مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۱، شماره ۴، سال ۱۳۹۴

برآورد ترکیب‌پذیری لاین‌های پیشرفته کلزا برای عملکرد و اجزای عملکرد دانه

Estimation of Combining Ability of Rapeseed Advanced Lines for Yield and Yield Components

ولی‌اله رامئه

دانشیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ساری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۷/۲۳

چکیده

رامئه، و. ۱۳۹۴. برآورد ترکیب‌پذیری لاین‌های پیشرفته کلزا برای عملکرد و اجزای عملکرد دانه. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۱:** ۴۱۹- ۶۶۵.
10.22092/spij.2017.111283

به منظور برآورد قابلیت توارث و میزان ترکیب‌پذیری اجزای عملکرد، عملکرد دانه و صفات مرتبط، تلاقی‌های دای‌آلل یک طرفه هشت لاین کلزا شامل L41، Zafar، L56، L31، L22، LF2، L420 و L401 به همراه والدها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تجزیه دای‌آلل حاکی از معنی‌دار بودن میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) برای تمامی صفات و ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) برای تمامی صفات به جزء وزن هزار دانه بود که نشان دهنده اهمیت اثر افزایشی و غیر فزایشی ژن‌ها در کنترل این صفات بود. برآورد قابلیت توارث خصوصی نسبتاً بالا برای صفات طول خورجین (۰/۵۰)، وزن هزاردانه (۰/۶۹)، عملکرد دانه (۰/۶۳) و شاخص برداشت (۰/۵۳) حاکی از اهمیت بیشتر اثر افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفات بود. والدهای L41، Zafar و L22 با ترکیب‌پذیری مثبت و معنی‌دار برای عملکرد دانه در زمره ژنوتیپ‌های برتر قرار داشتند. دورگ‌های با ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار برای عملکرد دانه دارای حداقل یک والد با ترکیب‌پذیری مثبت و معنی‌دار برای این صفت بودند. در این بررسی دورگ‌های L41×L22، L41×LF2، Zafar × L22 و Zafar × L420 به ترتیب با عملکرد دانه ۳۴۲۱/۷، ۳۴۰۰، ۳۳۴۸/۱ و ۳۳۱۱/۳ کیلوگرم در هکتار به عنوان ژنوتیپ‌های برتر شناسائی شدند.

واژه‌های کلیدی: کلزا، اثر افزایشی ژن‌ها، دای‌آلل، درجه غالبیت، قابلیت توارث.

نویسنده مسئول: vrameeh@gmail.com تلفن: ۰۱۱۴۲۵۵۸۱۶۰

مقدمه

دانه‌های روغنی پس ازغلات دومین ذخائر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند (Shariati and Ghazi Sahnizadeh, 2000). این محصولات حاوی ۲۰ الی ۵۰ درصد روغن هستند، که دراغلب موارد ترکیبات متوازنی ازاسیدهای چرب اشباع و غیراشباع دارند. دانه‌های روغنی جنس براسیکا حدود ۱۰ درصد کل تولید دانه‌های روغنی و حدود ۱۴ الی ۱۵ درصد تولید روغن نباتی را به خود اختصاص داده‌اند (Huang *et al.*, 2009؛ Downey and Rimer, 1993). وجود دو تیپ رشدی بهاره و پائیزه درکلزا و سازگاری به طیف گسترده آب و هوایی توسعه این محصول را درجهان به طور عمده‌ای به دنبال داشته است (Azizi *et al.*, 1999؛ Seyis *et al.*, 2006). استان مازندران با برخورداری از سطح کشت حدود ۲۰ هزار هکتار در زمره مناطق مهم برای تولید کلزا در کشور محسوب می‌شود. شناسائی پارامترهای ژنتیکی صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد دانه برای دستیابی به ارقام با تیپ ایده‌آل که از بیشترین پتانسیل ژنتیکی برای حصول حداکثر عملکرد برخوردار باشند امری اجتناب‌ناپذیراست (Rahman, 2013؛ Basalma, 2008؛ Qian *et al.*, 2009). دراین راستا برآورد قابلیت توارث و ترکیب‌پذیری صفات نقش به سزایی را درانتخاب والدها برای شروع پروژه‌های به‌نژادی و همچنین تعیین خط‌مشی اصلاحی ژنوتیپ‌های منتخب خواهد داشت (Rameeh, 2014؛ Amiri-Oghan *et al.*, 2009؛ Sincik *et al.*, 2011). سینک و همکاران (Singh *et al.*, 2012) با بررسی لاین‌های خردل هندی از طریق تجزیه میانگین نسل‌ها قابلیت توارث خصوصی بالا و در نتیجه پیشرفت ژنتیکی بالایی را برای صفات ارتفاع بوته، تعداد خورجین در ساقه اصلی و وزن هزار دانه گزارش کردند. کیان و همکاران (Qian *et al.*, 2003) با مطالعه تلاقی بین گونه‌ای کلزا و شلغم روغنی در طی دو سال گزارش کردند که در کنترل ژنتیکی عملکرد بیولوژیکی اثر افزایشی ژن‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار بود. وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 2007) با مطالعه ترکیب‌پذیری ژنوتیپ‌های شلغم روغنی گزارش دادند که برای عملکرد دانه ترکیب‌پذیری خصوصی از اهمیت بیشتری برخوردار بود، درصورتی که برای صفات ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه قابلیت ترکیب عمومی و خصوصی معنی‌دار بود. همچنین در این بررسی تعداد شاخه ثانویه، تعداد خورجین در شاخه ثانویه و تعداد خورجین در بوته به طور عمده‌ای تحت تأثیر ترکیب‌پذیری عمومی گزارش شد. گوپتا و کومار (Gupta and Kumar, 2011) با مطالعه تلاقی‌های دای‌آلل یک طرفه هشت لاین اصلاح شده خردل هندی خصوصیات ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌های اولیه وثانویه، تعداد

