ و مثبت بودن F نشانگر حضور بیشتر ژن‌های غالب نسبت به ژن‌های مغلوب در والدین بود، چیزی که با نسبت بزرگ K_D/K_R برابر نیز نشان داده شد. معنی‌دار نشدن h^2 نیز نشان‌دهنده عدم تغییر جهت و مقدار غالبیت از یک مکان ژنی به مکان ژنی دیگر بود. نسبت h^2/H_2 کمتر از یک به‌دست آمد که نشان‌دهنده دخالت تنها یک گروه ژنی دارای رابطه غالبیت در کنترل سرعت جوانه‌زنی بود. از روی ضریب همبستگی مثبت بین (W_r+V_r) ردیف‌ها و میانگین والدها (Y_r) می‌توان نتیجه‌گیری کرد که سرعت جوانه‌زنی بیشتر در هر دو سطح شاهد و شوری ۱۰۰ میلی‌مول نمک، توسط ژن‌های مغلوب کنترل می‌شود. وراثت‌پذیری خصوصی در سطح شاهد پایین ولی در شوری ۱۰۰ میلی‌مول نمک نسبتاً بالا به‌دست آمد که بیانگر امکان انجام گزینش برای سرعت‌های بالای جوانه‌زنی در شرایط شور بود. مقدار وراثت‌پذیری عمومی نسبتاً بالا برآورد گردید که نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی زیاد بین والدین و همچنین زیادی واریانس غالبیت می‌باشد (جدول ۳). نتایج شاهد و سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مول بسیار مشابه هم بودند و این نشان می‌دهد که احتمالاً ژن‌های یکسانی تظاهر صفت را در هر دو سطح شوری کنترل می‌کنند. تشابه نتایج دو سطح شاهد و ۱۰۰ میلی‌مول نمک با ضریب همبستگی ژنتیکی بالا (r_g= ۰/۶۹۷) در دو سطح تأیید گردید. بدین ترتیب می‌توان با گزینش برای سرعت‌های جوانه‌زنی بالا در شرایط عادی به جوانه‌زنی سریعتر در شرایط شور نیز دست یافت.

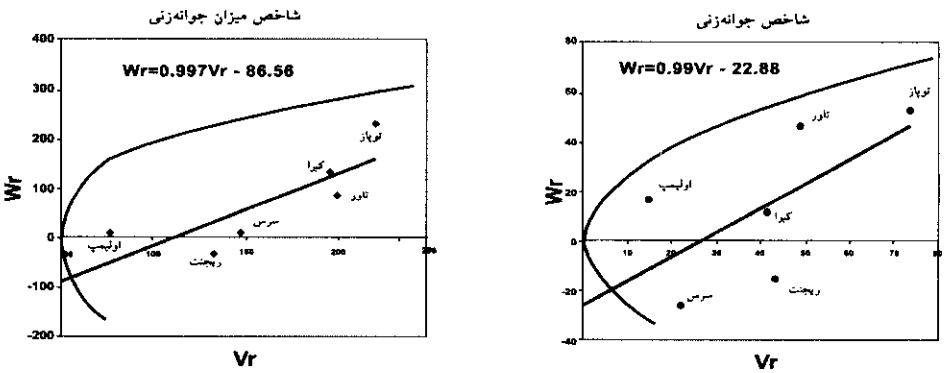


شکل ۱ـ نمودار رگرسیون W_r/V_r برای ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG) بذور کلزا در یک تلاقی دای‌آلل F_2 ۶×۶ یک‌طرفه در شرایط شاهد (بدون شوری) و شوری ۱۰۰ میلی‌مول کلرور سدیم.

جدول ۳- برآورد اجزای ژنتیکی تغییرات و نسبت‌های آنها برای ضریب سرعت جوانه‌زنی در شرایط شاهد و شوری ۱۰۰ میلی‌مول NaCl و معیارهای شاخص جوانه‌زنی و شاخص میزان جوانه‌زنی در شوری ۱۰۰ میلی‌مول کلرور سدیم برای تلاقی دای‌آلل F_2 شش والدی ارقام کلزا.

