

بررسی نوع عمل ژن و ترکیب پذیری صفات مهم زراعی در کلزا

ولی‌اله محمدی^{۱*}، اعظم عرب‌نژاد^۲، حسن زینالی^۳، عبدالهادی حسین‌زاده^۴ و حسن امیری اوغان^۵
۱، ۲، ۳، ۴، استادیار، دانشجوی سابق کارشناسی و دانشیاران پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۵، پژوهشیار بخش تحقیقات دانه‌های روغنی مؤسسه تحقیقات تهیه نهال و بذر کرج
(تاریخ دریافت: ۸۸/۷/۲۶ - تاریخ تصویب: ۸۹/۶/۳۱)

چکیده

نحوه توارث صفات مهم زراعی کلزا در قالب یک آزمایش دیالال 8×8 به روش گریفینگ و هیمن - جینکز مورد مطالعه قرار گرفت. برای صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه و تعداد شاخه فرعی در بوته، هر دو اثر ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی معنی‌دار بودند، در حالی که برای صفات تعداد دانه در خورجین و درصد روغن فقط ترکیب‌پذیری عمومی و برای صفات تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک و تعداد خورجین در بوته فقط ترکیب‌پذیری خصوصی معنی‌دار بود. تجزیه دیالال به هر دو روش گریفینگ و هیمن - جینکز نشان داد که اثر افزایشی و غیر افزایشی به طور مشترک در کنترل ژنتیکی عملکرد دانه، وزن هزار دانه و تعداد شاخه فرعی نقش دارند، در حالی که درصد روغن و تعداد دانه در خورجین با اثر افزایشی و زمان رسیدن و تعداد خورجین در بوته با اثر غیر افزایشی کنترل می‌شوند. اثر غیرافزایشی عملکرد دانه از نوع فوق غالبیت بود و افزایش صفت با آل‌های غالب کنترل می‌شد. وراثت‌پذیری خصوصی تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه نسبتاً بالا بود که نشانگر سودمندی‌گزینه‌ها در برنامه‌های اصلاح این خصوصیات است. رقم RGS003 حائز بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی از نظر عملکرد دانه بود که می‌تواند به عنوان یک آزمونگر در آزمایش‌های تاپ‌کراس مورد استفاده قرار گیرد. دورگ Option500×19H بالاترین ترکیب‌پذیری خصوصی و هتروزیس والد برتر را برای عملکرد دانه نشان داد که می‌توان آنرا برای تولید رقم دورگ در برنامه‌های اصلاحی آینده توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: کلزا، دیالال، ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی، عمل ژن.

مقدمه

دلیل ویژگی‌های ممتاز آن بیشتر مورد توجه است و به عنوان نقطه امیدی جهت تأمین روغن خوراکی مورد نیاز کشور به شمار می‌آید (Shiranirad & Dehshiri, 2002). کلزا سومین گیاه عمده روغنی جهان، و پس از سویا دومین محصول عمده دانه روغنی می‌باشد. کلزا در مقایسه با بسیاری از محصولات زراعی دیگر، گیاه جدیدی محسوب می‌شود و به همین دلیل تحقیقات و مقالات منتشرشده در مورد آن نیز محدودتر است. کلزا

روغن خوراکی یکی از محصولات غذایی عمده کشور می‌باشد که بیش از ۸۳٪ نیاز داخلی آن با صرف هزینه‌های هنگفت و به وسیله واردات از خارج تأمین می‌گردد. لذا سرمایه‌گذاری روی دانه‌های روغنی مورد توجه دولت قرار گرفته است. کلزا، سویا، آفتابگردان، گلرنگ و کنجد دانه‌های روغنی زیر کشت در کشور هستند که در این میان کلزا (*Brassica napus L.*) به

تعداد دانه در خورجین وراثت‌پذیری خصوصی پایین به دست آورده‌اند. تجزیه و تحلیل آنها روی صفات رسیدگی در کلزا حاکی از وجود وراثت‌پذیری خصوصی متوسط برای تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی است، اما تعداد روز تا رسیدن دارای وراثت‌پذیری خصوصی پایینی بوده است.