خورجین در بوته، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه را مورد مطالعه قرار دادند. دراین تحقیق واریانس ترکیب‌پذیری عمومی برای صفات ارتفاع گیاه و وزن هزار دانه از اهمیت بیشتری برخوردار بود، در صورتی که برای بقیه صفات ترکیب‌پذیری خصوصی اهمیت بیشتری داشت. در مطالعه تلاقی دای‌آلل یک طرفه هفت ژنوتیپ خردل هندی توسط نسرین و همکاران (Nasrin *et al.*, 2011) برای صفات ارتفاع بوته، تعداد روز تا رسیدگی و وزن هزار دانه ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی معنی‌دار بود. در این تحقیق برای تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه، تعداد خورجین در بوته و عملکرد دانه نیز فقط ترکیب‌پذیری خصوصی از اهمیت بیشتری برخوردار بود. عزیزی‌نیا (Azizinia, 2012) با بررسی هشت ژنوتیپ کلزا در قالب طرح تلاقی‌های دای‌آلل کامل، صفات تعداد شاخه‌های اولیه، تعداد شاخه‌های ثانویه، تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه، درصد روغن و عملکرد دانه را مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه اثر ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای صفات وزن هزار دانه، درصد روغن و عملکرد دانه معنی‌دار بود که نشان‌دهنده اهمیت اثر افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل خصوصیات مورد مطالعه بود. رامئه (Rameeh, 2012) با مطالعه تلاقی لاین تستر هشت لاین بهاره کلزا، میزان قابلیت توارث صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزاردانه را به ترتیب برابر ۰/۸۰، ۰/۹۰ و ۰/۸۱ گزارش کرد. فرشادفر و همکاران (Farshadfar *et al.*, 2013) با مطالعه پارامترهای ژنتیکی ژنوتیپ‌های کلزا از طریق طرح تلاقی لاین تستر گزارش کردند که برای تعداد شاخه‌های اولیه اثر افزایشی ژن‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار بود، لذا امکان بهبود این صفت از طریق گزینش در نسل‌های اولیه امکان‌پذیر است. همچنین در این بررسی برای صفات ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته و عملکرد دانه اثر غیرافزایشی ژن‌ها دارای اهمیت بیشتری بود، لذا برای بهبود صفات مزبور روش‌های اصلاحی مبتنی بر تولید هیبرید از کارایی بیشتری برخوردار هستند. در این بررسی در کنترل ژنتیکی تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه نیز اثر افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها نقش داشتند. زینگ و همکاران (Xing *et al.*, 2014) با مطالعه تلاقی دای‌آلل دوازده ژرم‌پلاسم کلزا به همراه والدها در چهار محیط گزارش کردند صفات تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه و میزان روغن تحت تأثیر معنی‌دار اثر افزایشی و غالبیت بود، برای صفت تعداد دانه در خورجین نیز اثر افزایشی ژن‌ها و برای عملکرد دانه اثر غالبیت ژن‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار بود. همچنین در این مطالعه اثر افزایشی در محیط برای صفات عملکرد دانه، تعداد خورجین در بوته و میزان روغن و اثر متقابل غالبیت در محیط نیز برای کلیه صفات

معنی‌دار بود.

با توجه به این که میزان توارث‌پذیری صفات و دیگر پارامترهای ژنتیکی بسته به ژنوتیپ‌های مورد مطالعه و شرایط محیطی متفاوت است، در این مطالعه برآورد قابلیت توارث خصوصی صفات و تعیین ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی لاین‌ها برای انتخاب برترین والدها و تلاقی‌ها مدنظر قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این بررسی هفت لاین پیشرفته کلزا شامل L41، L56، L31، L22، LF2، L420 و L401 و رقم ظفر (Zafar) در مجموع هشت ژنوتیپ در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ به صورت دای‌آلل یک طرفه تلاقی داده شدند. برای دست‌یابی به میزان بذر کافی، ۳۵ گل آذین (با ۱۲ غنچه اخته شده در هر گل آذین) از هر لاین مادری در تلاقی با هر یک از والد پدری استفاده شد. در سال ۹۲-۱۳۹۱ تعداد ۳۶ ژنوتیپ شامل ۲۸ تلاقی نسل F_1 به همراه والدها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بابع کلا از ایستگاه‌های تابعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران بررسی شدند. ارتفاع محل آزمایش از سطح دریا ۱۵متر، طول جغرافیایی آن ۵۳ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی آن ۴۳ درجه و ۳۶ دقیقه درجه شمالی است. زراعت سال قبل در مزرعه آزمایشی گندم بود. میزان کود مصرفی براساس آزمون خاک به مقدار ۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل، ۱۰۰کیلوگرم سولفات پتاسیم و نیتروژن به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (از منبع کود اوره با ۴۶ درصد نیتروژن) بود. تقسیط نیتروژن به صورت یک سوم در زمان کاشت، یک سوم در زمان خروج از روزت و یک سوم در زمان غنچه‌دهی انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف ۵ متری به فواصل ۳۰ سانتی‌متر بود و فاصله روی خط حدود ۵ سانتی‌متر درنظر گرفته شد. یادداشت‌برداری صفات از دو ردیف وسط با رعایت حاشیه از ابتدا و انتهای کرت انجام شد. صفات مورد اندازه‌گیری شامل تعداد خورجین در بوته، طول خورجین، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بود. اجزای عملکرد براساس پنج خورجین میانی از ده بوته منتخب تصادفی از هر کرت اندازه‌گیری شد. برای محاسبه وزن هزار دانه، وزن ۵۰۰ دانه از هرتیمار برحسب گرم اندازه‌گیری و مقدار آن در دو ضرب شد. عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها از دو خط میانی با حذف اثر حاشیه و تعمیم آن به کیلوگرم در هکتار اندازه‌گیری شد. عملکرد بیولوژیک از یک خط طولی از هر کرت طولی محاسبه و پس از آن شاخص برداشت محاسبه شد.