اجزای ژنتیکی	شاهد	شوری ۱۰۰ میلی‌مول کلرور سدیم		
تغییرات	ضریب سرعت جوانه‌زنی	ضریب سرعت جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی	شاخص میزان جوانه‌زنی
E	۵۱/۴۱ ± ۱۰/۹۳ ns	۴۲/۴۳ ± ۱۴/۵۶ *	۲۹/۱۴±۶/۹۹ *	۴۶/۳۴ ±۱۸/۲۵ *
D	۲۵۱/۸۱ ± ۲۸/۹۲ *	۳۲۲/۳۴±۳۸/۵۳ *	۴۰/۵۳± ۱۸/۵۱ *	۳۳۹/۷۳ ± ۴۸/۲۹*
H_1	۲۲۷۸/۳۲ ± ۲۹۳/۷ *	۱۷۵۵/۲۴ ± ۳۹۱/۲۴ *	۱۹۸/۷±۸۷/۹۲ *	۶۲۳/۴۵ ±۴۹۰/۳۵*
H_2	۱۸۲۸/۴۹ ± ۲۶۲/۳۷ *	۱۱۹۸/۹۲ ± ۳۴۹/۵ *	۱۹۸/۲۴± ۶۷/۸۸ *	۴۶۵/۸۹ ± ۴۳۸/۰۴*
F	۶۴۵/۲۵ ± ۱۴۰/۶۴ *	۸۵۱/۳۹ ± ۱۸۷/۳۴ *	۸۷/۷۶±۸۹/۹۹ ns	۴۲۴/۳۷ ± ۲۳۸/۸*
h^2	-۱۴۲/۷۳ ±۱۷۶/۵۹ ns	-۳۴۲/۳۲ ±۲۳۵/۲۴ ns	-۲۷۸/۷۱±۱۱۲/۹۹ *	۵۸/۸۱ ± ۲۹۴/۸۳ Ns
$D-H_1$	-۲۰۲۶/۵	-۱۴۳۲/۹	-۱۵۸/۱۷	-۱۸۴۵/۱
$(H_1/D)^{1/2}$	۱/۵۰	۱/۱۷	۱/۱۱	۱/۲۷
$H_2/4H_1$	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۲۵	۰/۱۸
$(K_D)/(K_R)$	۲/۴۸	۳/۶۱	۲/۹۱	۲/۹۴
h^2/H_2	-۰/۰۸	-۰/۲۹	-۱/۴۱	-۰/۱۷
r{Yr, (Wr+Vr)}	۰/۷۷۵	۰/۶۳۳	۰/۵۲۴	۰/۷۶۹
وراثت‌پذیری خصوصی	۰/۳۶	۰/۶۴	۰/۲۵	۰/۵۳
وراثت‌پذیری عمومی	۰/۷۱	۰/۶۶	۰/۲۸	۰/۷۱

ns: غیرمعنی‌دار *: معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ $(K_D)/(K_R)= [(4DH_1)^{1/2}+F]/[(4DH_1)^{1/2}-F]$



شکل ۲- نمودار رگرسیون W_r/V_r برای شاخص جوانه‌زنی(GI) و شاخص میزان جوانه‌زنی(GRI) در یک تلاقی دای‌آلل F_2 شش والدی یک‌طرفه ارقام کلزا در شرایط شوری ۱۰۰ میلی‌مول کلرور سدیم.

