

## ایجاد لاین‌های دابل‌هاپلوئید کلزا (*Brassica napus* L.) از طریق روش جنین‌زایی میکروسپور و ارزیابی قدرت ترکیب‌پذیری عمومی صفات مورفولوژیک و عملکردی لاین‌ها

پگاه مرادی دزفولی<sup>۱،۲</sup>، محمد صدقی<sup>۳</sup>، مهران عنایتی شریعت‌پناهی<sup>۴\*</sup>، بهرام علیزاده<sup>۵</sup>

۱. دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
  ۲. دانشجوی دکتری بخش کشت بافت و سلول پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی (ABRII)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، کرج، ایران
  ۳. استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
  ۴. دانشیار بخش کشت بافت و سلول پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی (ABRII)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، کرج، ایران
  ۵. دانشیار بخش دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، کرج، ایران
- (تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۳/۲ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۶/۱۶)

### Production of Doubled haploid lines in rapeseed (*Brassica napus* L.) via microspore embryogenesis and Evaluation of general combining ability of the lines for morphological and yield traits

Pegah Moradi Dezfouli<sup>1,2</sup>, Mohammad Sedghi<sup>3</sup>, Mehran Enayati Shariatpanahi<sup>4</sup>, Bahram Alizade<sup>5</sup>

1. Ph.D. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.; 2. Ph.D. Student, Department of Tissue and Cell Culture, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.; 3. Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.; 4. Associate Professor, Department of Tissue and Cell Culture, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.; 5. Associate Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

(Received: May 23, 2017 - Accepted: Sep. 7, 2017)

#### Abstract

In this research, Hayola F1 hybrids were used to produce rapeseed doubled haploid lines using microspore embryogenesis. To study general combining ability (GCA) of the induced doubled haploid (DH) rapeseed lines, a top cross analysis was conducted using 28 doubled haploid lines and top cross parent of Hayola 420. Produced hybrids of doubled haploid lines × Hayola 420 were sown in research farm in 2015 growing season. Plant height, number of pods per branch and sub branches, number of seeds per pod, pod length, number of sub branches, length of main branch, 1000-seeds weight, single plant yield, number of days to flowering, number of days to seeding, number of days to physiological maturity, and oil yield were recorded in all top cross progeny to investigate GCA of DH lines. Results of analysis of variance showed a significant difference among all top cross hybrids for all investigated traits at 1% probability level. Based on means comparison analysis using multiple range Duncan test at 1% probability level, top cross hybrids of DH1, DH8, DH10, DH11, DH13, and DH21 were more differ than other top cross hybrids for all investigated characteristics. The highest mean of seed yield and oil yield was related to the top cross progeny of DH21 × Hayola 420. Results of top cross analysis showed that the highest positive and significant GCAs for single plant seed yield, number of pods per plant, and 1000-seeds weight were corresponded to DH1, DH10, and DH21, therefore these three DH lines can be used as elite parental lines in future breeding programs of rapeseed.

**Keywords:** Doubled haploid, General combining ability, Microspore embryogenesis, Rapeseed, Top cross.

#### چکیده

در این تحقیق از هیبریدهای F1 تجاری هایولا اقدام به تولید لاین‌های دابل‌هاپلوئید کلزا (ایبزد) به روش جنین‌زایی میکروسپور گردید. به منظور بررسی ترکیب‌پذیری عمومی لاین-های دابل‌هاپلوئید آزمون تاپ‌کراسی با ۲۸ لاین دابل‌هاپلوئید و والد تاپ‌کراس هایولا ۴۲۰ انجام گرفت. هیبریدهای حاصله از تلاقی لاین دابل‌هاپلوئید-تستر در سال زراعی ۱۳۹۴ کاشته شدند. صفات ارتفاع گیاه، تعداد خورجین در شاخه اصلی و فرعی، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، طول خورجین، تعداد شاخه فرعی، طول ساقه اصلی، وزن هزار دانه، عملکرد تک بوته، تعداد روز تا شروع گلدهی، تعداد روز تا خاتمه گلدهی، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک و عملکرد روغن برای ارزیابی قدرت ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از تفاوت معنی‌دار بین نتایج تاپ‌کراس برای تمام صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد بود. بر اساس تجزیه و تحلیل مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪، نتایج تاپ‌کراس شش لاین دابل‌هاپلوئید DH1، DH8، DH10، DH11، DH13 و DH21 دارای بیشترین اختلاف معنی‌دار نسبت به نتایج تاپ‌کراس سایر لاین‌های دابل‌هاپلوئید از نظر صفات مورد بررسی بودند. بیشترین میزان عملکرد بذر و عملکرد روغن مربوط به نتایج تاپ‌کراس حاصل از تلاقی دابل‌هاپلوئید ۲۱ × هایولا ۴۲۰ بود. بیشترین مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی مثبت برای صفات عملکرد بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه مربوط به لاین‌های دابل‌هاپلوئید DH1، DH10 و DH21 بود، لذا می‌توان از این سه لاین دابل‌هاپلوئید به عنوان لاین‌های والدی برتر در برنامه‌های اصلاحی استفاده نمود.

**واژه‌های کلیدی:** جنین‌زایی میکروسپور، دابل‌هاپلوئید، تاپ‌کراس، ترکیب‌پذیری عمومی، کلزا.

جنین‌زایی (Emami Meybodi, 2009). جنین‌زایی میکروسپور به توانایی سلول‌های منفرد هاپلوئید میکروسپور، در جهت تمایز و باززایی به یک گیاه کامل بعد از قرار گرفتن در معرض تنش القایی اطلاق می‌شود. کشت میکروسپورهای کلزا برای اولین بار توسط لیچر در سال ۱۹۸۲ گزارش گردید. Bárány *et al.* (2001)، کشت میکروسپور کلزا را ابزاری مفید جهت تولید گیاهان هاپلوئید و لاین‌های هموزیگوت در برنامه‌های اصلاحی و یک سیستم مؤثر برای دستکاری‌های ژنتیکی دانستند. در سال‌های اخیر روش کشت میکروسپورهای جدا شده در خیلی از برنامه‌های اصلاحی کلزا در سراسر جهان به عنوان یک روش متمم و مکمل روش‌های معمول تولید لاین‌های خالص استفاده می‌شود (Koprna *et al.*, 2005).

اصلاح واریته‌های پرمحصول مستلزم شناخت ساختار ژنتیکی والدین مورد تلاقی و نیز ترکیب‌پذیری صفات مطلوب آنها می‌باشد که این امر از طریق استفاده از روش‌های ژنتیک کمی از جمله تلاقی‌های دو والدی، تاپ کراس، پلی‌کراس، طرح‌های کارولینای شمالی، دای‌آلل یا تلاقی لاین‌تستر میسر می‌گردد (Nduwumuremyi *et al.*, 2013). تعیین ترکیب‌پذیری و اجزای واریانس ژنتیکی از مهمترین کارهای هر برنامه اصلاحی برای دورگ‌گیری می‌باشد، و به اصلاح‌کنندگان کمک می‌نماید تا نحوه عمل ژن یا ژن‌های دخیل در تظاهر صفات کمی مهم را تعیین و والدین با ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و هیبریدهای با ترکیب‌پذیری خصوصی بالا را شناسائی نمایند. برآورد قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) به اصلاح‌گران کمک می‌نماید تا در مورد برنامه‌های اصلاحی و استراتژی‌های گزینش ژنوتیپ‌ها تصمیم‌گیری نمایند (Ahmadikhah, 2010). یکی از روش‌های تخمین ترکیب‌پذیری استفاده از تاپ

## مقدمه

کلزا با نام علمی *Brassica napus* L. گیاهی است روغنی از خانواده شب‌بوین و آلوتتراپلوئید با ۱۹ جفت کروموزم (2n=38) که دارای دو تیپ متفاوت بهار و پاییزه می‌باشد. دانه‌های روغنی با توجه به بازار وسیع مصرف و اهمیت بالا از لحاظ غذایی، در سطح ملی از اولویت خاصی برخوردار می‌باشند و از دیر باز، بخش مهمی از کشاورزی کشورها را تشکیل داده و حتی برخی از آنها جزء اقلام عمده صادراتی کشورها محسوب می‌شده‌اند (Naseri, 1991). کلزا گیاهی خودگشن-دگرگشن می‌باشد و درصد دگرگشتی آن در ارقام مختلف ۲۲-۳۳٪ گزارش شده است (Gholami *et al.*, 2008). مهمترین روش‌های اصلاحی که برای اصلاح کلزا به کار می‌روند عبارتند از: انتخاب توده‌ای<sup>۱</sup>، به نژادی شجره‌ای<sup>۲</sup>، گزینش بالک<sup>۳</sup>، تلاقی برگشتی<sup>۴</sup>، انتخاب دوره‌ای<sup>۵</sup>، اصلاح واریته‌های ساختگی<sup>۶</sup> و به کارگیری دورگ‌ها<sup>۷</sup>. از معایب این روش‌ها طولانی بودن دوره آنها می‌باشد. امروزه متخصصین اصلاح نباتات به دنبال روش‌های دیگری هستند که بتوانند این مدت را به حداقل ممکن برسانند تا در وقت و هزینه‌های سنگین برنامه‌های اصلاح نباتات صرفه‌جویی شود. یکی از این روش‌ها اصلاح از طریق سیستم هاپلوئیدهای مضاعف شده می‌باشد. ایجاد فن‌آوری‌های جدید نظیر هاپلوئیدهای مضاعف شده می‌تواند یک راه حل کارآمد و سریع برای تهیه لاین‌های خالص باشد (Enayati Shariat Panahi )