برای تجزیه ژنتیکی از روش دوم مدل مختلط- B گریفینگ (Griffing, 1956)

استفاده شد. برای آزمون ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی از آزمون t- استیودنت استفاده شد. در ضمن قبل از انجام تجزیه دای‌آلل به روش گریفینگ فرض نرمال بودن داده‌ها با نرم‌افزار MSTATC کنترل شد. برای محاسبات ژنتیکی از برنامه Diallel (Zhang and Kang, 1997) در محیط SAS9.1 استفاده شد.

نتایج و بحث

مشخصات ژنوتیپ‌های کلزا مورد بررسی در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- مشخصات ژنوتیپ‌های کلزا مورد استفاده در این تحقیق

Table 1. Specifications of rapeseed genotypes used in the present study

شماره ژنوتیپ Genotype no.	ژنوتیپ Genotype	شجره Pedigree	منشأ Origin	تیپ رشدی Growth type
1	L41	RGS003 × 308	Iran, Mazandaran	Spring-open-pollinated
2	Zafar	19H × Sarigol	Iran, Mazandaran	Spring-open-pollinated
3	L56	RW × RGS003	Iran, Mazandaran	Spring-open-pollinated
4	L31	SLM046 × 308	Iran, Mazandaran	Spring-open-pollinated
5	L22	Zarfam × 401	Iran, Mazandaran	Spring-open-pollinated
6	LF2	Zarfam × 308	Iran, Mazandaran	Spring-open-pollinated
7	L420	RGS003 × 420	Iran, Mazandaran	Spring-open-pollinated
8	L401	RGS003 × 420	Iran, Mazandaran	Spring-open-pollinated

نتایج حاصل از تجزیه واریانس ژنتیکی خصوصیات مورد مطالعه بر اساس روش دوم و مدل مختلط-B گریفینگ در جدول۲ درج شده است. براین اساس معنی‌دار بودن میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی صفات مورد بررسی شامل تعداد خورجین در بوته، طول خورجین، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت نشان‌دهنده اهمیت اثر افزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی این صفات و معنی‌دار بودن ترکیب‌پذیری خصوص برای تمامی صفت به استثناء وزن هزار دانه مبین اهمیت اثر غیر فزایشی ژن‌ها در کنترل این صفات بود. از طرفی برآورد نسبت معنی‌دار میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی به میانگین مربعات ترکیب‌پذیری خصوصی و قابلیت توارث خصوصی نسبتاً بالا برای صفات طول خورجین، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و عملکرد دانه نشان‌دهنده اهمیت بیشتر اثر افزایشی ژن‌های در کنترل این صفات بود. گوپتا و کومار (Gupta and Kumar, 2011) با مطالعه تلاقی‌های دای‌آلل یک طرفه هشت لاین اصلاح شده خردل هندی خصوصیات تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و همچنین عملکرد دانه را مورد مطالعه قرار دادند. دراین تحقیق واریانس ترکیب‌پذیری عمومی برای وزن هزار دانه از اهمیت بیشتری برخوردار بود در صورتی

جدول ۲- تجزیه دای‌آلل یک طرفه صفات مختلف در هشت ژنوتیپ کلزا
Table 2. Half diallel analysis for different traits of eight rapeseed genotypes

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS: تعداد خورجین در بوته Pods per plant	طول خورجین Pod length	تعداد دانه در خورجین Seeds per pod	وزن هزار دانه 1000-seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
Rep	2	78.7^{ns}	0.32^{ns}	115.4^{**}	0.14^{ns}	1571000^{**}	25240000^{**}	6.7^{ns}
Crosses	35	1417.3^{**}	1.11^{**}	18.9^{**}	0.22^{**}	387481^{**}	7649000^{**}	58.2^{**}
GCA	7	1610.2^{**}	2.43^{**}	37.3^{**}	0.75^{**}	975122^{**}	11020000^{**}	76.2^{**}
SCA	28	1369.1^{**}	0.78^{**}	14.3^{*}	0.08^{ns}	240570^{**}	6807000^{**}	53.8^{**}
Error	70	103.8	0.33	8.4	0.08	64580	1795000	3.9
MS(GCA)/MS(SCA)		1.18	3.12^{*}	2.61^{*}	9.38^{**}	4.05^{*}	1.62	1.42
h^2N.		0.32	0.50	0.35	0.69	0.63	0.32	0.53

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.
ns,* and **: Not significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

که مابقی صفات ترکیب‌پذیری خصوصی اهمیت بیشتری داشت. زینگ و همکاران (Xing *et al.*, 2014) با مطالعه تلاقی دای‌آلل دوازده ژرم‌پلاسم کلزا به همراه والدها در چهار محیط گزارش کردند که صفات تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه و میزان روغن تحت تأثیر معنی‌دار اثر افزایشی و غالبیت ژن‌ها بود.