شاخص جوانه‌زنی ((GI) و شاخص میزان جوانه‌زنی (GRI): در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مول کلرور سدیم، برای هر دو ویژگی GI و GRI، خط رگرسیون از پایین نقطه مبدأ محور W_r را قطع کرده و بیانگر حضور فوق غالبیت در کنترل این صفت بود. پراکنش نقاط والدین در حول خط رگرسیون W_r/V_r نشان داد که از نقطه نظر GI، واریته متحمل توپاز با بیشترین تعداد ژن‌های مغلوب در ناحیهٔ انتهایی نمودار قرار گرفته است و پس از آن واریته تاور دارای تعداد بیشتری آلل‌های مغلوب می‌باشد. واریته حساس اولیمپ با بیشترین فراوانی ژن‌های غالب در نزدیکترین محل نسبت به مبدأ مختصات قرار گرفت. ارقام ریجنت، سرس و کبرا نیز دارای تعداد بیشتری آلل غالب نسبت به آلل‌های مغلوب بودند. برای GRI، رقم توپاز و تا حدودی ارقام کبرا و تاور در دورترین محل نسبت به مبدأ مختصات قرار گرفته و حاوی ژن‌های مغلوب بیشتری بودند. ارقام سرس و ریجنت در حدود میانهٔ خط قرار گرفته و حاوی هم ژن‌های غالب و هم ژن‌های مغلوب بودند و رقم اولیمپ در نزدیکی مبدأ واقع شده و دارای ژن‌های غالب بیشتری بود (شکل ۲).

برآورد اجزای ژنتیکی تغییرات و نسبت‌های آنها نشان داد که شاخص جوانه‌زنی و شاخص میزان جوانه‌زنی در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مول نمک، توسط اثرات غالبیت و اثرات افزایشی ژن‌ها کنترل می‌شود. بزرگی H_1 نسبت به D نشان‌دهنده دخالت بیشتر اثرات غالبیت در تظاهر این صفت بود. اختلاف زیاد H_1 و H_2 و انحراف نسبت $H_2/4H_1$ از ۰/۲۵، نشان‌دهنده یکسان نبودن توزیع آلل‌های مثبت و منفی در والدین بود. برآورد درجه متوسط غالبیت نیز نشانگر وجود فوق غالبیت در مکان‌های ژنی کنترل کننده هر دو ویژگی بود. غیرمعنی‌دار بودن F به همراه نسبت $H_2/4H_1$ بیانگر تعادل فراوانی ژن‌های با اثرات مثبت و منفی در والدین می‌باشد. نسبت بزرگ K_D/K_R نشان‌دهنده حضور بیشتر آلل‌های غالب نسبت به آلل‌های مغلوب در والدین بود. معنی‌دار بودن h^2 نشان‌دهندهٔ عدم ثبات میزان یا جهت غالبیت از یک مکان ژنی به مکان ژنی دیگر بود. به‌عبارت دیگر غالبیت یک جهته در تظاهر این صفت حکم‌فرما نیست. وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی برای GI پایین، ولی برای GRI بترتیب متوسط تا بالا به‌دست آمد که بیانگر تنوع ژنتیکی افزایشی زیاد در بین والدین و امکان انجام گزینش برای این صفت می‌باشد. ضریب همبستگی مثبت و معنی‌دار بین (W_r+V_r) ردیف‌ها و میانگین والدها(Y_r)نشان داد که ژن‌های افزایش‌دهنده GI و GRI ژن‌های مغلوبی هستند و به‌عبارت دیگر تحمل بیشتر با آلل‌های مغلوب کنترل می‌شود. معنی‌دار نشدن h^2 نشان‌دهنده ثبات میزان و جهت غالبیت از یک مکان ژنی به مکان ژنی دیگر در کنترل این ویژگی‌ها در شوری ۱۰۰ میلی‌مول کلرور سدیم بود (جدول ۳).

تجزیهٔ قابلیت‌های ترکیب: تجزیه قابلیت‌های ترکیب با استفاده از روش دوم گریفینگ نشان داد که اثرات قابلیت‌های ترکیب عمومی(GCA) برای دو معیار CVG و GI و اثرات قابلیت ترکیب خصوصی(SCA) در مورد شاخص جوانه‌زنی (GI) در تیمار شاهد معنی‌دار هستند (جدول ٤). در سطح شوری ۱۰۰ میلی مول نمک، قابلیت ترکیب عمومی تنها در مورد GRI معنی‌دار بود ولی قابلیت ترکیب خصوصی در مورد هر سه معیار CVG، GI و GRI معنی‌دار گردید. واریانس غالبیت (σ_D^2) به‌غیر از ضریب سرعت جوانه‌زنی در سطح شاهد، همواره از واریانس افزایشی(σ_A^2) بزرگتر و نشان‌دهنده تأثیر بیشتر عمل غیرافزایشی (غالبیت و اپیستازی) ژن‌ها در توارث معیارهای جوانه‌زنی در هر دو محیط بود.