1. Mass selection
2. Pedigree Breeding
3. Bulk Selection
4. Back Cross
5. Recurrent Selection
6. Synthetic Variety
7. Hybrids

مختلف قبلی مشخص شده است که غنچه‌هایی با طول ۲/۵ - ۳/۵ میلی‌متر، حاوی میکروسپورهای مرحله انتهایی تک‌هسته‌ای الی ابتدای دو هسته‌ای هستند و این غنچه‌ها برای کشت میکروسپورهای جدا شده مناسب می‌باشند. جهت ضدعفونی کردن غنچه‌ها حدوداً ۳۰-۴۰ ml هیپوکلریت سدیم (NaClO) ۳/۵٪ به آنها اضافه گردید و به مدت ۱۵ دقیقه فالكون حاوی میکروسپورها تکان داده شد. شستشوی غنچه‌ها با آب مقطر استریل ۲ مرتبه و هر مرتبه ۵ دقیقه انجام گرفت. روش جداسازی شامل له کردن غنچه‌ها جهت آزادسازی میکروسپورها بود و میکروسپورهای استخراج شده در محیط NLN-13 (لیچر، ۱۹۸۲) کشت شده و تحت تنش حرارتی در دمای ۳۰°C به مدت ۱۴ روز قرار گرفتند و بعد از اتمام دوره‌ی تنش به انکوباتور ۲۵°C به مدت ۱۰-۷ روز انتقال یافتند تا در پایان این دوره جنین‌های حاوی کوتیلدون‌های بزرگ و متقارن قابل رویت باشند. ۳۰ روز پس از کشت میکروسپورها، جنین‌های ۴-۵ میلی متری لپه ای شکل در شرایط استریل (سترون) به محیط کشت بازرایی گیاه منتقل گردیدند. سپس پتری دیش‌های مورد نظر به اتاق رشد با فتوپریود ۱۶h نور و دمای ۲۲°C منتقل شدند. از آنجایی که گیاهان هپلوئید عقیم هستند، با قرار دادن طوقه و ریشه‌های گیاهچه‌ها در غلظت ۱-۳/۴ g/l کلشیسین به مدت ۱/۵ h اقدام به تولید گیاهان دیپلوئید بارور شد (ژو و همکاران، ۲۰۰۲). پس از ایجاد لاین‌های دابل‌هپلوئید، ترکیب‌پذیری عمومی آن‌ها از لحاظ صفات مورفولوژیکی و عملکردی با والد تاپ کراس هایولا ۴۲۰ مورد بررسی قرار گرفت. کلیه لاین‌های دابلد هپلوئید تولید شده در گلخانه به محض ورود به مرحله گلدهی با قرار گرفتن توری‌های با منافذ بسیار ریز بر روی آنها در شرایط ایزوله قرار گرفته و خودگشن شدند. پس از تشکیل خورجین‌ها و رسیدگی کامل بذور، اقدام به برداشت بذور دابل‌هپلوئید و شماره‌گذاری آنها صورت گرفت.

کراس<sup>۸</sup> است. در این حالت ترکیب‌پذیری عمومی لاین مورد نظر از طریق دورگیری آن با افراد جمعیت منشاء (به جای رگه‌های خالص) تعیین می‌شود. در واقع با استفاده از یک ژنوتیپ دارای مبنای ژنتیکی وسیع به عنوان تستر می‌توان ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها را با روش تاپ‌کراس مورد آزمایش قرار داد (Farshadfar 1998). اطلاع از توانایی ترکیب‌پذیری لاین‌های اینبرد یک فاکتور ضروری جهت شروع برنامه اصلاحی مؤثر از طریق تولید هیبریدها می‌باشد (Abrha, 2014). تحقیق حاضر به منظور تولید لاین‌های دابل‌هپلوئید کلزا و برآورد قدرت ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها با والد تاپ‌کراس هایولا ۴۲۰ (Hyola 420) از نظر صفات مورفولوژیکی و عملکردی و شناخت بهترین لاین‌ها جهت استفاده در برنامه‌های آتی اصلاحی انجام شد.

## مواد و روش‌ها

**کشت میکروسپور و ایجاد لاین‌های دابل‌هپلوئید**  
در این تحقیق لاین‌های دابل‌هپلوئید کلزا به روش جنین‌زایی میکروسپور از هیبریدهای تجاری هایولا ۴۲۰ و هایولا ۴۰۱ بر اساس پروتکل‌های قبلی در بخش تحقیقات کشت بافت و سلول پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایجاد گردید (داده‌ها گزارش نشده است). بذور هیبریدهای کلزا شامل هایولا ۴۲۰ و هایولا ۴۰۱ تهیه شده توسط مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، بخش تحقیقات دانه‌های روغنی در گلخانه کشت شدند. گیاهان کلزا، حدوداً ۶۰ روز پس از کشت در گلخانه به تدریج شروع به غنچه‌دهی کردند. از طریق رنگ‌آمیزی با DAPI (4',6-diamidino-2-phenylindole) و رویت زیر میکروسکوپ فلورسنت، مرحله تکوین میکروسپورها شناسایی گردید. با توجه به نتایج آزمایش‌های

<sup>۸</sup> Top cross

حاصله در خطوط جداگانه با فاصله جوی و پشته ۶۰ سانتی متری و فاصله بوته ۵ سانتی متر کشت شدند. از بذرکش ترفلان به میزان ۱۵/۲ لیتر/هکتار جهت از بین بردن بذور باقی مانده از سال‌های قبل استفاده گردید. گیاهان حاصل در مزرعه هفته‌ای دوبار بررسی می‌شدند (شکل ۱B). در این فاصله صفاتی چون تعداد روز تا شروع گلدهی، روز تا پایان گلدهی و روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی برای هیبریدهای مختلف یادداشت برداری شدند. برداشت به تدریج از نیمه‌های خرداد آغاز و برای هیبریدهای مختلف در تاریخ‌های متفاوتی صورت گرفت. بوته‌های حاصل با دست برداشت شده و پس از انتقال به آزمایشگاه فیزیولوژی بخش تحقیقات دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، اقدام به اندازه گیری صفاتی چون ارتفاع بوته، تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی، تعداد خورجین در بوته، تعداد شاخه فرعی، طول ساقه اصلی، تعداد دانه در خورجین، ارتفاع اولین خورجین از سطح زمین، قطر ساقه، طول خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد تک بوته و درصد روغن صورت گرفت.

#### تجزیه و تحلیل آماری

آزمایشات در مزرعه به صورت طرح کاملاً تصادفی با تکرارهای نامساوی بین ۴ تا ۲۷ تکرار و در نظر گرفتن هر تک بوته به عنوان یک تکرار بررسی گردید. داده‌های به دست آمده ابتدا توسط نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه واریانس و سپس میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند، در ادامه تجزیه ترکیب‌پذیری با استفاده از فرمول ترکیب‌پذیری عمومی در آزمون تاپ‌کراس برای صفات مورد بررسی توسط فرمول ۱ انجام شد.

$$GCA(\pi) = \bar{X}_{prog} - \bar{X}.. \quad (1)$$

که در این فرمول GCA مقدار ترکیب‌پذیری عمومی لاین دابل‌هاپلوئید  $\bar{X}$  است، prog بیانگر ارزش

کشت بذورهای لاین‌های دابل‌هاپلوئید و هاپیولا ۴۲۰ کلیه بذور دابل‌هاپلوئید حاصل از کشت میکروسپور در گلخانه در گلدان‌هایی با قطر ۲۵ سانتی‌متر و با عمق کاشت حدود ۰/۵ سانتی‌متر کشت گردیدند. خاک مورد استفاده شامل دو قسمت خاک مزرعه، یک قسمت کود دامی پوسیده و یک قسمت پیت و پرلیت بود. همزمان با کشت بذور دابل‌هاپلوئید، تعدادی هم گلدان با بذور هیبرید هاپیولا ۴۲۰ در گلخانه کشت شدند. تقریباً هر ۳ هفته یک‌بار بذور لاین‌های دابل‌هاپلوئید و هاپیولا ۴۲۰ مجدد کشت می‌شدند تا همواره دسترسی به غنچه‌های تازه امکان‌پذیر باشد.

#### ترکیب‌پذیری عمومی با اعمال تاپ‌کراس

کلیه لاین‌های دابل‌هاپلوئید در گلخانه با تستر مشترک (هایولا ۴۲۰) جهت انجام ترکیب‌پذیری عمومی تلاقی داده شدند. از هیبرید هاپیولا ۴۲۰ به عنوان والد پدری دهنده گرده و از ۵۰ لاین دابل‌هاپلوئید به عنوان پایه‌های مادری استفاده شد. انجام تلاقی به صورت کاملاً دستی صورت گرفت و سپس غنچه‌های تلاقی داده شده با استفاده از پاکت‌هایی از جنس کاغذهای شیرینی‌بزی با شفافیت مناسب جهت عبور نور از آنها پوشانده شدند (شکل ۱A). لازم به ذکر است که اعمال تلاقی برای هر کدام از دابل‌هاپلوئیدها بیش از ۱۰ بار صورت گرفت، همچنین در مورد دابل‌هاپلوئیدهایی که تلاقی‌های موفق نداشتند این کار بیش از ۲۰ بار صورت گرفت. در نهایت فقط ۲۸ لاین دابل‌هاپلوئید از بین ۵۰ لاین موجود موفق به تولید نتاج F1 در نتیجه تلاقی با تستر مشترک شدند. پس از برداشت نتاج F1 در گلخانه، نوبت به بررسی آنها در مزرعه رسید که به دلیل کمبود بذر حاصل، ابتدا اقدام به کشت این بذور در سینی‌های کشت و در گلخانه بخش کشت بافت و سلول پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی در مهر ماه سال ۹۵ صورت گرفت. سپس گیاهچه‌های حاصل در مرحله ۳-۴ برگی در هفته سوم مهر ماه جهت کشت در مزرعه به صورت نشا منتقل گردیدند. کلیه ترکیبات

بیانگر میانگین کل در آزمایش می‌باشد.