میانگین تعداد خورجین در بوته از ۹۴ تا ۱۵۸ عدد متغیر بود و ژنوتیپ‌های L22، L41 و Zafar به ترتیب با ۱۵۸، ۱۴۰ و ۱۳۷ خورجین از مقادیر بالای این صفت برخوردار بودند (جدول ۳). با توجه به این که مقادیر بالای تعداد خورجین در بوته به عنوان جزء اصلی عملکرد دانه منجر به افزایش عملکرد دانه نیز خواهد شد، لذا ژنوتیپ‌های L22، L41 و Zafar با برخورداری از ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار برای افزایش این صفت در الویت هستند (جدول ۴). با توجه به قابلیت توارث پایین برای تعداد خورجین در بوته، گزینش برای بهبود این صفت در نسل‌های انتهایی از کارایی بیشتری برخوردار خواهد بود. روش‌های اصلاحی مبتنی بر تولید هیبرید نیز برای بهبود این صفت موثر خواهند بود. میانگین این صفت در تلاقی‌ها از ۹۶ تا ۱۷۷به ترتیب در تلاقی‌های L401×L56 و Zafar×L401 متغیر بود. تلاقی‌های L41×LF2، Zafar×L420، Zafar×L401 و L31×LF2 به ترتیب با تعداد ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۷۷ و ۱۷۲ خورجین از مقادیر بالای این صفت برخوردار بودند (جدول ۵). ترکیب‌پذیری لاین‌ها در ۶۴ درصد ترکیب‌ها معنی‌دار بود که در ۲۹ درصد آن به صورت مثبت و معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۶). اغلب تلاقی‌های با ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار برای تعداد خورجین در بوته دارای حداقل یک والد با ترکیب‌پذیری عمومی مثبت

جدول ۳- مقایسه میانگین اجزای عملکرد و عملکرد دانه در هشت ژنوتیپ کلزا

Table 3. Mean comparison of yield components and seed yield of eight oil seed rape genotypes

والدها	تعداد خورجین در بوته	طول خورجین	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
Parents	Pods per plant	Pod length (cm)	Seeds per pod	1000-seed weight (g)	Seed yield (kg ha^{-1})	Biological yield (kg ha^{-1})	Harvest index (%)
L41	140ab	7.13a	27.57ab	3.81b	2929.2a	13673.0ab	21.62b
Zafar	137ab	7.47a	26.50abc	4.08ab	2925.0a	15022.2a	19.88b
L56	130bc	7.60a	20.93bc	4.31a	2866.7a	13074.7abc	21.95b
L31	119bc	6.37ab	21.93bc	3.96b	2187.5bc	11151.2bcd	19.71b
L22	158a	7.23a	24.53abc	3.73b	3120.8a	10148.8cd	30.81a
LF2	112cd	7.17a	29.40a	4.29a	2737.5ab	11880.7bc	23.27b
L420	130bc	7.43a	26.30abc	3.94b	2612.5abc	11760.8bc	22.22b
L401	94d	5.57b	20.33c	3.84b	2083.3c	8522.8d	24.44b

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال۰/۰۱تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 1% level of probability, using Duncan s΄multiple range test.

جدول ۴- ترکیب‌پذیری عمومی اجزای عملکرد و عملکرد دانه در هشت ژنوتیپ کلزا

Table 4. General combining ability of yield components and seed yield in eight oil seed rape genotypes

والدها	تعداد خورجین در بوته	طول خورجین	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
Parents	Pods per plant	Pod length	Seeds per pod	1000-seed weight	Seed yield	Biological yield	Harvest index
L41	10.72**	0.25**	1.56**	0.00^{ns}	184.68**	477.01*	0.47^{ns}
Zafar	9.31**	0.18*	0.52^{ns}	0.06^{ns}	147.26**	1086.89**	-0.50^{ns}
L56	-8.78**	0.00^{ns}	-1.12*	0.19**	27.47^{ns}	274.56^{ns}	-0.56^{ns}
L31	0.33^{ns}	-0.37**	-1.25*	-0.14**	-291.27**	-384.32^{ns}	-2.03**
L22	3.59*	0.18*	0.44^{ns}	-0.15**	187.30**	-736.26**	3.23**
LF2	-2.85^{ns}	0.00^{ns}	0.78^{ns}	0.26**	9.99^{ns}	27.13^{ns}	-0.07^{ns}
L420	-6.17**	0.26**	0.53^{ns}	-0.05^{ns}	-44.01^{ns}	-616.22**	0.80*
L401	-6.16**	-0.50**	-1.45**	-0.15**	-221.41**	-128.79^{ns}	-1.34**

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ns,* and **: Not- significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

و معنی‌دار بودند. رامئه (Rameeh, 2012) با مطالعه تلاقی لاین- تستر هشت لاین بهاره کلزا، ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی معنی‌داری را برای تعداد خورجین در بوته گزارش کرد. طول خورجین در بین والدهای مورد مطالعه از ۵/۵۷ تا ۷/۶۰ سانتی‌متر به ترتیب در والدهای

جدول ۵- مقایسه میانگین اجزای عملکرد و عملکرد دانه تلاقی‌های دای‌آلل یک طرفه هشت ژنوتیپ کلزا.

Table 5. Mean comparison of yield components and seed yield of half diallel crosses of eight oil seed rape genotypes