جدول٤- تجزیه واریانس قابلیت‌های ترکیب با روش دوم گریفینگ برای معیارهای جوانه‌زنی ضریب سرعت جوانه‌زنی(CVG)، شاخص‌جوانه‌زنی(GI) و شاخص‌میزان جوانه‌زنی (GRI) در یک دای‌آلل F_2 شش والدی یک‌طرفه ارقام کلزا در شرایط شاهد و شوری ۱۰۰ میلی‌مول نمک.

منابع تغییر	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات					
		شاهد		شوری ۱۰۰ میلی‌مول در لیتر کلرور سدیم			
		GI	CVG	GRI	GI	CVG
قابلیت ترکیب عمومی	۵	۸۱/۲*	۱۵۲/۳۲*	۱۱۲/۲٤*	۲۲۵/۹ns	۸۲/۲۸ns
قابلیت ترکیب خصوصی	۱۵	٤۸/٤۵*	۵۹/۲۵ns	۱۰۳/۲٤*	۲۰۹/۱۷۹*	۷۷/٦۸۲*
خطا	٤۰	۹/۵۸	۵۳/۰۳	٤۱/٦۸	۱۰۹/٤۹	۳۷/۵۵
واریانس‌افزایشی (σ_A^2)		۸/۱۹	۲۳/۲۷	۲/۲۵	٤/۱۸	۱/۳۲٤۵
واریانس غالبیت (σ_D^2)		۳۸/۸۷	٦/۲۳	٦۱/۵٦	۹۹/٦۹	٤۰/۱۳۲

ns : غیرمعنی‌داظ * : معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵

جدول ۵- اثرات قابلیت ترکیب عمومی(GCA) در یک دای‌آلل F_2 شش والدی یک‌طرفه ارقام کلزا برای سه معیار جوانه‌زنی ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG)، شاخص جوانه‌زنی (GI) و شاخص میزان جوانه‌زنی (GRI) در شرایط شاهد (الف) و شوری ۱۰۰ میلی‌مول در لیتر NaCl (ب).

GRI †		GI				CVG			
شوری ۱۰۰mM نمک		شوری ۱۰۰mM نمک		شاهد		شوری ۱۰۰mM نمک		شاهد	
GCA	والد	GCA	والد	GCA	والد	GCA	والد	GCA	والد
۵/۵۵۵	توپاز	۳/٦۸	کبرا	٤/۵۵٦	توپاز	۳/۹٤	توپاز	۸/۲۲	توپاز
۳/۵٤٦	کبرا	۱/۷۲	توپاز	۲/٦۳۹	کبرا	۳/۳۳	کبرا	۱/۱۷	کبرا
-۰/۷۷۳	سرس	۰/۰۹۷	سرس	۰/٦۸۱	ریجنت	-۰/۳۷۱	سرس	-۱/۱۷	سرس
-۱/٤۸۲	تاور	-۰/۳۲	اولیمپ	-۱/٦۱۱	سرس	-۱/٤۷۸	تاور	-۱/۵۵	ریجنت
-۲/۹۳۳	اولیمپ	-۲/٤۰	ریجنت	-۲/٦۹٤	اولیمپ	-۱/۷۵۱	اولیمپ	-۲/۹۵	تاور
-۳/۹۱۳	ریجنت	-۲/۷۸	تاور	-۳/۵٦۹	تاور	-۳/٦۷	ریجنت	-۳/۷۲	اولیمپ

†: در تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر شاخص میزان جوانه‌زنی(GRI) وجود نداشت.