متوسط نتاج مربوط به یک دابل‌هپلوئید معین و ...



شکل ۱. ترکیب‌پذیری عمومی با اعمال تاپ کراس. (A) انجام تلاقی تاپ کراس لاین‌های دابل‌هپلوئید کلزا با والد هایولا ۴۲۰ (B). گیاهان حاصل از کشت بذور F1 به دست آمده از تاپ کراس لاین‌های دابل‌هپلوئید × هایولا ۴۲۰ در مزرعه

زمان مناسب استفاده از هر ۳ هورمون بهبود یابد (داده‌ها نشان داده نشده‌اند). بطور کلی جنین‌زایی میکروسپور قویاً تحت تاثیر ترکیبات محرک رشد قرار می‌گیرد (Ahmadi et al., 2012).

#### تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس طرح کاملاً تصادفی حاکی از اختلاف معنی‌دار بین نتاج حاصل از تلاقی‌ها برای تمام صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۱). بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد گیاهان F1 حاصل از تلاقی دابل‌هپلوئید شماره ۱۰ و هایولا ۴۲۰ (اختصاراً

#### نتایج و بحث

جنین‌زایی میکروسپور و ایجاد لاین‌های دابل‌هپلوئید نتایج حاصل از کشت میکروسپور کلزا طبق پروتکل توسعه یافته بخش کشت بافت و سلول پژوهشکده بیوتکنولوژی کرج تأیید کننده مؤثر بودن این روش در تغییر مسیر گامتوفیتی میکروسپورها به سمت مسیر اسپوروفیتی و تبدیل آنها به جنین‌های هپلوئید و در نهایت به دست‌آوردن لاین‌های دابل‌هپلوئید بود. همچنین بررسی تاثیرات هورمون‌های گیاهی جیبرلیک اسید، بنزیل آدنین و ایندول استیک اسید در سطوح و دوره‌های مختلف انکوباسیون بر جنین‌های حاصل از میکروسپور کلزا حاکی از افزایش معنی‌دار درصد رویان‌زایی نسبت به شاهد بود. درصد جنین‌زایی میکروسپور و باززایی گیاه توانست با دز و

فرعی متعلق به گیاهان F1 حاصل از تاپ‌کراس دابل‌هاپلوئید  $۴۲۰ \times ۱۱۱$  بود (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها برای صفت تعداد خورجین در بوته توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد نشان داد که گیاهان F1 حاصل از تاپ‌کراس دابل‌هاپلوئیدهای ۱، ۲۱ و ۱۰ بالاترین تعداد خورجین در بوته برخوردار بودند (جدول ۲). پس از آنها گیاهان F1 حاصل از تاپ‌کراس دابل‌هاپلوئیدهای ۱۳ و ۸ قرار داشتند که اختلاف معنی‌داری نسبت به گیاهان F1 حاصل از تاپ‌کراس دابل‌هاپلوئیدهای ۲۱ و ۱۰ نداشته اما اختلافشان با دابل‌هاپلوئید ۱ معنی‌دار بود (جدول ۲). سایر نتایج حاصل از تلاقی‌ها نیز با اختلاف معنی‌داری نسبت به دابل‌هاپلوئیدهای فوق‌تر قرار گرفتند که بین سایرین اختلافات معنی‌داری به چشم نمی‌خورد. همچنین کمترین میزان تعداد خورجین در بوته مجدداً متعلق به گیاهان F1 حاصل از تاپ‌کراس دابل‌هاپلوئید  $۱۱۱ \times ۴۲۰$  بود (جدول ۲). تعداد خورجین در بوته که یکی از صفات اصلی محاسبه عملکرد و نیز از اصلی‌ترین مواردی است که در انتخاب بهترین لاین‌های دابل‌هاپلوئید در نهایت باید مورد توجه قرار بگیرد، از حاصل جمع تعداد خورجین در ساقه اصلی و تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی به دست می‌آید. تعداد دانه در خورجین یکی دیگر از اجزای اصلی محاسبه عملکرد در کلزا می‌باشد. بر اساس آزمون مقایسه میانگین‌ها گیاهان حاصل از تلاقی سه دابل‌هاپلوئید ۱، ۲۱ و  $۴۲۰ \times ۲۱$  دارای بالاترین میزان تعداد دانه در خورجین بودند و پس از آنها دابل‌هاپلوئیدهای ۱۳، ۸، ۱۱ و ۱۰ بدون اختلاف معنی‌دار نسبت به دابل‌هاپلوئیدهای ۱۰ و ۲۱ و با اختلاف معنی‌دار نسبت به دابل‌هاپلوئید ۱ قرار داشتند. همچنین کمترین میزان تعداد دانه در خورجین متعلق به گیاهان حاصل از تلاقی دابل‌هاپلوئید  $۴۲۰ \times ۱۰۶$  بود (جدول ۲). در ارتباط با صفت طول خورجین، نتایج تا حدودی با صفات پیشین متفاوت بود بطوریکه، نتایج

$۴۲۰ \times ۱۰$  با اختلاف معنی‌داری دارای بیشترین ارتفاع بوته بود و پس از آن نتایج  $۴۲۰ \times ۱۱$  بیشترین ارتفاع بوته را داشتند (جدول ۲). در بین سایر نتایج حاصل از تلاقی‌ها اختلافات معنی‌داری به چشم نمی‌خورد. همچنین نتایج حاصل از تلاقی دابل‌هاپلوئید  $۱۰۸ \times ۴۲۰$  دارای کمترین ارتفاع بوته بودند (جدول ۲). صفت ارتفاع بوته از صفات مورفولوژیکی مهم در گیاه کلزا می‌باشد و همبستگی مثبت و معنی‌دار این صفت با صفت وزن هزار دانه در تحقیقات پیشین گزارش شده است (Marjanovic-Jeromela *et al.*, 2008; Moradi & Ghodrati, 2010). (Gholami *et al.*, 2008) نشان دادند که اختلاف معنی‌دار برای ارقام در سطح ۱٪ در ارتباط با صفت ارتفاع بوته دلیل بر وجود تفاوت معنی‌دار بین ترکیب‌پذیری عمومی آنها بود و گزارش نمودند که واریانس ژنتیکی سهم بیشتری از واریانس کل را به خود اختصاص داده است. در ارتباط با صفت تعداد خورجین در شاخه اصلی، گیاهان F1 حاصل از تاپ‌کراس  $۴۲۰ \times ۱۰$  دارای بیشترین تعداد خورجین در شاخه اصلی بودند و پس از آن با اختلاف معنی‌داری گیاهان F1 حاصل از تلاقی‌های تاپ‌کراس ۱، ۱۳، ۸، ۱۱ و  $۴۲۰ \times ۱۱$  در یک رده قرار داشتند (جدول ۲). کمترین تعداد خورجین در شاخه اصلی مربوط به F1 حاصل از تاپ‌کراس  $۱۲۰ \times ۴۲۰$  بود (جدول ۲). بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها، گیاهان F1 حاصل از تاپ‌کراس دابل‌هاپلوئیدهای شماره ۱، ۲۱ و  $۱۰ \times$  هایولا  $۴۲۰$  با اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر نتایج حاصل از تلاقی‌ها، دارای بالاترین تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی بودند که البته در این میان گیاهان تاپ‌کراس  $۴۲۰ \times ۱۱$  از بالاترین میانگین برخوردار بودند و نتایج حاصل از تاپ‌کراس‌های ۲۱ و  $۴۲۰ \times ۱۰$  اختلاف میانگین معنی‌داری در ارتباط با این صفت با گیاهان حاصل از تاپ‌کراس دابل‌هاپلوئیدهای ۸ و ۱۳  $\times$   $۴۲۰$  که پس از آنها قرار گرفتند، نداشتند (جدول ۲). همچنین، کمترین میزان تعداد خورجین در شاخه‌های