تلاقی‌ها Crosses	تعداد خورجین در بوته Pods per plant	طول خورجین Pod length (cm)	تعداد دانه در خورجین Seeds per pod	وزن هزار دانه 1000-seed weight (g)	عملکرد دانه Seed yield (kg ha^{-1})	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg ha^{-1})	شاخص برداشت Harvest index (%)
L41 × Zafar	145c-g	7.47ab	28.07a	4.22a-d	2839.2a-i	12416.3bcd	22.84e-j
L41 ×L56	136e-h	6.37a-d	25.37ab	4.30abc	3180.8a-d	11948.1b-e	26.63c-f
L41 ×L31	138d-g	6.23a-d	25.93ab	3.58cde	2315.9hi	11641.7b-e	20.21hij
L41 ×L22	156a-e	7.73a	29.07a	3.64b-e	3412.7a	12137.7bcd	28.25bcd
L41 ×LF2	172ab	7.00abc	24.87ab	4.44a	3400.0a	10698.4b-e	31.57ab
L41 ×L420	162a-d	7.40ab	23.83ab	3.95a-e	3000.0a-g	11023.6b-e	27.15b-e
L41 ×L401	154a-f	6.73a-d	28.20a	3.71a-e	2908.3a-h	13736.2ab	21.35g-j
Zafar × L56	139d-g	6.83a-d	27.37ab	4.35ab	3031.1a-f	11829.8b-e	25.68d-g
Zafar × L31	129f-i	6.97abc	23.60ab	3.75a-e	2673.8c-i	12611.0bcd	21.27g-j
Zafar × L22	145c-g	6.87a-d	28.60a	3.81a-e	3348.1ab	10882.2b-e	30.73abc
Zafar × LF2	146c-g	6.40a-d	22.23ab	4.22a-d	2512.5e-i	13159.9bcd	19.10hij
Zafar × L420	173a	6.30a-d	23.07ab	3.91a-e	3311.3abc	9838.2de	33.68a
Zafar × L401	177a	6.80a-d	24.17ab	3.72a-e	2975.0a-g	16265.0a	18.48j
L56 × L31	139d-g	7.17abc	24.00ab	4.24a-d	2302.5hi	11806.9b-e	19.52hij
L56 × L22	148b-g	5.73cd	20.27b	3.86a-e	3287.4abc	11691.1b-e	28.12bcd
L56 × LF2	124ghi	6.43a-d	27.60ab	4.43a	2915.4a-h	13476.5abc	21.89f-j
L56 × L420	105ij	7.23abc	25.13ab	3.74a-e	2695.8c-i	10054.1cde	26.88b-e
L56 × L401	96j	5.80cd	22.07ab	3.85a-e	2196.7i	11967.6b-e	18.34j
L31 × L22	145c-g	6.53a-d	25.23ab	3.53de	2626.9d-i	12026.0b-e	21.85f-j
L31 × LF2	172ab	5.87cd	22.37ab	3.94a-e	2511.7e-i	10575.4b-e	23.79d-i
L31 × L420	112hij	6.13bcd	24.70ab	3.67b-e	2537.5d-i	9691.5de	26.13c-g
L31 × L401	166abc	5.47d	22.73ab	3.45e	2812.5a-i	11679.6b-e	24.07d-h
L22 × LF2	112hij	7.07abc	25.63ab	4.13a-e	2727.7b-i	10729.2b-e	25.40d-g
L22 × L420	106ij	7.20abc	28.27a	3.80a-e	2413.7f-i	12447.8bcd	19.38hij
L22 × L401	143c-g	6.90a-d	23.17ab	3.75a-e	2883.3a-h	8603.6e	33.51a
LF2 × L420	131e-h	7.43ab	27.20ab	4.25a-d	3079.6a-e	10947.5b-e	27.98bcd
LF2 × L401	125ghi	6.23a-d	24.00ab	4.10a-e	2546.4d-i	13101.0bcd	19.64hij
L420 × L401	125ghi	6.73a-d	25.40ab	3.75a-e	2365.4ghi	12491.3bcd	18.93ij

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال۰/۰۱تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 1% level of probability, using Duncan s΄multiple range test

L401 و L56 متغیر بود (جدول ۳). برای این صفت اغلب والدهای مورد بررسی از نظر آماری در یک گروه قرار گرفتند. والدهای L41، Zafar، L22 و L420 با برخورداری از ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار برای بهبود ژنتیکی این صفت در اولویت هستند

جدول ۶- ترکیب‌پذیری خصوصی اجزای عملکرد و عملکرد دانه در تلاقی‌های دای‌آلل یک طرفه هشت ژنوتیپ کلزا

Table 6. Specific combining ability of yield components and seed yield in half diallel crosses of eight rapeseed genotypes