بررسی اثرات قابلیت‌های ترکیب عمومی والدین برای سه معیار جوانه‌زنی که دارای اختلافات ژنوتیپی معنی‌داری بودند (CVG، GI و GRI) نشان داد که ارقام توپاز و کبرا در شرایط غیرشور (شاهد) با مقادیر مثبت و بالای GCA بهترین ترکیب‌شونده عمومی بوده و رقم اولیمپ و تاور ضعیف‌ترین ترکیب‌شونده عمومی محسوب می‌شوند (جدول ۵). در شوری ۱۰۰ میلی‌مول NaCl ارقام توپاز و کبرا با مقادیر مثبت و بالای GCA برای CVG، GI و GRI بهترین ترکیب‌شونده عمومی را نشان دادند. در این سطح از شوری ارقام اولیمپ، ریجنت و تاور دارای کمترین قابلیت ترکیب عمومی بودند (جدول۵).

در شرایط شاهد بهترین ترکیب‌پذیری خصوصی از جهت ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG) در تلاقی‌های ریجنت × تاور، اولیمپ × سرس و کبرا × تاور و از جهت شاخص جوانه‌زنی (GI) در تلاقی‌های ریجنت × سرس، اولیمپ × تاور و کبرا × اولمیپ مشاهده گردید (جدول ٦). تقریباً تمامی تلاقی‌های مرتبط با رقم توپاز (یک رقم با جوانه‌زنی سریع) قابلیت ترکیب خصوصی ضعیفی نشان دادند.

جدول ٦- اثرات قابلیت ترکیب خصوصی (SCA) در یک دای‌آلل F_2 شش والدی یک‌طرفه ارقام کلزا برای چهار معیار جوانه‌زنی ضریب سرعت جوانه‌زنی(CVG)، شاخص جوانه‌زنی(GI) و شاخص میزان جوانه‌زنی(GRI) در شرایط شاهد و شوری ۱۰۰ میلی‌مول در لیتر کلرور سدیم.

CVG				GI				GRI †	
شاهد		شوری mM۱۰۰		شاهد		شوری mM۱۰۰ نمک		شوری mM۱۰۰	
تلاقی	SCA	تلاقی	SCA	تلاقی	SCA	تلاقی	SCA	تلاقی	SCA
$P_2\times P_3$	۱۳/٦۲	$P_3\times P_5$	۱۷/۰٦	$P_1\times P_6$	۸/۵۲	$P_1\times P_3$	۹/۲۳	$P_2\times P_5$	۱۸/۸٦
$P_1\times P_6$	۱۱/۰۹	$P_1\times P_2$	۱۱/۷۹	$P_2\times P_3$	٦/۲۷	$P_2\times P_6$	۹/۰۲	$P_3\times P_5$	۱۳/۵۷
$P_2\times P_5$	۸/۸۲	$P_1\times P_3$	۹/۳۱	$P_5\times P_6$	۵/۹۰	$P_3\times P_5$	۸/٦۰	$P_1\times P_2$	۱۳/٤۵
$P_5\times P_6$	۷/۳٦	$P_2\times P_5$	۸/٦۹	$P_2\times P_5$	۵/٦۹	$P_2\times P_3$	۷/۳۱	$P_1\times P_3$	۱۰/٤٦
$P_2\times P_6$	۱/۲۲	$P_2\times P_3$	۳/۰۹	$P_3\times P_4$	۲/۰۲	$P_1\times P_2$	٤/۵۲	$P_5\times P_6$	٤/۱۷
$P_3\times P_4$	-۰/۷۸	$P_5\times P_6$	۲/٤۵	$P_1\times P_2$	۰/۳۲	$P_5\times P_6$	۳/۱۰	$P_2\times P_6$	۳/۹۱
$P_1\times P_4$	-۱/۰۵	$P_1\times P_6$	-۰/۱۷	$P_1\times P_3$	۰/۲۳	$P_2\times P_5$	۱/۵۲	$P_2\times P_3$	-۱/۳۲
$P_4\times P_5$	-۲/٤۲	$P_2\times P_6$	-۱/۵۸	$P_2\times P_4$	۰/۱۱	$P_1\times P_6$	-۰/٤٤	$P_1\times P_6$	-۱/٦۳
$P_1\times P_2$	-٤/۲٦	$P_3\times P_6$	-۲/۹۰	$P_4\times P_6$	-۰/۳۵	$P_1\times P_4$	-۰/٦۵	$P_2\times P_4$	-۳/۲۲
$P_2\times P_4$	-٤/۳۷	$P_2\times P_4$	-۲/۹۹	$P_4\times P_5$	-۱/۵٦	$P_2\times P_4$	-۱/۵۷	$P_3\times P_6$	-۳/٦۱
$P_1\times P_3$	-٤/٤۵	$P_4\times P_5$	-۳/٤۱	$P_3\times P_5$	-۲/۳۹	$P_3\times P_6$	-۱/٦۹	$P_1\times P_4$	-۳/۷۳
$P_1\times P_5$	-۵/۸۲	$P_1\times P_4$	-٤/۳۵	$P_1\times P_4$	-۳/۹٤	$P_4\times P_5$	-۳/۵۲	$P_4\times P_6$	-۵/۸۰
$P_3\times P_6$	-۷/۰۷	$P_4\times P_6$	-٦/۱۷	$P_1\times P_5$	-٤/۳۵	$P_4\times P_6$	-٦/۰۲	$P_3\times P_4$	-۹/۱۷
$P_3\times P_5$	-۸/٤۲	$P_1\times P_5$	-۸/۱۸	$P_2\times P_6$	-٦/٤٤	$P_1\times P_5$	-٦/۸٦	$P_4\times P_5$	-۹/۲۵
$P_4\times P_6$	-۸/٦۸	$P_3\times P_4$	-۱۲/۰۷	$P_3\times P_6$	-۱۹/۱۸	$P_3\times P_4$	-۹/۰۷	$P_1\times P_5$	-۹/۷۰