از آنها نتاج F1 حاصل از تاپ‌کراس لاین‌های دابل‌هاپلوئید ۱۱، ۸، ۱۳، ۱۰۹، ۱۰۱، ۱۰۸ و ۱۰۳ بدون اختلاف معنی‌دار با نتاج F1 دو لاین دابل‌هاپلوئید ۲۱ و ۱۰ قرار گرفتند (جدول ۲). در این میان کمترین میزان وزن هزار دانه متعلق به نتاج F1 لاین دابل‌هاپلوئید ۲×۴۲۰ بود (جدول ۲). نتایج حاصل از آزمون مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد نشان داد که بالاترین عملکرد تک بوته بدون اختلاف معنی‌دار متعلق به نتاج F1 حاصل از تاپ‌کراس ۶ لاین دابل‌هاپلوئید ۲۱، ۱۰، ۱۳، ۱، ۸ و ۱۱×هایولا۴۲۰ و کمترین میزان عملکرد بوته متعلق به نتاج F1 حاصل از تاپ‌کراس دابل‌هاپلوئید ۱۱۸×۴۲۰ بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها برای صفت تعداد روز تا گلدهی نشان داد که کمترین تعداد روز تا آغاز گلدهی متعلق به گیاهان F1 حاصل از تلاقی دابل‌هاپلوئید ۱۱۹×۴۲۰ بود و پس از آن گیاهان F1 تاپ‌کراس دابل‌هاپلوئیدهای ۱۰۹، ۴، ۱۰۷، ۱۱۲ و ۱۲۰ بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر و با داشتن اختلاف معنی‌دار با ۱۱۹ قرار داشتند (جدول ۲). بنابراین انتظار می‌رود که گیاهان ذکر شده نسبت به سایرین زودرس‌تر باشند. همچنین بیشترین تعداد روز تا آغاز گلدهی نیز متعلق به گیاهان F1 حاصل از تلاقی دابل‌هاپلوئید ۱۴×۴۲۰ بود (جدول ۲). بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها گیاهان حاصل از تلاقی دابل‌هاپلوئید ۱۱۲×۴۲۰ با داشتن اختلاف معنی‌دار نسبت به سایر گیاهان، دارای کمترین تعداد روز تا پایان گلدهی بودند (جدول ۲). این گیاهان مسلماً از طول دوره رسیدگی کمتری نسبت به سایرین برخوردارند و به اصطلاح زودرس‌ترند. همچنین گیاهان حاصل از تلاقی دابل‌هاپلوئید ۱۰۴×۴۲۰ نیز با اختلافی معنی‌دار نسبت به سایرین، از بیشترین تعداد روز تا پایان گلدهی برخوردار بودند (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها برای صفت تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد نشان داد که گیاهان F1

تلاقی دابل‌هاپلوئیدهای ۱۱۵، ۱۰۳، ۱۰، ۱۳، ۱۱۴، ۱۰۱، ۱۰۹ و ۸ بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر دارای بالاترین طول خورجین بودند و سایر دابل‌هاپلوئیدها نیز تنها با اختلاف معنی‌دار با دابل‌هاپلوئید شماره ۱۱۵ و بدون اختلاف معنی‌دار با دیگر دابل‌هاپلوئیدهای ذکر شده در ادامه قرار گرفتند (جدول ۲). همچنین کمترین طول خورجین متعلق به نتاج دو لاین دابل‌هاپلوئید ۱۰۸ و ۱۴ بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر بود (جدول ۲). به‌طور کلی می‌توان گفت که در ارتباط با این صفت علیرغم برخی تفاوت‌های معنی‌دار، اما همچنین می‌توان نوعی یکنواختی را بین نتاج تلاقی تاپ‌کراس و لاین‌های دابل‌هاپلوئید مشاهده نمود. نتایج حاصل از آزمون چند دامنه‌ای دانکن نشان داد که بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی متعلق به گیاهان F1 حاصل از تلاقی دابل‌هاپلوئیدهای ۱۰۵×۴۲۰، ۴×۴۲۰ و ۱۴×۴۲۰ بود و پس از آنها دابل‌هاپلوئیدهای ۱۱۴، ۱۱۸، ۱۱۵ و ۱۱۷ با ۱۰۳ در نظر داشتن اختلاف معنی‌دارشان با دابل‌هاپلوئید ۱۰۵ و بدون اختلاف معنی‌دار با سایر دابل‌هاپلوئیدهای ذکر شده قرار گرفتند (جدول ۲). همچنین کمترین تعداد شاخه فرعی مربوط به گیاهان F1 حاصل از تاپ‌کراس دابل‌هاپلوئید ۱۰۷×۴۲۰ بود (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها برای صفت قطر ساقه نشان داد که بیشترین میزان این صفت با اختلاف معنی‌دار متعلق به نتاج دابل‌هاپلوئیدهای ۱۰ و ۱۱ بود و پس از آنها نتاج دابل‌هاپلوئید ۸ با اختلاف معنی‌دار نسبت به دابل‌هاپلوئید ۱۰ و بدون اختلاف معنی‌دار نسبت به دابل‌هاپلوئید ۱۱ قرار داشت (جدول ۲). همچنین کمترین میزان قطر ساقه در این میان به نتاج حاصل از دابل‌هاپلوئید ۱۰۳×۴۲۰ (جدول ۲) متعلق بود. وزن هزار دانه یکی دیگر از اصلی‌ترین اجزای عملکرد در کلزا می‌باشد. در ارتباط با وزن هزار دانه نتاج سه هیبرید ۱، ۲۱ و ۱۰ بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر، دارای بالاترین وزن هزار دانه بودند (جدول ۲) و پس

حاصل از تلاقی دابل‌هاپلوئید ۱۱۰ و ۱۲۰ × حاصل از تلاقی دابل‌هاپلوئید ۱۰۴ × ۴۲۰ دارای بیشترین تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی بودند (جدول ۲).

حاصل از تلاقی، دارای کوتاهترین تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی بودند (جدول ۲). همچنین گیاهان

جدول ۱. تجزیه واریانس نتاج تاپ کراس حاصل از تلاقی لاین‌های دابلد هاپلوئید کلزا × والد تاپ کراس هایولا ۴۲۰ برای صفات مورد بررسی

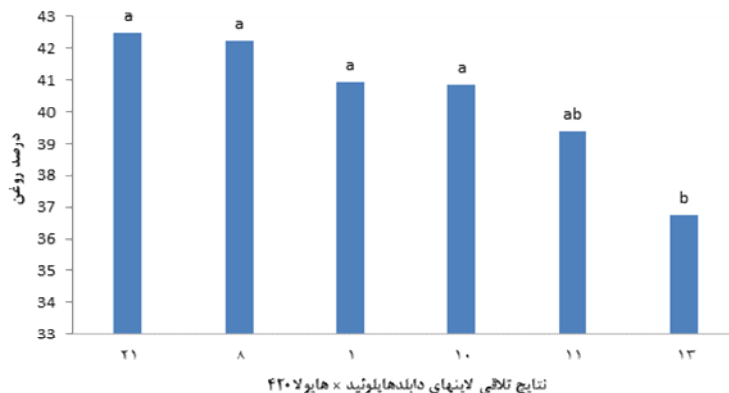
متغیر	تیمار	خطا	ضریب تغییرات (%)
میانگین مربعات (MS)			
منابع تغییرات (S.O.V)			
df	27	252	
درجه آزادی			
ارتفاع بوته	2064**	115.6	19.33
تعداد غوره‌چین در شاخه اصلی	3516.5**	110.5	121.58
تعداد غوره‌چین در شاخه فرعی	821105**	26717.1	12.23
تعداد غوره‌چین در بوته	918335**	28138	6.63
تعداد شاخه فرعی	26.1**	2.7	11.43
طول ساقه اصلی	427**	70.9	21.07
تعداد دانه	86.7**	6.7	16.74
تعداد غوره‌چین	0.73**	0.02	10.23
قبل ساقه	0.541**	0.101	17.24
طول غوره‌چین	1.14**	0.162	14.63
وزن هزار دانه	352.8**	1.3	7.96
روز تا شروع گلدهی	522.9**	1.601	5.24
روز تا خاتمه گلدهی	2045.61**	1.071	17.63
روز تا رسیدن فیزیولوژیک	4450.7**	272.815	24.13
عملکرد تک بوته			

\*\* معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

### نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفت درصد روغن

بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های صفات مورفولوژیکی و عملکردی ذکر شده در بالا، شش لاین دابل‌هاپلوئید DH11، DH10، DH8، DH1، DH21 و DH13 که دارای اختلاف معنی‌داری با سایر لاین‌های مورد بررسی بودند در این مرحله مورد ارزیابی برای صفت درصد روغن قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از تفاوت معنی‌دار بین این شش لاین مورد بررسی برای صفت درصد روغن در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۳).

مقایسه میانگین‌های شش لاین دابل‌هاپلوئید مذکور برای صفت درصد روغن توسط آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد نشان داد که بذور F1 حاصل از تاپ‌کراس دابل‌هاپلوئیدهای ۲۱، ۸، ۱، ۱۰ و ۱۱ × هایولا ۴۲۰، بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر، با بیشترین درصد روغن در یک ردیف قرار گرفتند و همچنین بذور F1 حاصل از تلاقی دابل‌هاپلوئید ۱۳ × ۴۲۰ با اختلاف معنی‌داری دارای کمترین درصد روغن نسبت به ۴ هیبرید اول و بدون اختلاف معنی‌دار نسبت به هیبرید پنجم قرار داشت (شکل ۲).



شکل ۲. نتایج مقایسه میانگین‌های صفت درصد روغن در نتاج تاپ‌کراس حاصل از تلاقی شش لاین دابل‌هاپلوئید برتر کلزا × والد تاپ‌کراس هایولا ۴۲۰ توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد (میانگین‌های دارای حروف لاتین مشابه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری ندارند).