تلاقی‌ها Crosses	تعداد خورجین در بوته Pods per plant	طول خورجین Pod length	تعداد دانه در خورجین Seeds per pod	وزن هزار دانه 1000-seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
L41 × Zafar	-12.08*	0.29^{ns}	1.00^{ns}	0.22^{ns}	-278.1*	-945.1^{ns}	-1.19^{ns}
L41 ×L56	-3.36^{ns}	-0.63*	-0.05^{ns}	0.17^{ns}	183.2^{ns}	-601.1^{ns}	2.66*
L41 ×L31	-9.84^{ns}	-0.40^{ns}	0.64^{ns}	-0.22^{ns}	-362.9**	-248.6^{ns}	-2.29*
L41 ×L22	4.51^{ns}	0.56^{ns}	2.08^{ns}	-0.15^{ns}	255.3^{ns}	599.4^{ns}	0.49
L41 ×LF2	26.51**	0.00^{ns}	-2.46^{ns}	0.24^{ns}	420.0**	-1603.3*	7.10**
L41 ×L420	20.23**	0.15^{ns}	-3.24*	0.07^{ns}	74.0^{ns}	-634.7^{ns}	1.82^{ns}
L41 ×L401	11.79*	0.23^{ns}	3.11*	-0.08^{ns}	159.7^{ns}	1590.4*	-1.84^{ns}
Zafar × L56	0.84^{ns}	-0.10^{ns}	2.98^{ns}	0.16^{ns}	71.0^{ns}	-1329.2^{ns}	2.68*
Zafar × L31	-17.80**	0.40^{ns}	-0.66^{ns}	-0.12^{ns}	32.4^{ns}	110.9^{ns}	-0.26^{ns}
Zafar × L22	-4.69^{ns}	-0.24^{ns}	2.65^{ns}	-0.05^{ns}	228.1^{ns}	-1266.0^{ns}	3.94**
Zafar × LF2	2.35^{ns}	-0.53^{ns}	-4.05**	-0.04^{ns}	-430.1**	248.3^{ns}	-4.39**
Zafar × L420	32.37**	-0.89**	-2.97^{ns}	-0.04^{ns}	422.7**	-2430.0**	9.32**
Zafar × L401	36.22**	0.36^{ns}	0.11^{ns}	-0.14^{ns}	263.8^{ns}	3509.4**	-3.74**
L56 × L31	10.22^{ns}	0.78*	1.38^{ns}	0.25^{ns}	-219.1^{ns}	119.2^{ns}	-1.95^{ns}
L56 × L22	16.13**	-1.19**	-4.04**	-0.12^{ns}	287.3*	355.3^{ns}	1.39^{ns}
L56 × LF2	-1.39^{ns}	-0.32^{ns}	2.96^{ns}	0.04^{ns}	92.6^{ns}	1377.2^{ns}	-1.55^{ns}
L56 × L420	-17.27**	0.23^{ns}	0.74^{ns}	-0.34*	-73.0^{ns}	-1401.8*	2.58*
L56 × L401	-26.12**	-0.46^{ns}	-0.35^{ns}	-0.13^{ns}	-394.8**	24.3^{ns}	-3.83**
L31 × L22	3.96^{ns}	-0.03^{ns}	1.05^{ns}	-0.12^{ns}	-54.5^{ns}	1349.1^{ns}	-3.41**
L31 × LF2	36.93**	-0.52^{ns}	-2.15^{ns}	-0.12^{ns}	7.6^{ns}	-864.9^{ns}	1.82^{ns}
L31 × L420	-19.75**	-0.51^{ns}	0.43^{ns}	-0.08^{ns}	87.4^{ns}	-1105.5^{ns}	3.30**
L31 × L401	34.30**	-0.42^{ns}	0.44^{ns}	-0.20^{ns}	539.8**	395.2^{ns}	3.37**
L22 × LF2	-26.29**	0.14^{ns}	-0.57^{ns}	0.08^{ns}	-255.0^{ns}	-359.3^{ns}	-1.83^{ns}
L22 × L420	-28.14**	0.02^{ns}	2.31^{ns}	0.06^{ns}	-515.0**	2002.8**	-8.72**
L22 × L401	8.11^{ns}	0.47^{ns}	-0.81^{ns}	0.11^{ns}	132.1^{ns}	-2328.9**	7.56**
LF2 × L420	3.20^{ns}	0.43^{ns}	0.90^{ns}	0.10^{ns}	328.2*	-261.0^{ns}	3.18**
LF2 × L401	-2.68^{ns}	-0.02^{ns}	-0.32^{ns}	0.05^{ns}	-27.5^{ns}	1405.1*	-3.02**
L420 × L401	-0.23^{ns}	0.22^{ns}	1.33^{ns}	0.01^{ns}	-154.6^{ns}	1438.8*	-4.60**

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ns,* and **: Not- significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

(جدول ۴). به دلیل قابلیت توارث خصوصی نسبتاً بالا برای طول خورجین بهبود ژنتیکی آن از طریق گزینش امکان‌پذیر است. میانگین این صفت در تلاقی‌های مورد بررسی نیز از ۵/۴۷ تا ۷/۷۳ سانتی متر به ترتیب در تلاقی‌های L31×L401 و L41×L22 متغیر بوده است که از نظر آماری در گروه‌های متمایز قرار گرفتند (جدول ۵). تلاقی‌های L41×Zafar، L41×L22، L41×L420، L56×L420 و LF2×L420 به ترتیب با طول خورجین ۷/۴۷، ۷/۷۳، ۷/۴۰، ۷/۲۳ و ۷/۴۳ سانتی‌متر در زمره ترکیبات برتر برای این صفت قرار گرفتند و از نظر آماری نیز اختلاف معنی‌داری نداشتند. ترکیب‌پذیری خصوصی چهارده درصد تلاقی‌ها برای طول خورجین معنی‌دار بود که از این بین تلاقی L56×L31 با برخورداری از ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار به عنوان ترکیب برتر بود (جدول ۶).

میانگین تعداد دانه در خورجین از ۲۰/۳۳ تا ۲۹/۴۰ عدد به ترتیب در والدهای L401 و LF2 متغیر بود که از نظر آماری نیز اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۳). والدهای L41، Zafar، LF2 و L420 به ترتیب با تعداد دانه در خورجین ۲۷/۵۷، ۲۶/۵۰، ۲۹/۴۲ و ۲۶/۳۰ عدد به عنوان والد برتر محسوب شدند. لاین L41 با برخورداری از ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار برای اصلاح در جهت افزایش این صفت در اولویت انتخاب است (جدول ۴).

میانگین این صفت در تلاقی‌های مورد مطالعه نیز از ۲۰/۲۷ تا ۲۹/۰۷ عدد تنوع داشت. تلاقی‌های L41×Zafar، L41×L22، L41×L401، Zafar×L22 و L22×L420 به ترتیب با تعداد دانه در خورجین ۲۸/۰۷، ۲۹/۰۷، ۲۸/۲۰ و ۲۸/۲۷ عدد در زمره ترکیبات برتر قرار گرفتند و از نظر آماری نیز تفاوت معنی‌داری نداشتند. چهارده درصد ترکیبات حاصل دارای ترکیب‌پذیری خصوصی معنی‌دار بودند (جدول ۶). تلاقی L41×L401 با داشتن ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار به عنوان ترکیب برتر شناخته شد. زینگ و همکاران (Xing *et al.*, 2014) با مطالعه تلاقی دای‌آلل دوازده ژرم‌پلاسم کلزا به اهمیت بیشتر اثر غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی تعداد دانه در خورجین تأکید کردند.