P_1 الی P_6 بترتیب نشان دهندهٔ ارقام والدینی ریجنت، اولیمپ، سرس، توپاز، کبرا و تاور می‌باشند.

†: در تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر شاخص میزان جوانه‌زنی(GRI) وجود نداشت.

رقم اولیمپ (یک رقم با جوانه‌زنی ضعیف) در تلاقی با ارقام سرس و کبرا قابلیت ترکیب خصوصی خوبی نشان داد. این امر می‌تواند به زیادی اثرات ژنی غیرافزایشی و کمی واریانس افزایشی نسبت به واریانس غالبیت مربوط باشد. در شوری ۱۰۰ میلی‌مول NaCl تلاقیهای سرس × کبرا و اولیمپ × ریجنت از نظر CVG، تلاقیهای ریجنت × سرس و اولیمپ × تاور از نظر GI و تلاقی‌های اولیمپ × کبرا، کبرا × سرس، ریجنت × اولیمپ از نقطه نظر GRI دارای قابلیت ترکیب خصوصی بالایی بودند و هیچکدام از آنها رقم مقاوم توپاز را شامل نبودند. در مقابل رقم حساس اولیمپ چنانکه ملاحظه می‌شود در ترکیب با ارقام حساس و نیمه متحمل قابلیت ترکیب خوبی نشان داد. تلاقی‌های ریجنت × کبرا و سرس× توپاز نیز از نقطه نظر هر سه معیار جوانه‌زنی در زمرهٔ ضعیف‌ترین ترکیبات محسوب گردیدند (جدول ٦).

اگرچه هر دو اثر ژنی افزایشی و غالبیت در کنترل معیارهای جوانه‌زنی کلزا در شرایط شور دخیل بودند، اثرات غالبیت ژن‌ها مهمتر بود. مقادیر نسبتاً بالای وراثت‌پذیری‌های عمومی در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مول نمک نیز حکایت از مهم بودن سهم اثرات غالبیت ژن‌ها داشت (جدول ۳). بدین ترتیب امکان گزینش برای سرعت‌های بالای جوانه‌زنی در شرایط شور و در نسل‌های دیرتر وجود دارد. نتایج مشابهی در یک تلاقی دای‌آلل ۵×۵ ارزن مرواریدی (*Pennisetum americanum L.*) در کنترل طول نسبی گیاهچه‌های دو هفته‌ای در شوری‌های ۷۵ و ۱۷۵ میلی‌مول نمک مشاهده گردید (کببو و مک‌نیلی، ۱۹۹٦). در حالی‌که در یک تلاقی دای‌آلل شش والدی عدس (*Lense culinaris* Medik.) اثرات افزایشی ژن‌ها در کنترل تحمل به شوری صفات تعداد نیام در بوته و تعداد دانه در بوته مهم‌تر بود (اشرف و وحید، ۱۹۹۸).