Thukral & Singh (1987) از تجزیه و تحلیل یک آزمایش نیمه دیالال ۹×۹ نتیجه گرفتند که عملکرد دانه و زمان رسیدن با اثر غیر افزایشی ژنها و زمان گلدهی با اثر افزایشی ژنها کنترل می‌شود. این محققین پیشنهاد کردند که برای ایجاد جمعیت‌گزینش شجره‌ای، از والد‌هایی استفاده شود که پرمحصول و زودرس هستند. Virender et al. (1995) با استفاده از یک آزمایش نیمه دیالال ۷×۷ در کلزا گزارش نمودند که ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه و تعداد خورجین در ساقه اصلی با اثر افزایشی ژن‌ها کنترل می‌شوند.

Brown et al. (1996) با مطالعه جمعیت‌های F_1 و F_2 در کلزای بهاره در چند مکان و سال‌های مختلف، اظهار داشتند که زمان شروع گلدهی، ارتفاع گیاه در موقع رسیدن، عملکرد دانه و درصد روغن دارای وراثت‌پذیری خصوصی پایینی هستند که احتمالاً ناشی از اثرمتقابل ژنوتیپ و محیط بوده است.

Thakur & Sagwal (1997) تعداد شاخه‌های اولیه، تعداد شاخه‌های ثانویه، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و عملکرد دانه را در قالب یک طرح تلاقی دیالال یکطرفه ۹×۹ مطالعه نموده و در نهایت میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی را برای تمامی خصوصیات مورد مطالعه معنی‌دار گزارش کردند که این امر نمایانگر نقش توأم اثرهای افزایشی و غیر افزایشی در کنترل صفات مذکور است.

Varsha et al. (1999) میانگین نسل‌های P_1 ، P_2 ، F_1 ، F_2 و B_1 و B_2 حاصل از دو تلاقی مختلف را بررسی و گزارش کردند که هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی در کنترل عملکرد دانه، وزن دانه، تعداد خورجین، ارتفاع دانه و تعداد روز تا گلدهی نقش دارند. این محققان اثر اپیستازی را نیز در یکی از تلاقی‌ها مشاهده نمودند.

Satwinder et al. (2000) از یک طرح دی آلل ۸×۸ نتیجه گرفتند که اثر افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها به

گیاهی نیمه خودگشن با حدود ۳۰ درصد دگرگشتی است و اغلب رقم‌های کلزا رگه‌های خالصی هستند که از برنامه‌های اصلاحی خاص گیاهان خودگشن به دست آمده‌اند. اما کشف سامانه‌های نرعمیمی و همچنین هتروزیس بالای ۳۰ درصد در کلزا باعث شده است که در دهه گذشته استفاده از ارقام دورگ رواج یابد (Snowdon, 2005).

اغلب صفات مهم زراعی کلزا کمی هستند که به وسیله تعداد زیادی ژن کنترل می‌شوند و به شدت تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرند، از این رو درک ماهیت ژنتیکی آنها دشوار است. شناخت نحوه توارث صفات از جمله نوع عمل ژن، وراثت‌پذیری، میزان هتروزیس و ترکیب‌پذیری واریته‌ها در انتخاب نوع روش اصلاحی و میزان موفقیت آن مؤثر است. به علاوه آگاهی از وراثت‌پذیری صفت ما را قادر خواهد ساخت تا میزان پاسخ به گزینش را که یکی از اساسی‌ترین معیارهای بازدهی روش‌های به‌نژادی است، برآورد نماییم (Faconer, 1996). تجزیه دیالال علاوه بر آنکه تنها روش شناخت ترکیب‌پذیری خصوصی ژنوتیپ‌هاست، بلکه یکی از بهترین رهیافت‌ها جهت مطالعه نحوه توارث صفات می‌باشد که برآورد وراثت‌پذیری، میزان هتروزیس، نوع عمل ژن، درجه غالبیت، نسبت توزیع آلل‌های غالب و مغلوب، اثر سیتوپلاسمی و اجزای واریانس ژنتیکی را امکان‌پذیر می‌سازد (Hayman, 1954; Griffing 1956). Labana et al. (1978) گزارش نمودند که صفات تعداد دانه در خورجین و ارتفاع بوته از وراثت‌پذیری خصوصی بالایی برخوردار هستند.