جدول ۲. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در نتاج تاپ کراس حاصل از تلاقی لاین‌های دابل‌هاپلوئید × والد تاپ کراس هایولا ۴۲۰

عملکرد تک بوته	روز تا رسیدن فینوپلوریک	روز تا خاتمه گلدهی	روز تا شروع گلدهی	وزن هزار دانه	طول خورجین	قطر ساقه	تعداد دانه	در خورجین	طول ساقه اصلی	تعداد شاخه فرعی	تعداد خورجین در بوته	شاخه های فرعی تعداد خورجین در شاخه اصلی	ارتفاع بوته	تلاقی
68.05 <sup>abc</sup>	231 <sup>k</sup>	167 <sup>f</sup>	145 <sup>c</sup>	3.43 <sup>efgh</sup>	5.69 <sup>kl</sup>	1.30 <sup>cd</sup>	23.83 <sup>efgh</sup>	59.33 <sup>abc</sup>	10.58 <sup>gh</sup>	586.00 <sup>gh</sup>	549.33 <sup>gh</sup>	36.67 <sup>gh</sup>	127.67 <sup>c</sup>	116 × Hyola 420
56.07 <sup>defgh</sup>	227 <sup>j</sup>	162 <sup>d</sup>	141 <sup>c</sup>	3.53 <sup>defg</sup>	5.75 <sup>bcd</sup>	1.05 <sup>efgh</sup>	22.62 <sup>efgh</sup>	51.15 <sup>cdgh</sup>	9.54 <sup>kl</sup>	367.00 <sup>j</sup>	352.92 <sup>k</sup>	14.08 <sup>kl</sup>	119.38 <sup>def</sup>	111 × Hyola 420
48.69 <sup>ghij</sup>	227 <sup>j</sup>	161 <sup>cd</sup>	140 <sup>bc</sup>	3.18 <sup>gh</sup>	5.38 <sup>ef</sup>	1.30 <sup>cd</sup>	23.50 <sup>efgh</sup>	49.50 <sup>cdgh</sup>	15.00 <sup>ab</sup>	736.25 <sup>def</sup>	685.00 <sup>def</sup>	51.25 <sup>de</sup>	128.00 <sup>c</sup>	4 × Hyola 420
94.25 <sup>ab</sup>	230 <sup>i</sup>	164 <sup>e</sup>	143 <sup>d</sup>	4.51 <sup>a</sup>	5.75 <sup>bcd</sup>	1.17 <sup>def</sup>	30.27 <sup>ab</sup>	52.60 <sup>defgh</sup>	10.13 <sup>jk</sup>	1450.70 <sup>a</sup>	1375.80 <sup>a</sup>	74.93 <sup>b</sup>	114.87 <sup>defgh</sup>	1 × Hyola 420
99.17 <sup>a</sup>	236 <sup>i</sup>	172 <sup>e</sup>	150 <sup>d</sup>	4.23 <sup>ab</sup>	5.93 <sup>abc</sup>	1.63 <sup>a</sup>	28.89 <sup>ab</sup>	63.22 <sup>a</sup>	11.11 <sup>efgh</sup>	1310.20 <sup>ab</sup>	1217.80 <sup>ab</sup>	92.44 <sup>a</sup>	157.89 <sup>a</sup>	10 × Hyola 420
51.51 <sup>efgh</sup>	238 <sup>m</sup>	174 <sup>d</sup>	152 <sup>d</sup>	3.89 <sup>bcde</sup>	6.00 <sup>ab</sup>	0.66 <sup>gh</sup>	23.38 <sup>efgh</sup>	50.25 <sup>cdgh</sup>	13.38 <sup>bcd</sup>	628.75 <sup>efgh</sup>	604.13 <sup>efgh</sup>	24.63 <sup>g</sup>	99.25 <sup>gh</sup>	103 × Hyola 420
32.31 <sup>kl</sup>	218 <sup>g</sup>	166 <sup>ef</sup>	146 <sup>ef</sup>	3.01 <sup>h</sup>	5.50 <sup>def</sup>	0.74 <sup>lmn</sup>	24.13 <sup>efgh</sup>	57.88 <sup>abc</sup>	12.75 <sup>cd</sup>	593.75 <sup>efgh</sup>	553.38 <sup>efgh</sup>	40.38 <sup>efg</sup>	96.25 <sup>gh</sup>	2 × Hyola 420
65.09 <sup>def</sup>	217 <sup>h</sup>	166 <sup>ef</sup>	146 <sup>ef</sup>	3.90 <sup>bcde</sup>	5.01 <sup>g</sup>	0.98 <sup>gh</sup>	27.25 <sup>cd</sup>	34.88 <sup>ij</sup>	12.38 <sup>efg</sup>	809.00 <sup>de</sup>	780.75 <sup>de</sup>	28.25 <sup>gh</sup>	79.38 <sup>h</sup>	108 × Hyola 420
95.02 <sup>ab</sup>	216 <sup>f</sup>	177 <sup>k</sup>	156 <sup>kl</sup>	3.96 <sup>bcde</sup>	5.90 <sup>abc</sup>	1.33 <sup>cd</sup>	27.50 <sup>cd</sup>	55.38 <sup>gh</sup>	12.75 <sup>cd</sup>	1234.00 <sup>b</sup>	1159.80 <sup>b</sup>	74.25 <sup>b</sup>	116.25 <sup>defgh</sup>	13 × Hyola 420
69.52 <sup>def</sup>	199 <sup>h</sup>	160 <sup>f</sup>	139 <sup>h</sup>	3.96 <sup>bcde</sup>	5.82 <sup>abc</sup>	0.93 <sup>h</sup>	22.22 <sup>h</sup>	55.44 <sup>gh</sup>	12.11 <sup>cdgh</sup>	759.22 <sup>def</sup>	727.22 <sup>def</sup>	32.00 <sup>gh</sup>	118.00 <sup>def</sup>	109 × Hyola 420
40.55 <sup>ijkl</sup>	204 <sup>c</sup>	165 <sup>e</sup>	143 <sup>d</sup>	3.55 <sup>defg</sup>	6.3 <sup>bc</sup>	0.75 <sup>lmn</sup>	22.40 <sup>gh</sup>	45.00 <sup>efgh</sup>	13.40 <sup>bcd</sup>	631.87 <sup>efgh</sup>	594.40 <sup>efgh</sup>	37.47 <sup>gh</sup>	104.07 <sup>h</sup>	117 × Hyola 420
52.47 <sup>efgh</sup>	210 <sup>e</sup>	171 <sup>h</sup>	155 <sup>k</sup>	3.29 <sup>efgh</sup>	5.88 <sup>abc</sup>	1.28 <sup>de</sup>	23.11 <sup>efgh</sup>	41.78 <sup>ij</sup>	13.94 <sup>bc</sup>	704.61 <sup>def</sup>	657.67 <sup>def</sup>	46.94 <sup>ef</sup>	128.33 <sup>c</sup>	114 × Hyola 420
57.67 <sup>efgh</sup>	238 <sup>m</sup>	174 <sup>d</sup>	152 <sup>d</sup>	3.38 <sup>efgh</sup>	5.58 <sup>abc</sup>	1.13 <sup>efg</sup>	18.20 <sup>f</sup>	52.50 <sup>cdgh</sup>	9.80 <sup>kl</sup>	488.90 <sup>h</sup>	466.10 <sup>h</sup>	22.80 <sup>gh</sup>	122.30 <sup>def</sup>	106 × Hyola 420
94.01 <sup>ab</sup>	235 <sup>i</sup>	169 <sup>g</sup>	147 <sup>g</sup>	4.02 <sup>bc</sup>	5.82 <sup>abc</sup>	1.46 <sup>bc</sup>	27.44 <sup>cd</sup>	57.67 <sup>abc</sup>	11.67 <sup>efgh</sup>	1230.40 <sup>b</sup>	1162.80 <sup>b</sup>	67.67 <sup>bc</sup>	118.89 <sup>def</sup>	8 × Hyola 420
24.79 <sup>l</sup>	216 <sup>f</sup>	165 <sup>e</sup>	143 <sup>d</sup>	3.66 <sup>cd</sup>	5.25 <sup>fg</sup>	0.69 <sup>lmn</sup>	21.91 <sup>h</sup>	53.36 <sup>cd</sup>	13.82 <sup>bc</sup>	630.82 <sup>efgh</sup>	605.55 <sup>efgh</sup>	25.27 <sup>hi</sup>	98.9 <sup>ijk</sup>	118 × Hyola 420
62.61 <sup>def</sup>	228 <sup>i</sup>	155 <sup>h</sup>	137 <sup>i</sup>	3.64 <sup>cd</sup>	5.62 <sup>cd</sup>	0.73 <sup>lmn</sup>	25.25 <sup>cd</sup>	49.60 <sup>cdgh</sup>	12.30 <sup>efgh</sup>	517.45 <sup>gh</sup>	477.05 <sup>gh</sup>	40.40 <sup>gh</sup>	114.80 <sup>def</sup>	119 × Hyola 420
54.06 <sup>efgh</sup>	228 <sup>i</sup>	155 <sup>h</sup>	145 <sup>e</sup>	3.57 <sup>cd</sup>	6.16 <sup>a</sup>	0.81 <sup>klmn</sup>	26.00 <sup>de</sup>	52.56 <sup>cdgh</sup>	13.44 <sup>bcd</sup>	611.56 <sup>gh</sup>	569.56 <sup>gh</sup>	42.00 <sup>gh</sup>	116.78 <sup>def</sup>	115 × Hyola 420
58.66 <sup>def</sup>	217 <sup>h</sup>	149 <sup>g</sup>	140 <sup>bc</sup>	3.58 <sup>cd</sup>	5.66 <sup>bc</sup>	0.82 <sup>klmn</sup>	22.15 <sup>h</sup>	54.15 <sup>cdgh</sup>	11.15 <sup>efgh</sup>	635.23 <sup>efgh</sup>	597.23 <sup>efgh</sup>	38.00 <sup>gh</sup>	110.08 <sup>def</sup>	112 × Hyola 420
28.79 <sup>kl</sup>	225 <sup>h</sup>	167 <sup>f</sup>	160 <sup>m</sup>	3.40 <sup>ef</sup>	5.00 <sup>g</sup>	0.70 <sup>mn</sup>	19.33 <sup>l</sup>	43.33 <sup>gh</sup>	14.67 <sup>ab</sup>	874.67 <sup>cd</sup>	834.67 <sup>cd</sup>	40.00 <sup>efgh</sup>	89.33 <sup>kl</sup>	14 × Hyola 420
93.68 <sup>ab</sup>	216 <sup>f</sup>	176 <sup>k</sup>	155 <sup>k</sup>	4.03 <sup>bc</sup>	5.79 <sup>abc</sup>	1.50 <sup>ab</sup>	27.33 <sup>cd</sup>	61.58 <sup>ab</sup>	11.67 <sup>efgh</sup>	1022.20 <sup>c</sup>	957.33 <sup>c</sup>	64.92 <sup>bc</sup>	139.33 <sup>b</sup>	11 × Hyola 420
80.25 <sup>bc</sup>	208 <sup>d</sup>	169 <sup>g</sup>	148 <sup>gh</sup>	3.91 <sup>cd</sup>	5.87 <sup>abc</sup>	1.29 <sup>de</sup>	23.14 <sup>efgh</sup>	46.14 <sup>defgh</sup>	12.71 <sup>cd</sup>	864.86 <sup>cd</sup>	822.57 <sup>cd</sup>	42.29 <sup>gh</sup>	121.14 <sup>def</sup>	101 × Hyola 420
58.53 <sup>def</sup>	195 <sup>g</sup>	160 <sup>f</sup>	140 <sup>bc</sup>	3.50 <sup>defg</sup>	5.63 <sup>bc</sup>	0.86 <sup>klm</sup>	24.14 <sup>efgh</sup>	45.43 <sup>efgh</sup>	10.43 <sup>h</sup>	411.14 <sup>ij</sup>	397.86 <sup>jk</sup>	13.28 <sup>k</sup>	105.43 <sup>gh</sup>	120 × Hyola 420
51.36 <sup>efgh</sup>	199 <sup>h</sup>	161 <sup>cd</sup>	140 <sup>bc</sup>	3.51 <sup>defg</sup>	5.70 <sup>bc</sup>	0.91 <sup>kl</sup>	19.56 <sup>kl</sup>	54.89 <sup>cd</sup>	8.56 <sup>k</sup>	410.22 <sup>ij</sup>	379.78 <sup>jk</sup>	30.44 <sup>gh</sup>	123.67 <sup>cd</sup>	107 × Hyola 420
37.33 <sup>kl</sup>	200 <sup>h</sup>	170 <sup>h</sup>	149 <sup>h</sup>	3.49 <sup>cd</sup>	5.75 <sup>bc</sup>	1.10 <sup>efgh</sup>	25.50 <sup>cd</sup>	44.80 <sup>gh</sup>	11.60 <sup>efgh</sup>	605.60 <sup>gh</sup>	574.40 <sup>gh</sup>	31.20 <sup>gh</sup>	114.80 <sup>def</sup>	113 × Hyola 420
45.10 <sup>gh</sup>	195 <sup>g</sup>	165 <sup>e</sup>	146 <sup>ef</sup>	3.51 <sup>defg</sup>	5.77 <sup>bc</sup>	0.90 <sup>kl</sup>	21.79 <sup>h</sup>	59.29 <sup>gh</sup>	10.79 <sup>efgh</sup>	619.07 <sup>efgh</sup>	577.00 <sup>gh</sup>	42.07 <sup>gh</sup>	116.21 <sup>cd</sup>	110 × Hyola 420
73.12 <sup>cd</sup>	235 <sup>i</sup>	169 <sup>g</sup>	147 <sup>g</sup>	3.70 <sup>cd</sup>	5.27 <sup>fg</sup>	0.95 <sup>h</sup>	21.00 <sup>h</sup>	53.67 <sup>cd</sup>	15.83 <sup>a</sup>	710.33 <sup>def</sup>	673.33 <sup>def</sup>	37 <sup>gh</sup>	116.17 <sup>def</sup>	105 × Hyola 420
101.30 <sup>a</sup>	235 <sup>i</sup>	169 <sup>g</sup>	147 <sup>g</sup>	4.23 <sup>ab</sup>	5.57 <sup>cd</sup>	0.97 <sup>h</sup>	28.50 <sup>cd</sup>	59.33 <sup>abc</sup>	11.00 <sup>efgh</sup>	1351.20 <sup>ab</sup>	1290.00 <sup>ab</sup>	61.17 <sup>cd</sup>	109.17 <sup>gh</sup>	21 × Hyola 420
53.22 <sup>efgh</sup>	245 <sup>n</sup>	179 <sup>i</sup>	157 <sup>f</sup>	3.76 <sup>cd</sup>	5.69 <sup>bc</sup>	0.86 <sup>klm</sup>	23.43 <sup>efgh</sup>	46.43 <sup>defgh</sup>	12.57 <sup>cd</sup>	646.57 <sup>efgh</sup>	618.29 <sup>efgh</sup>	28.29 <sup>gh</sup>	99.43 <sup>kl</sup>	104 × Hyola 420
127.12	0.49	1.21	3.22	0.75	0.47	0.09	3.12	2.76	1.25	319.11	49.63	11.32	7.24	LSD (1%)

حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها در سطح ۱٪ می باشد.

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس صفت عملکرد روغن در نتاج تاپ کراس حاصل از تلاقی شش لاین دابل‌هاپلوئید برتر کلزا × والد تاپ کراس هایولا ۴۲۰

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)
تیمار	5	13.522**
خطا	12	1.699

ضریب تغییرات (%) 10.56  
\*\* معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

Farshadfar و همکاران ۲۰۱۳ به معنی‌دار بودن صفت ارتفاع بوته در بررسی ترکیب‌پذیری عمومی و عمل ژن ۷ لاین و ۳ تستر کلزا اشاره کردند. Zareh et al. (2010) در مطالعه میزان ترکیب‌پذیری و وراثت-پذیری چندین ژنوتیپ و تستر مختلف ذرت نشان دادند که صفت ارتفاع بوته از جمله صفاتی است که واریانس اثرات متقابل آن معنی‌دار است، که نشان‌دهنده وراثت مادری این صفت می‌باشد. بیشترین میزان

### آزمون تاپ کراس و بررسی ترکیب‌پذیری لاین‌های دابل‌هاپلوئید از لحاظ صفات مورد بررسی

در مرحله بعد مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی صفات مورد مطالعه برای تمامی لاین‌های دابل‌هاپلوئید بر اساس داده‌های تلاقی‌های تاپ‌کراس محاسبه شد. جدول ۴ اثرهای ترکیب‌پذیری عمومی ۲۸ لاین دابل‌هاپلوئید مطالعه شده برای صفات مورد بررسی را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که برای صفت ارتفاع بوته بالاترین مقدار ترکیب‌پذیری مثبت و معنی‌دار مربوط به دابل‌هاپلوئید ۱۰ بود با این‌حال ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های ۱۱۶، ۱۱۱، ۴، ۱، ۱۰، ۱۱۰ و ۱۰۵ نیز برای صفت ارتفاع بوته مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بود، همچنین بالاترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی منفی برای این صفت مربوط به لاین دابل‌هاپلوئید ۱۴ بود (جدول ۴).

معنی دار شد که به تفاوت‌های ژنتیکی والدین اشاره دارد. Farshadfar *et al.* (2013)، نیز به معنی دار بودن این صفت در بررسی ترکیب‌پذیری عمومی و عمل ژن ۷ لاین و ۳ تستر کلزا اشاره کردند. بالاترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی دار برای صفت تعداد شاخه فرعی مربوط به لاین دابل‌هاپلوئید ۱۰۳ بود، در حالی که بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی منفی برای این صفت مربوط به لاین دابل‌هاپلوئید ۱۰۷ بود (جدول ۴). بر اساس نتایج آزمون تاپ کراس بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی مثبت برای صفت طول ساقه اصلی مربوط به لاین دابل‌هاپلوئید ۸ بود، همچنین بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی منفی برای این صفت ناشی از لاین دابل‌هاپلوئید ۱۰۸ بود (جدول ۴). لاین‌های دابل‌هاپلوئید ۱، ۱۰، ۸، ۱۱ و ۲۱ همگی ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌داری برای صفت تعداد دانه در خورجین نشان دادند، با این وجود، بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی دار برای این صفت مربوط به لاین‌های دابل‌هاپلوئید ۱ و ۱۰ بود (جدول ۴)، بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی منفی نیز برای این صفت مربوط به لاین دابل‌هاپلوئید ۱۰۷ بود (جدول ۴). Mohammedi *et al.* (2011)، در بررسی نوع عمل ژن و ترکیب‌پذیری صفات مهم زراعی در کلزا، اثر ترکیب‌پذیری عمومی معنی‌دار را برای صفت تعداد دانه در خورجین گزارش نمودند. در تحقیق حاضر، بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی مثبت برای صفت قطر ساقه مربوط به لاین دابل‌هاپلوئید ۱۱ بود، در حالی که بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی منفی برای این صفت مربوط به لاین دابل‌هاپلوئید ۱۰۴ بود (جدول ۴). بر اساس نتایج آزمون تاپ‌کراس بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی مثبت برای صفت طول خورجین مربوط به لاین ۱۱۵ بود در حالی که بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی منفی مربوط به لاین دابل‌هاپلوئید ۱۰۸ بود (جدول ۴). لاین‌های