از آنجایی که تحمل به شوری در تمامی صفات مورد بررسی توسط ژن‌های مغلوب کنترل می‌شد، انتقال تظاهر مقاومت توسط والد متحمل به نسل‌های بعدی مشکل

می‌باشد. این بدین معنی می‌باشد که گزینش برای تحمل بالاتر به شوری بایستی تا حذف اثر غالبیت ژن‌ها به تأخیر انداخته شود. چنین وضعیتی در مورد تحمل به شوری عدس (اشرف و وحید، ۱۹۹۸). در کنترل ژنتیکی تعداد پنجهٔ بارور و درصد دانه‌بندی (اکبر و همکاران، ۱۹۸٦) و نسبت سدیم به پتاسیم (گرگوریو و سنادهیرا، ۱۹۹۳) در برنج گزارش شده است. با وجود این انتظار می‌رود که گزینش برای تحمل به شوری ساده باشد. به‌علاوه، وجود قابلیت ترکیب خصوصی بالا در برخی از تلاقیها و حضور واریانس‌های غالبیت بزرگ پتانسیل تولید و بهره‌برداری از ارقام کلزای هیبرید را برای مقابله با مشکل شوری نشان داد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از زحمات بی‌دریغ دوست شفیقم جناب آقای دکتر رسول اصغری زکریا عضو هیأت علمی دانشگاه محقق اردبیلی که بازخوانی متن نهایی مقاله را پذیرفتند، سپاسگزاری می‌نماید.

منابع

۱.سلطانی، ا. ۱۳۷۷. کاربرد نرم افزار آماری SAS در تجزیه‌های آماری. جهاد دانشگاهی مشهد.

۲.علیزاده، ب و تاری نژاد، آ. ۱۳۸۰. کاربرد نرم‌افزار MSTAT-C در تجزیه‌های آماری. انتشارات ستوده. تبریز.

3.Abrol, I. P., J.S.P.,Yadav, and F.I. Massoud. 1988. Salt affected soils and their management. FAO Soils Bulletin 39. Rome. Italy.

4.Adolphe, D. 1980. Canola rapeseed crop. Agriculture Canada CPS Foods, Ltd. University of Saskatchewan.

5.Akbar, M., G.S., Khush, and D. Hillerislambers. 1986. Genetics of salt tolerance in rice. In: Rice genetics, Proceeding of the International Rice Genetics Symposium, 27-31 May 1985, Manila, Philippines. pp. 399-409.

6.Al-Mudaris, M. A. 1998. Notes on various parameters recording the speed of seed germination. Der Tropenlandwirt, 99(S): 147-154.

7.Ashraf, M., and A. Waheed. 1998. Genetic basis of salt (NaCl) tolerance in lentil. Lens Newsl. 25: 15-22.

8.Azhar, F. M., and T. McNeilly. 1988. The genetic basis of variation for salt tolerance in *Sorghum bicolor* (L.) Moench seedlings. Plant Breeding, 101: 114-121.

9.Benech Arnold, R., M. Fenner, and P. Edwards. 1991. Changes in germinability, ABA content and ABA embryonic sensitivity in developing seeds of *Sorghum bicolor* (L.) Moench induced by water stress during grain filling. New Phytologist, 118: 339-347.

10.Christie, B.R., V.I., Shattuck, and J. A. Dick. 1988. The diallel cross: Its analysis and interpretation. Pub. of Guelf Univ. Canada.

11.Esechie, H. 1994. Interaction of salinity and temperature on the germination of sorghum. Journal of Agronomy and Crop Science, 172: 194-199.

12.Gregorio, G. B., and D. Senadhira, 1993. Genetic analysis of salinity tolerance in rice (*Oryza sativa* L.). Theor. Appl. Genet. 86: 333-338.

13.Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9: 463-493.

14.Hayman, B. I. 1954a. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics, 39: 789-809.