Singh & Yavada (1980) با مطالعه تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی و عملکرد دانه در نتاج تلاقی‌های دیالال ۹ رگه کلزا، مشاهده کردند که برای تعداد روز تا گلدهی و عملکرد دانه، میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی هر دو معنی‌دار بود در حالی که برای تعداد روز تا رسیدن فقط ترکیب‌پذیری خصوصی معنی‌دار شده بود. این محققین کنترل ژنتیکی خصوصیات مورد مطالعه را به صورت فوق غالبیت گزارش کردند.

Pal et al. (1981) برای تعداد شاخه‌های فرعی، وراثت‌پذیری خصوصی بالا و برای صفات وزن هزار دانه و

در کلزا و ۲) شناسایی بهترین ترکیب‌ها برای استفاده در برنامه‌های تولید دورگ.

مواد و روش‌ها

هشت رقم آزادگرده افشان کلزا به نام‌های Craker، jack، Option500، SW hotshot، Sarigol، RGS003، 19H، Syn3 و Goliath که به منظور دستیابی به خلوص قبلاً طی سه نسل خودگشن شده بودند، کشت شدند و در بهار سال ۱۳۸۳ کلیه تلاقی‌های ممکن بین آنها انجام گرفت. بذر نسل اول جهت تکثیر به صورت دو نسل در سال در ایستگاه تحقیقاتی کلاردشت کشت شد. در پاییز سال ۱۳۸۴ بذور ۲۸ دورگ (نسل F_2) به همراه والدین در قالب یک طرح لاتیس ساده 6×6 با دو تکرار در مزرعه بخش تحقیقات دانه‌های روغنی مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کشت شدند. کشت به صورت هیبرم‌کاری در زمینی که سال قبل آیش بود، انجام شد. هر کرت متشکل از ۳ ردیف ۳ متری به فاصله ردیف‌های ۳۰ سانتی‌متر بود. علف‌های هرز با دست وجین گردید. برای مبارزه با آفت شته مومی کلم از سم سیستمیک متاسیستوکس به میزان دو در هزار و در ساعات اولیه روز استفاده گردید. آبیاری به صورت نشتی و با کمک سیفون طی پنج نوبت به ترتیب در مراحل کاشت، روزت، شروع گلدهی، تشکیل خورجین و توسعه دانه انجام گردید. برداشت محصول به صورت دستی انجام شد.

برای اندازه‌گیری تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای هر کرت حذف و ۱۰ بوته رقابت‌کننده به طور تصادفی انتخاب شدند. تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه (برحسب کیلوگرم در هکتار)، وزن هزار دانه، صفات دیگری بودند که بر اساس کرت ارزیابی شدند. یک نمونه بذر (حدود ۱۰۰ گرم) از هر کرت جدا شده و با روش ان.ام.آر^۱ درصد روغن آن تعیین گردید.

از آنجا که اساس تجزیه دیالال وجود تنوع در میان مواد آزمایشی می‌باشد، به این منظور، تجزیه واریانس

طور مشترک در توارث عملکرد، اجزای عملکرد و محتوای روغن دخالت دارند، اما سهم اثر افزایشی ژن برای محتوای روغن و عملکرد دانه بیشتر است.

Singh et al. (2001) با مطالعه نسل F_1 و F_2 یک

آزمایش دیالال با بیست والد اظهار نمودند که اگرچه هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی معنی‌دار بودند، اما اثر غیرافزایشی نقش عمده تری در کنترل عملکرد دانه و تعداد دانه در خورجین داشت.

Amiri-Oghanet al. (2002) با انجام یک طرح

دیالال 7×7 کلزا در دو شرایط آبیاری طبیعی و تنش خشکی گزارش نمودند که هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی به یک اندازه در کنترل عملکرد دانه، تعداد خورجین در ساقه اصلی، ارتفاع بوته و زمان تشکیل اولین غلاف نقش دارند. در این آزمایش به نقش اثر افزایشی ژنها در کنترل ژنتیکی تعداد روز تا گلدهی تأکید شده و گزینش در نسل‌های اولیه بعد از تلاقی برای این صفت سودمند دانسته شده است.

Khan & Khan (2005) از یک آزمایش دیالال نتیجه

گرفتند که وزن هزار دانه عمدتاً با اثر غیر افزایشی ژن‌ها کنترل می‌شود و وراثت‌پذیری خصوصی آن متوسط است.