در بین اجزای اصلی عملکرد دانه، وزن هزار دانه از قابلیت توارث خصوصی بالاتری برخوردار بود، لذا این صفت به گزینش پاسخ مثبت می‌دهد. سینک و همکاران (Singh *et al.*, 2012) با بررسی لاین‌های خردل هندی از طریق تجزیه میانگین نسل‌ها، قابلیت توارث خصوصی بالا و در نتیجه پیشرفت ژنتیکی بالایی را برای وزن هزاردانه گزارش نمودند. میانگین این صفت از ۳/۷۳ الی ۴/۳۱ گرم به ترتیب در والدهای L22 و L56 متغیر بوده است (جدول ۳). ژنوتیپ‌های Zafar، L56 و LF2 به ترتیب با وزن هزار دانه ۴/۰۸، ۴/۳۱ و ۴/۲۹ مقادیر بالای این صفت به خود

اختصاص دادند. لاین‌های L56 و LF2 با برخورداری از ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار در زمره والدهای مطلوب برای بهبود این صفت قرار داشتند (جدول ۴). میانگین این صفت در تلاقی‌های مورد بررسی نیز از ۳/۴۵ تا ۴/۴۴ گرم در تلاقی‌های L401×L31 و L41×LF2 تغییر داشت (جدول ۵). سی و شش درصد از تلاقی‌های مورد بررسی دارای وزن هزار دانه بالای چهار گرم بودند. اغلب تلاقی‌های با وزن هزار دانه بالا دارای حداقل یک والد با وزن هزار دانه بالا بودند. به علت اهمیت بیشتر اثر افزایشی در کنترل این صفت فقط یک تلاقی دارای ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار برای این صفت بود (جدول ۶).

عملکرد دانه والدها از ۲۰۸۳/۳ تا ۳۱۲۰/۸ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در ژنوتیپ‌های L401 و L22 تنوع داشت (جدول ۳). والدهای L41، Zafar و L22 به ترتیب با عملکرد دانه ۲۹۲۹/۲، ۲۹۲۵و ۳۱۲۰/۸ کیلوگرم در هکتار دارای عملکرد دانه بالا بودند و بر اساس مقایسه میانگین به روش دانکن تفاوت معنی‌داری نداشتند. والدهای L41، Zafar و L22 با ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار برای افزایش این صفت در زمره ژنوتیپ‌های مطلوب محسوب شدند (جدول ۴). میانگین‌های این صفت در تلاقی‌های حاصل نیز از ۲۱۹۶/۷ تا ۳۴۱۲/۷ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در L401×L56 و L41×L22 متغیر بود (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین‌ها مبین آن بود که تلاقی‌های L41×L56، L41×L22، L41×LF2، Zafar×L22، Zafar×L420 و L56×L22 به ترتیب با عملکرد دانه ۳۱۸۰/۸، ۳۴۱۲/۷، ۳۴۰۰، ۳۳۴۸/۱، ۳۳۱۱/۳ و ۳۲۸۷/۴ کیلوگرم در هکتار به عنوان تلاقی‌های برتر بودند. اغلب تلاقی‌های با عملکرد دانه بالا دارای حداقل یک والد با عملکرد دانه بالا بودند. تلاقی‌های L41×LF2، Zafar×L420، L56×L22، L31×L401 و LF2×L420 دارای ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار برای عملکرد دانه بودند (جدول ۶)، که نمایانگر اثر غیر افزایشی ژن‌ها در برای افزایش این صفت بود. در مطالعه ژنتیکی ارقام کلزا توسط فرشادفر و همکاران (Farshadfar *et al.*, 2013) بر اهمیت بیشتر اثر افزایشی ژن‌ها برای صفات تعداد شاخه‌های اولیه تأکید شد، لذا امکان بهبود این صفت از طریق گزینش در نسل‌های اولیه امکان‌پذیر است. در آن مطالعه برای صفات ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته و عملکرد دانه هم اثر غیر افزایشی ژن‌ها دارای اهمیت بیشتری بود، لذا برای بهبود صفات مزبور روش‌های به‌نژادی مبتنی بر تولید هیبرید پیشنهاد شد.

عملکرد بیولوژیک والدهای مورد بررسی از ۸۵۲۲/۸ تا ۱۵۰۲۲/۲ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در L401 و Zafar تغییر داشت که از نظر آماری اختلاف معنی‌دار با هم داشتند (جدول ۳). ژنوتیپ‌های با عملکرد دانه و همچنین با عملکرد بیولوژیک بالا که از

مقاومت مناسبی در برابر خوابیدگی نیز برخوردار هستند دارای قدرت رقابت بیشتری با علف‌های هرز هم خانواده کلزا بوده و درنتیجه در اولویت خواهند بود. والدهای L41، Zafar و L56 به ترتیب با عملکرد بیولوژیک ۱۳۶۷۳، ۱۵۰۲۲/۲ و ۱۳۰۷۴/۷ کیلوگرم در هکتار از مقادیر بالای این صفت برخوردار بودند و از نظر آماری نیز اختلاف معنی‌داری نداشتند. ترکیب‌پذیری عمومی در والدهای L41 و Zafar به صورت مثبت و معنی‌دار تجلی بود که نشان‌دهنده اهمیت اثر افزایشی ژن‌ها در افزایش این صفت در والدهای مذکور است (جدول ۴). در تلاقی‌های مورد بررسی نیز عملکرد بیولوژیک از ۸۶۰۳/۶ تا ۱۶۲۶۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در L401×L22 و Zafar×L401 متغیر بود (جدول ۵). تلاقی‌های L401×L41، L401×Zafar، L420×L22، L401×LF2 و L401×L420 از ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار برای عملکرد بیولوژیک برخوردار بودند و برای افزایش این صفت در اولویت هستند (جدول ۶).