15.Hayman, B. I. 1954b. The analysis of variance of diallel crosses. Biometrics, 10: 235-245.

16.Hayman, B. I. 1958. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics, 43: 63-85.

17.He, T., and G.R. Cramer. 1992. Growth and mineral nutrition of six rapid-cycling *Brassica* species in response to seawater salinity. Plant and Soil, 139: 285-294.

18.Hill, J. H.C. Becker, and P.M.A. Tigerstedt. 1998. Quantitative and ecological aspects of plant breeding. Chapman & Hall. London.

19.Hill, J., W.W., Wagoire, R. Ortiz, and O. StOlen, 2001. Analysis of a combined F_1/F_2 diallel cross in wheat. Theor. Appl. Genet. 102: 1076-1081.

20.Hurkman, W.J. 1993. Effects of salt stress on plant gene expression: A review. In: Randal, P. J. et al. (Eds.). Genetic aspects of plant mineral nutrition. Kluwer Academic Pub. Netherlands. pp. 187-193.
21.Jones, K., and D. Sanders. 1987. The influence of soaking pepper seed in water or potassium salt solutions on germination at three temperatures. J. Seed Technol. 11: 97-102.
22.Kebebew, F., and T. McNeilly. 1996. The genetic basis of variation in salt tolerance in pearl millet *Pennisetum americanum* (L.) Leek. J. Genet. and Breed. (Italy), 50: 129-136.
23.Mather, K., and J. L. Jinks. 1977. Introduction to biometrical genetics. Chapman and Hall. London.
24.Mather, K., and J.L. Jinks. 1982. Biometrical genetics. 3rd ed. Cambridge University Press. London.
25.Moeljopawiro, S., and H. Ikehashi. 1981. Inheritance of salt tolerance in rice. Euphytica, 30: 291-300.
26.Orchard, T. 1977. Estimating the parameters of plant seedling emergence. Seed Sci. and Technol. 5: 61-69.
27.Shannon, M.C. 1984. Breeding, selection and the genetics of salt tolerance. In: Staples, R. C. and Toenniessen, G. H. (Eds.). Salinity tolerance in plants: Strategies for crop improvement. John Wiley and Sons, NewYork.
28.Singh, R.K., and B.D. Chaudhary. 1979. Biometrical methods in quantitative genetic analysis. Kalyani Pub. Newdelhi. India.

Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 11(4), Winter 2005
www.magiran.com/jasnr

Genetic analysis of Nacl salinity tolerance of Rapeseed (*Brassica napus* L.) at germination stage

B. Alizadeh[1], M. Valizadeh[1], M. Moghaddam[1], K. Ghassemi-Golezani[1] and M.R. Ahmadi[2]
[1]Department of Agronomy, University of Tabriz, [2]Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Karaj, Iran.

Abstract

The genetic basis of relative salinity tolerance was assessed at germination stage of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars at 0, 100, and 200 mM NaCl salinity, using a 6 parent F_2-diallel. The parents were chosen from a larger sample of 20 varieties to reflect the range of tolerance. Analysis of variance for each salinity level showed high significant genotypic differences for coefficient of velocity of germination (CVG) and germination index (GI) at control and for CVG, GI and germination rate index (GRI) at 100 mML^{-1} NaCl salinity level. At 200 mML^{-1} NaCl, no significant differences obtained among genotypes. At 100 mML^{-1} NaCl, both additive and non-additive effects were significant with the prevalence of dominance gene action over additive effects. Tolerance was controlled by recessive genes in all traits examined. The estimated broad sense heritabilities were high, while narrow sense heritability estimates were low, indicating relatively high dominance gene effects. Analysis of combining abilities showed that both GCA and SCA effects were important in genetic control of germination parameters at control treatment and SCA effects at 100 mM NaCl salinity. Since tolerance was governed by recessive genes, the tolerant parent was one of the poorest specific combiners. Heterotic combinations in some crosses and the existence of significant dominance effects suggested the potential of hybrid rapeseed breeding for soils with salinity problem.

Keywords: F_2-diallel; Genetic analysis; Germination; Rapeseed; Salt tolerance