Ahmadi & Samiezadeh (2006) با تجزیه یک

آزمایش دیالال 7×7 نتیجه گرفتند که مدل افزایشی-غالبیت برای محتوای روغن و عملکرد دانه قابل برآزش است و در کنترل محتوای روغن سهم اثر افزایشی و در کنترل عملکرد دانه سهم اثر غالبیت بیشتر است.

Gehring et al. (2007) تا ۴۳ درصد هتروزیس را

برای عملکرد دورگ‌های کلزای زمستانه حاصل از آمیزش رگه‌های هاپلوئید مضاعف و یک رگه ساختگی گزارش کردند.

همان طور که ملاحظه می‌شود نتایج متفاوت و بعضاً

متناقضی در مورد نحوه کنترل ژنتیکی صفات زراعی در گزارش‌ها وجود دارد که لزوم انجام تحقیقات بیشتر را آشکار می‌سازد. از طرفی تولید داخلی ارقام دورگ از اولویت‌های برنامه‌های به‌نژادی کلزا در کشور می‌باشد که نیازمند انجام آزمایش دیالال و معرفی ترکیب‌های برتر است. اهداف این پژوهش عبارت بودند از: ۱) مطالعه نحوه

توارث عملکرد، محتوای روغن و سایر صفات مهم زراعی

1. Nuclear Magnetic Resonance (NMR)

اشتباه معیار لازم برای آزمون معنی دار شدن اجزای فوق به شرح زیر به دست می آید (Singh, 1977).

$$S.E(D)=[S^2(P^{\Delta}+P^{\Gamma})/P^{\Delta}]^{1/2}$$

$$S.E(H_1)=[S^2(16P^{\Delta}+656P^{\Gamma}-192P^3+64P^2)/P^{\Delta}]^{1/2}$$

$$S.E(H_2)=[S^2(576P^{\Gamma})/P^{\Delta}]^{1/2}$$

$$S.E(F)=[S^2(16P^{\Delta}+80P^{\Gamma}-64P^3+6P^2)/P^{\Delta}]^{1/2}$$

$$S.E(E_2)=[S^2P^{\Gamma}/P^{\Delta}]^{1/2}$$

در فرمول های مذکور:

$$S^2 = \text{Var}(Wr-Vr)/2$$

و P: تعداد والدین است.

پس از محاسبه مقادیر فوق پارامترهای ژنتیکی:

$$H_2/4H_1, H_1-H_2$$

$$\frac{\sqrt{DH_1} + 1/2F}{\sqrt{DH_1} - 1/2F}$$

$$\sqrt{\frac{1}{4}(H_1/D)}$$

و همچنین ضریب همبستگی (F) بین میانگین هر والد (\bar{Y}) و ($Wr+Vr$) محاسبه شد.

برای آزمون نرمال بودن داده ها و تجزیه واریانس از نرم افزار MSTATC و SPSS و برای تجزیه دیالال از نرم افزار Diallel به همراه برنامه نویسی در محیط Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در ۳۶ ژنوتیپ کلزا در طرح بلوک های کامل تصادفی (جدول ۱) نشان داد که برای صفات تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک و عملکرد دانه میانگین مربعات ژنوتیپ در سطح احتمال یک درصد و برای سایر صفات در سطح احتمال پنج درصد معنی دار است که این معنی دار بودن دلالت بر وجود تفاوت بین ژنوتیپ ها داشت. معنی دار نبودن مقدار $Wr-Vr$ (جدول ۵) برای کلیه صفات، عدم وجود اثر متقابل غیر آلی (اپیستازی) و صحت فرضیات روش هیمن و جینکز را تأیید نمود. نتایج تجزیه دیالال برای هر یک از صفات مورد مطالعه به شرح زیر است.

تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک

تجزیه واریانس ترکیب پذیری مدل مخلوط با روش دوم گریفینگ (جدول ۲)، نشان داد که میانگین مربعات ترکیب پذیری عمومی، غیرمعنی دار و میانگین مربعات

طرح لاتیس ساده برای صفات مورد مطالعه در ۳۶ ژنوتیپ کلزا انجام شد، اما به دلیل نداشتن سودمندی نسبت به طرح بلوک های کامل تصادفی، تجزیه واریانس بر روی تک تک صفات بر اساس طرح بلوک های کامل تصادفی انجام گرفت. سپس تجزیه دیالال با استفاده از روش دوم و مدل مخلوط Griffing (1956) و همچنین روش Hayman (1954) و Jinks (1954) انجام گردید.