ترکیب‌پذیری عمومی مثبت برای صفت تعداد خورجین در بوته مربوط به لاین دابل‌هاپلوئید ۱ بود، در حالی که بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی منفی برای این صفت مربوط به دابل‌هاپلوئید ۱۲۰ بود (جدول ۴). Azizinia & Javidfar (2006)، گزارش دادند که واریانس ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای صفت تعداد خورجین در شاخه اصلی کلزا معنی‌دار است، لذا اثرات افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت نقش دارند. بر اساس نتایج آزمون تاپ کراس بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی مثبت برای صفت تعداد خورجین در شاخه فرعی مربوط به لاین دابل‌هاپلوئید ۲۱ بود، همچنین بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی منفی برای این صفت مربوط به لاین دابل‌هاپلوئید ۱۰۷ بود (جدول ۴). لاین‌های دابل‌هاپلوئید ۱، ۱۰، ۱۳، ۸، ۱۱ و ۲۱ همگی ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌داری برای صفت تعداد خورجین در بوته نشان دادند (جدول ۴) با این حال بالاترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی مثبت مربوط به لاین دابل‌هاپلوئید ۲۱ بود (جدول ۴). بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی منفی برای صفت تعداد خورجین در بوته از لاین دابل‌هاپلوئید ۱۰۷ حاصل شد (جدول ۴). Golami *et al.* (2008) از تجزیه تلاقی لاین × تستر جهت برآورد اثر ترکیب‌پذیری در کلزا استفاده نمودند و اثر فوق‌غالبیت و نقش اثر غیرافزایشی ژن‌ها را در کنترل صفت تعداد خورجین در بوته گزارش نمودند، بنابراین در تحقیق حاضر می‌توان از لاین‌های دابل‌هاپلوئید با میزان ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار جهت تولید هیبریدهای قوی‌تر از لحاظ صفت تعداد خورجین در بوته سود برد. Muhammad *et al.* (2014) بررسی ترکیب‌پذیری عمومی و وراثت‌پذیری صفات مرتبط با عملکرد در جمعیت F2 چند رقم والدینی کلزا، نشان دادند که ترکیب‌پذیری عمومی در ارتباط با صفت تعداد خورجین در گیاه در تمامی تلاقی‌ها

دابل‌هاپلوئید ۱۱۱، ۱، ۱۰، ۱۳، ۸، ۱۱۹، ۱۱، ۱۰۱، ۱۱۰، ۲۱ و همگی ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌داری برای صفت وزن هزار دانه نشان دادند، با این وجود بالاترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی برای این صفت مربوط به لاین‌های دابل‌هاپلوئید ۱۰۱ و ۱ بود (جدول ۴).

جدول ۴. برآورد مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های دابل‌هاپلوئید حاصل از جنین زایی میکروسپور در کلزا برای صفات مورد بررسی

GCA														
لاین دابل‌هاپلوئید	ارتفاع بوته	شاخه اصلی	تعداد خورچین در شاخه‌های فرعی	تعداد خورچین در	تعداد شاخه فرعی	طول ساقه اصلی	تعداد دانه در خورچین	قطر ساقه	طول خورچین	وزن هزار دانه	روز تا شروع گلدهی	روز تا خاتمه گلدهی	روز تا رسیدن فیزیولوژیک	عملکرد تک بوته
116	13.13	-5.53	-176.70	-182.24	-1.53	7.49	-0.27	0.27	0.03	-0.26	-1.76	0.65	10.71	5.47
111	23.47	-21.20	-206.04	-227.24	-2.11	8.16	-0.10	0.17	0.81	0.14	-5.76	-4.35	6.71	21.52
4	21.47	13.80	-122.04	-108.24	0.89	3.16	-1.10	0.27	-0.46	0.11	-6.76	-5.35	6.71	7.92
1	13.47	37.80	543.96	581.76	-0.11	14.16	5.90	0.07	0.04	0.81	3.24	5.65	15.71	28.07
10	39.47	34.80	228.96	263.76	-2.11	9.16	5.90	0.67	0.54	0.41	3.24	5.65	15.71	43.02
103	-12.53	-15.20	46.96	31.76	6.89	1.16	-1.10	-0.53	0.64	0.21	5.24	7.65	17.71	-8.19
2	-4.53	-0.20	118.96	118.76	3.89	8.16	-2.10	-0.23	-0.36	-0.89	-0.76	-0.35	-2.29	-11.95
108	-49.53	-22.20	3.96	-18.24	-0.11	-27.84	1.90	-0.23	-0.86	0.21	-0.76	-0.35	-3.29	-17.43
13	-10.53	9.80	250.96	260.76	1.89	-5.84	1.90	0.27	0.34	0.41	9.24	10.65	-4.29	23.42
109	-0.53	-2.20	50.96	48.76	0.89	4.16	-0.10	-0.23	0.34	0.31	-7.76	-6.35	-21.29	13.01
117	-8.53	20.80	-133.04	-112.24	-0.11	-5.84	-2.10	-0.23	-0.24	-0.89	-3.76	-1.35	-16.29	-29.03
114	-9.53	-12.20	-212.04	-224.24	-2.11	-19.84	-4.10	0.27	-0.26	-0.39	8.24	4.65	-10.29	-30.21
106	6.47	-12.20	-236.04	-248.24	-1.11	9.16	-6.10	-0.03	0.04	-0.49	5.24	7.65	17.71	-16.71
8	10.47	7.80	242.96	250.76	-1.11	21.16	4.90	0.37	0.24	0.41	0.24	2.65	14.71	26.69
118	-4.53	-5.20	112.96	107.76	1.89	2.16	-3.10	-0.23	-0.36	0.11	-3.76	-1.35	-4.29	-27.45
119	-0.53	-2.20	-226.04	-228.24	-0.11	-1.84	-2.10	-0.23	0.14	0.14	-9.76	-11.35	7.71	-17.04
115	-4.53	3.80	-310.04	-306.24	-0.11	1.16	-1.10	-0.43	0.74	0.31	-1.76	-1.35	7.71	-46.59
112	0.47	1.80	-327.04	-325.24	-2.11	1.16	1.90	-0.33	-0.46	-0.09	-6.76	-17.35	-3.29	-20.04
14	34.53	-17.20	28.96	11.76	1.89	-15.84	-3.10	-0.43	-0.66	-0.29	13.24	0.65	4.71	-53.83
11	25.47	-11.20	194.96	183.76	-1.11	8.16	2.90	0.97	0.14	0.51	8.24	9.65	-4.29	34.66
101	-11.53	-22.20	7.96	-14.24	1.89	-19.84	-1.10	0.27	0.24	0.71	1.24	2.65	-12.29	15.19
120	-3.53	-26.20	-241.04	-267.24	-0.11	4.16	1.90	-0.13	-0.14	-0.29	-6.76	-6.35	-25.29	2.87
107	5.47	-24.20	-613.04	-637.24	-7.11	-0.84	-9.10	-0.23	-0.46	-0.39	-6.76	-5.35	-21.29	-47.93
113	-34.53	-24.20	-227.04	-251.24	-1.11	-10.84	0.90	-0.23	-0.26	-0.49	2.24	3.65	-20.29	-34.88
110	15.47	2.80	73.96	76.76	-0.11	8.16	1.90	0.07	0.54	0.51	-0.76	-1.35	-25.29	10.66
105	34.47	-0.20	-26.04	-26.24	3.89	15.16	-0.10	0.17	-0.46	0.61	0.24	2.65	14.71	25.75
21	-21.53	15.80	693.96	709.76	-0.11	-5.84	3.90	-0.03	0.14	0.14	0.24	2.65	14.71	31.87
104	-5.53	-9.20	-18.04	-27.24	-1.11	-1.84	1.90	-0.33	-0.16	-0.39	10.24	12.65	24.71	-15.36
t محاسبه شده	10.3	10	156	160	1.57	8	2.48	0.15	0.3	0.38	1.1	1.21	0.99	15.8

دار شد که به تفاوت‌های ژنتیکی والدین اشاره دارد. در مطالعه حاضر، بر اساس آزمون تاپ‌کراس بیشترین مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و منفی برای صفت تعداد روز تا شروع گلدهی به ترتیب مربوط به لاین‌های دابل‌هاپلوئید ۱۴ و ۱۱۹ بود (جدول ۴). همچنین بیشترین مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و منفی برای صفت تعداد روز تا خاتمه گلدهی به ترتیب مربوط به لاین‌های دابل‌هاپلوئید ۱۰۴ و ۱۱۹ بود. Thukral & Singh (1987)، با استفاده از طرح تلاقی دای‌آل وراثت صفات تعداد روز تا رسیدن و عملکرد دانه در کلزا را مورد بررسی قرار دادند و بر اساس مقادیر

بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی منفی برای صفت وزن هزار دانه مربوط به لاین‌های دابل‌هاپلوئید ۲ و ۱۱۷ بود (جدول ۴). Mohammadi و همکاران ۲۰۱۱ نیز در بررسی نوع عمل ژن و ترکیب‌پذیری صفات مهم زراعی در کلزا نشان دادند که هر دو اثر ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای صفت وزن هزار دانه معنی‌دار بود. Muhammad و همکاران ۲۰۱۴ در مطالعات بررسی ترکیب‌پذیری عمومی و وراثت‌پذیری صفات مرتبط با عملکرد در جمعیت F2 چند رقم والدینی کلزا، نشان دادند که ترکیب‌پذیری عمومی در ارتباط با صفت وزن هزار دانه در تمامی تلاقی‌ها معنی-

ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برآورد شده، نقش اثرهای افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها را در کنترل این دو صفت گزارش نمودند، بنابراین در تحقیق حاضر می‌توان از لاین‌های دابل‌هاپلوئید با مقادیر مثبت و معنی‌دار ترکیب‌پذیری عمومی در تولید هیبریدهای تجاری کلزا و یا در برنامه سلکسیون مستقیم بهره برد.