از نظر شاخص برداشت والدهای مورد بررسی به دو گروه متمایز آماری تفکیک شدند. در این راستا والد L22 با شاخص برداشت ۳۰/۸۱ درصد در یک گروه و مابقی والده‌ها نیز در گروه مشترک دیگری قرار گرفتند (جدول ۳). لاین L22 با برخورداری از ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار برای بهبود این صفت در اولویت انتخاب بود (جدول ۴). میانگین این صفت در تلاقی‌های مورد بررسی نیز از ۱۸/۳۴ الی ۳۳/۶۸ درصد تغییر داشت (جدول ۵). تلاقی‌های L41×LF2، Zafar×L22، Zafar×L420 و L22×L401 به ترتیب با شاخص برداشت ۳۱/۵۷، ۳۰/۷۳، ۳۳/۶۸ و ۳۳/۵۱ درصد از اولویت بیشتری برخوردار بودند. ترکیب‌پذیری خصوصی در ۶۴ درصد تلاقی‌های مورد بررسی معنی‌دار و در ۳۲ درصد تلاقی‌ها به صورت مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۶). در مطالعه کیان و همکاران (Qian *et al.*, 2003) نیز در کنترل ژنتیکی عملکرد بیولوژیکی تلاقی‌های حاصل از تلاقی بین گونه‌ای کلزا و شلغم روغنی اثر افزایشی ژن‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار بود.

سپاسگزاری

از مسئولین مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران به خاطر تأمین منابع مالی و امکانات اجرای این مطالعه تشکر و قدر دانی می‌شود.

References

Amiri-Oghan, H., Fotokian, M. H., Javidfar, F., and Alizadeh, B. 2009. Genetic analysis of grain yield and days to maturity in oilseed rape (*Brassica napus* L.) using

diallel crosses. International Journal of Plant Production 3(2): 19-26.

Azizi, M., Soltani, A., and Khavari Khorasani, S. 1999. Rapeseed, Physiology, Agronomy, Plant Breeding and Biotechnology. Mashhad University Press, Mashhad, Iran (in Persian).

Azizinia, S. 2012. Combining ability analysis of yield component parameters in winter rapeseed genotypes (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Science 4(4): 87-94.

Basalma, D. 2008. The Correlation and path analysis of yield and yield components of different winter rapeseed (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) cultivars. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 4(2): 120-125.

Downey, R. K., and Rimer, S. R. 1993. Agronomic improvement in oilseed brassicas. Advances in Agronomys 50: 1-150.

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 of Advanced Biological and Biomedical Research 1(7): 711-717.

Griffing, B. 1956. Concept of general combining ability in relation to diallel crossing system. Australian Journal of Biological Sciences 9: 463-493.

Gupta, P., and Kumar, S. 2011. Heterosis and combining ability analysis for yield and its components in Indian mustard (*Brassica juncea* L.). Academic Journal of Plant Science 4(2): 45-52.

Huang, Z., Laosuwan, P., Machikowa, T., and Chen, Z. 2009. Combining ability for seed yield and other characters in rapeseed. Suranaree Journal of Science and Technology 17(1): 39-47.

Nasrin, S., Nur, F., Khurshida, M., Shahidur, N. M., Bhuiyan, R., Sarkar, S., and Islam, M. M. 2011. Heterosis and combining ability analysis in Indian mustard (*Brassica juncea* L.). Bangladesh Research Publication Journal 6(1): 65-71.

Qian, W., Li, Q., Noack, J., Sass, O., Meng, J., Frauen, M., and Jung, C. 2009. Heterotic patterns in rapeseed (*Brassica napus* L.): II. Crosses between European winter and Chinese semi-winter lines. Plant Breeding 128: 466-470.

Qian, W., Liu, R., and Meng, J. 2003. Genetic effects on biomass yield in interspecific hybrids between *Brassica napus* and *B. rapa*. Euphytica 134: 9-15.

Rahman, H. 2013. Review: Breeding spring canola (*Brassica napus* L.) by the use of

exotic germplasm. Canadian Journal of Plant Science 93: 363-373.

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 of Agriculture and Forestry 2(1): 58-62.

Rameeh, V. 2014. Cytoplasmic male sterility and inter and intra subgenomic heterosis studies in brassica species: A review. Journal of Agricultural Sciences 59 (3): 207-226.

Seyis, F., Friedt, W., and Luhs, W. 2006. Yield of *Brassica napus* L. hybrids developed using resynthesized rapeseed material sown at different locations. Field Crops Research 96: 176-180.

Shariati, Sh., and Ghazi Sahnizadeh, P. 2000. Rapeseed. The Main Office of Statistic and Information, Ministry of Jahad-e-Agriculture, Tehran, Iran. Publication NO: 79/16 (in Persian).

Sincik, M., Goksoy, T., and Turanm Z. M. 2011. The heterosis and combining ability of diallel crosses of rapeseed. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 39(2): 242-248.

Singh, D. K., Kumar, K., Singh, P., Singh V. P., and Solankey S. S. 2012. Heritability and heterosis analysis for different crosses in *Brassica juncea* (L.) Czern and Coss. with inheritance of white rust resistance. New Agriculturist 23(2): 1-8.

Wang, J., Wang, X., Zhang, Y., Zhang, Z., Tian, Y., and Li, D. 2007. Study on heterosis among subspecies or varieties in *B. campestris* L. Proceedings of the 12th International Rapeseed Congress, 26-30 June, Wuhan, China 1: 108-110.

Xing, N., Fan, C., and Zhou, Y. 2014. Parental selection of hybrid breeding based on maternal and paternal inheritance of traits in rapeseed (*Brassica napus* L.). Plos One 9(7): 1-9.

Zhang, Z., and Kang, S. K. 1997. A SAS Program for Griffing's Diallel Analyses. Agronomy Journal 89: 176-182.