برای بررسی صحت مدل و فرض عدم وجود اثرهای متقابل بین مکان های ژنی از روش تجزیه واریانس $Wr-Vr$ (تفاضل واریانس و کوواریانس برای هر والد) استفاده گردید. در این خصوص پس از تشکیل جداول دو طرفه تلاقی های دیالال، در هر تکرار تفاوت کوواریانس و واریانس برای هر والد محاسبه شد. سپس اطلاعات حاصل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با P تیمار و t تکرار تجزیه گردید.

با توجه به اینکه برآورد پارامترهای ژنتیکی بر اساس نتاج والدین و نسل F_2 صورت گرفت و در چنین حالتی به علت یک نسل خود گشنی (F_1 به F_2) مقدار h به نصف تقلیل می یابد (Falconer, 1996). برای برآورد اجزاء واریانس ژنتیکی و اشتباه معیار آنها از فرمول های زیر استفاده شد:

$$D=V_0L_0-E$$

$$H_1=16V_1L_2-16W_0L_0+4V_0L_0-4E_2(\Delta P-4)/P$$

$$H_2=16V_1L_2-16V_0L_2-16E_2(P-1)/P$$

$$F=4V_0L_0-8W_0L_0-4E_2(P-2)/P$$

$$E_2=MSE/t=M'e(F_2)$$

D: واریانس افزایشی

H_1 : واریانس غالبیت

E: واریانس محیطی

H_2 : واریانس غالبیت تصحیح شده برای پراکنش داده ها

$$H_2=H_1[1-(U-V)^2]$$

که U و V به ترتیب فراوانی ژن های غالب و مغلوب در والدها هستند.

F: میانگین کوواریانس اثرهای افزایشی و غالبیت کلیه والدها

V_0L_0 : واریانس والدها

V_1L_2 : میانگین واریانس والدها

V_0L_2 : واریانس میانگین والدها

W_0L_0 : میانگین کوواریانس بین والدین و نتاج

نبودن فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب در تمامی مکان‌های ژنی در والد‌ها بود و با توجه به مقدار مثبت F ، استنباط می‌شود که فراوانی آلل‌های غالب از مغلوب بیشتر است. بزرگتر بودن مقدار $\frac{\sqrt{(DH_1) + (1/2)F}}{\sqrt{(DH_1) - (1/2)F}}$ از یک نیز نشانه بیشتر بودن آلل‌های غالب در والد‌ها است. میانگین درجه غالبیت بزرگتر از یک بوده که کنترل صفت به صورت فوق غالبیت را نشان می‌دهد. Singh & Yavada (1980) و Thukral & Singh (1987) نیز همین نتیجه را به دست آورده‌اند. مقدار مثبت همبستگی بین میانگین والد‌ها و کمیت $Wr+Vr$ ، نشان‌دهنده آن است که افزایش صفت مورد نظر با آلل‌های مغلوب کنترل می‌شود (جدول ۶). وراثت پذیری عمومی و خصوصی به ترتیب ۸۴ و ۱۳ درصد بود (جدول ۴). پایین بودن وراثت پذیری خصوصی به علت ناچیز بودن واریانس افزایشی است. Pal et al. (1981) و Brown et al. (1996) نیز وراثت پذیری خصوصی پایینی

ترکیب پذیری خصوصی معنی‌دار است که بر نقش اثر غیر افزایشی در کنترل ژنتیکی زمان رسیدن دلالت دارد. گزارش Singh & Yavada (1980)، Pal et al. (1981) و Thukral & Singh (1987) نیز این نتیجه‌گیری را تأیید می‌کند. دورگ‌های Option500×Sw hotshot، Cracker و Option500×Rgs003، Sarigol×Syn003 و jack×RGS003 به ترتیب با مقادیر ترکیب پذیری خصوصی ۱۰/۶۷۸، -۷/۷۲۸، -۶/۰۲۸ و -۵/۰۲۸ بهترین ترکیب‌ها برای این صفت بودند (جدول ۳). در برآورد اجزاء ژنتیکی به روش هیمن و جینکر (جدول ۶)، واریانس افزایشی (D) غیرمعنی‌دار، اما واریانس غیر افزایشی (H_1 و H_2) معنی‌دار بود که نتایج تجزیه گریفینگ را تأیید می‌کند. مقدار واریانس محیطی معنی‌دار بود که نشان‌دهنده تأثیر محیط در بروز این صفت می‌باشد. مثبت بودن مقدار H_1-H_2 ، برابر نبودن فراوانی آلل‌های مثبت و منفی در کلیه مکان‌های ژنی در والد‌ها را نشان داد. نسبت $H_2/4H_1$ نیز نشان‌دهنده برابر