اصلاح ژنتیکی کلزا از نظر صفات زودرسی و عملکرد بیشتر در واحد سطح از جمله اهداف مهم به‌نژادی این گیاه روغنی برای تولید ارقام مناسب در اغلب کشورهای جهان است (Golami *et al.*, 2008). همانطور که در نتایج تحقیق حاضر مشهود است لاین دابل‌هاپلوئید ۱۱۹ کلزا بالاترین مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی منفی را برای صفات تعداد روز تا شروع گلدهی و تعداد روز تا خاتمه گلدهی نشان داد که این نتایج با نتایج حاصل از آزمون مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) مطابقت داشت، لذا می‌توان از این لاین دابل‌هاپلوئید جهت تولید هیبریدهای زودرس کلزا در برنامه‌های اصلاحی استفاده نمود. بر اساس نتایج آزمون تاپ‌کراس بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی مثبت برای صفت تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک مربوط به لاین دابل‌هاپلوئید ۱۰۴ بود، در حالی که لاین‌های دابل‌هاپلوئید ۱۱۰ و ۱۲۰ بیشترین مقادیر ترکیب‌پذیری منفی را برای این صفت به خود اختصاص دادند (جدول ۴). بر اساس نتایج آزمون تاپ‌کراس لاین‌های دابل‌هاپلوئید ۱۱۱، ۱، ۱۰، ۱۳، ۸، ۱۱، ۱۰۵ و ۲۱ همگی دارای مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار برای صفت عملکرد تک بوته بودند، با این وجود بالاترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی این صفت مربوط به لاین دابل‌هاپلوئید ۱۰ بود (جدول ۴)، همچنین بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی منفی برای صفت عملکرد تک بوته مربوط به لاین دابل‌هاپلوئید ۱۴ بود (جدول ۴). انتخاب بر مبنای ترکیب‌پذیری عمومی می‌تواند در دستیابی به تلاقی‌های با ترکیب‌پذیری مناسب برای صفت مورد نظر سودمند باشد (Golami *et al.*, 2008).

تولید واریته‌های هیبرید و استفاده از هتروزیس یکی از روش‌های اصلاحی مؤثر در گیاه روغنی کلزا می‌باشد. از طرفی استفاده از تکنیک تولید لاین دابل‌هاپلوئید به‌طور چشمگیری طول دوره زمانی برنامه اصلاحی جهت رسیدن به لاین‌های یکنواخت ژنتیکی را کاهش می‌دهد. در تحقیق حاضر ۵۰ لاین دابل‌هاپلوئید کلزا با روش جنین‌زایی میکروسپور ایجاد و سپس جهت بررسی ترکیب‌پذیری عمومی و انتخاب بهترین لاین‌های دابل‌هاپلوئید از نظر صفات مورفولوژیکی و عملکردی با هیبرید تجاری هاپلولا ۴۲۰ به‌صورت تاپ‌کراس تلاقی یافتند. در بین تمامی لاین‌های دابل‌هاپلوئید، ۲۸ لاین موفق به تولید بذر شده، لذا نتایج تاپ‌کراس آن‌ها مورد مقایسه قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل از آزمون مقایسه میانگین‌ها بیشترین مقادیر صفات وزن هزار دانه و عملکرد تک بوته مربوط به لاین‌های دابل‌هاپلوئید ۱، ۲۱، ۱۰ و ۱۳ بود، همچنین بر اساس نتایج آزمون تاپ‌کراس بیشترین مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی مثبت برای این صفات عملکردی مربوط به لاین‌های دابل‌هاپلوئید ۱، ۱۱ و ۱۰ بود. لذا می‌توان در برنامه‌های اصلاحی از این لاین‌های دابل‌هاپلوئید جهت افزایش عملکرد استفاده نمود. همچنین بر اساس نتایج آزمون تاپ‌کراس بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی منفی برای صفات تعداد روز تا شروع گلدهی و تعداد روز تا خاتمه گلدهی مربوط به لاین دابل‌هاپلوئید ۱۱۹ بود لذا می‌توان از این لاین جهت تولید واریته‌های زودرس در برنامه‌های اصلاحی کلزا استفاده نمود.

### سپاسگزاری

پژوهش حاضر بخشی از پایان‌نامه دکتری گروه اصلاح نباتات دانشگاه محقق اردبیلی است که تحت حمایت پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران در قالب پروژه شماره ۹۳۱۰۲-۰۵-۰۵-۲ انجام شد.

## REFERENCES

- Abraha SW (2014) Top Cross Analysis of Maize (*Zea mays* L.) Inbred Lines for Some Agronomic Traits in Central Rift Valley of Ethiopia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. 4(25): 8-13.
- Ahmadikhah A (2010) Supplementary Plant Breeding. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources Press, Iran.
- Ahmadi B, Alizadeh K, Teixeira da Silva JA (2012) Enhanced regeneration of haploid plantlets from microspores of *Brassica napus* L. using bleomycin, PCIB, and phytohormones. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 109: 525-533.
- Azizinia S, Javidfar F (2006) Study of combining ability and heterosis in autumn cultivars of rapeseed. 9<sup>th</sup> Congress of Agronomy and Plant Breeding Science of Iran. Karaj-Iran. [http://www.civilica.com/Paper-NABATAT09-NABATAT09\\_569.html](http://www.civilica.com/Paper-NABATAT09-NABATAT09_569.html)
- Barany IV, Testillano PS, Mityko JU, Risueño MD (2001) The switch of the microspore developmental program in *Capsicum* involves HSP70 expression and leads to the production of haploid plants. *International Journal of Developmental Biology*. Jun 1;45(S1): S39-40
- Enayati Shariat Panahi M, Emami Meybodi D (2009) Microspore: Haploid cell with variety of applications in genetic and plant breeding. *Modern Genetics*. 3: 5-16.
- Farshadfar A (1998) Application of quantitative genetics in plant breeding. Razi University Press, Kermanshah, Iran. 528 p.
- Farshadfar E, Kazemi Z, Yaghotipoor A (2013) Estimation of combining ability and gene action for agromorphological characters of rapeseed (*Brassica napus* L.) using line× tester mating design. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*. 1(7): 711-717.
- Gholami H, Moghaddam M, Rameeh V (2008) Estimation of Combining Ability in Rapeseed (*Brassica napus* L.) Using Line × Tester Cross Method. *Seed and Plant Improvement Journal*. 24(3): 399-411.
- Koprna R, Kučera V, Kolovrat O, Vyvadilová M, Klíma M (2005) Development of self-incompatible lines with improved seed quality in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) for hybrid breeding. *Czech J. Genet. Plant Breed*. 41, pp.105-111.
- Lighter R (1989) Efficient yield of embryoids by culture of isolated microspores of different Brassicaceae species. *Plant Breeding*. 103(2): 119-123.
- Marjanović-Jeromela A, Marinković R, Mijić A, Zdunić Z, Ivanovska S, Jankulovska M (2008) Correlation and path analysis of quantitative traits in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). *Agriculturae Conspectus Scientificus (ACS)*. 73(1):13-18.
- Mohammadi V, Arabnejad A, Zeynali H, Hosseinzade A, Amiri Oghan H (2011) Gene Action and Combining Ability of Important Agronomic Traits in Rapeseed (*Brassica napus* L.). *Iranian Journal of Field Crop Science*, 42(1): 41-51.
- Moradi M, Ghodrati G (2010) Correlation and Path Analysis Yield and Important Traits of 12 Spring Rapeseed Cultivars (*Brassica napus* L) *Crop Physiology Journal*, 2(8): 61-70.
- Muhammad A, Raziuddin MA, Raza H, Rahman AU, Ali I (2014) Combining ability and heritability studies for important traits in F2 of *Brassica napus*. *Int. J. Basic Appl. Sci*. 14: 7-11.
- Naseri F (1991) Oil Seeds. Deputy of Astan Qods Razavi Press. Khorasan, Iran.
- Nduwumuremyi A, Tongoona P,

- Habimana S (2013) Mating designs: helpful tool for quantitative plant breeding analysis. *Journal of Plant Breeding and Genetics*. 1(3): 117-129.
- Thukral SK, Singh H (1987) Genetic analysis of seed yield, flowering and maturity in rapeseed. *Indian Journal of Agricultural Science*. 57: 298-302.
- Zareh M, Chogan R, Majidi hervan E, Bihamta MR (2010) Study of combining ability, heritability and heterosis in corn using diallel crosses of inbred lines. *Journal of Agronomy and Plant Breeding*. 6(1): 43-63.
- Zhou WJ, Hagberg P, Tang GX (2002) Increasing embryogenesis and doubling efficiency by immediate colchicine treatment of isolated microspores in spring *Brassica napus*. *Euphytica*. Nov 1:128(1): 27-34.