جدول ۱- تجزیه واریانس طرح بلوک های کامل تصادفی در صفات مورد مطالعه ۳۶ ژنوتیپ کلزا

صفات	میانگین مربعات		
	تکرار	ژنوتیپ	اشتباه
تعداد روز تا رسیدن	۵۵/۱۲۵*	۳۶/۲۵۲**	۱۱/۹۸۲
تعداد شاخه فرعی	۰/۱۲۵ ^{n.s}	۰/۶۲۵*	۰/۲۹۶
تعداد خورجین در بوته	۲۲۷/۵۵۶ ^{n.s}	۲۵۳/۶۳۷*	۱۰۳/۳۸۴
تعداد دانه در خورجین	۰/۳۴۷ ^{n.s}	۹/۷۸۵*	۴/۶۰۴
وزن هزار دانه	۰/۱۶۲*	۰/۱۴۷*	۰/۰۵۰
عملکرد دانه	۰/۴۶۱**	۰/۴۳۹**	۰/۰۷۱
درصد روغن	۱۵/۲۷۲**	۱/۳۳۰*	۰/۶۹۲

*, **, n.s به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪، ۱٪ و غیر معنی‌دار.

جدول ۲- تجزیه واریانس ترکیب پذیری عمومی و خصوصی صفات مورد مطالعه در ۳۶ ژنوتیپ کلزا

صفات	میانگین مربعات		
	ترکیب پذیری عمومی df=۷	ترکیب پذیری خصوصی df=۲	اشتباه df=۳۵
تعداد روز تا رسیدن	۵/۳۵۵ ^{n.s}	۲۱/۳۱۹**	۵/۹۹۱
تعداد شاخه فرعی	۰/۴۷۷**	۰/۲۸۸*	۰/۱۴۸
تعداد خورجین در بوته	۹۱/۹۶۴ ^{n.s}	۱۳۵/۵۳۲**	۵۱/۶۹۲
تعداد دانه در خورجین	۱۲/۴۷**	۲/۹۹۸ ^{n.s}	۲/۳۰۲
وزن هزار دانه	۰/۱۷۹**	۰/۰۴۷**	۰/۰۲۵
عملکرد دانه	۰/۱۸۷**	۰/۲۲۸**	۰/۰۳۵
درصد روغن	۰/۹۳۷*	۰/۵۹۷ ^{n.s}	۰/۳۴۶

*, **, n.s به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪، ۱٪ و غیر معنی‌دار.

را برای این صفت گزارش کرده‌اند.

تعداد شاخه فرعی

معنی‌دار بودن ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی در تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری این صفت (جدول ۲) نشان داد که اولاً بین ترکیب‌پذیری خصوصی دورگ‌ها و ترکیب‌پذیری عمومی ارقام اختلاف معنی‌دار وجود دارد و ثانیاً اثرهای افزایشی و غیرافزایشی هر دو در کنترل ژنتیکی تعداد شاخه فرعی نقش دارند. & Thakur

Sagwal (1997) نیز این فرضیه را تأیید کرده‌اند. نسبت واریانس GCA به SCA معنی‌دار نبود که نشان از سهم مساوی اثرهای افزایشی و غیر افزایشی در کنترل صفت دارد. ارقام 19H و Syn3 بهترین ترکیب شونده عمومی برای این صفت بودند. همچنین دورگ‌های SW hotshot Option500×Goliath و Goliath×Sarigol، 19H× بهترین ترکیب‌پذیری خصوصی معنی‌دار را داشتند (جدول ۳).

جدول ۳- اثر ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای صفات مورد مطالعه در ۳۶ ژنوتیپ کلزا

ژنوتیپ	تعداد روز تا رسیدن	تعداد شاخه فرعی	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزاردانه	عملکرد دانه	درصد روغن
Craker jack [†]	-۰/۷۳۸	-۰/۲۳۸*	-۴/۲۰	-۱/۷۱۳**	-۰/۱۶۷**	-۰/۲۱۹**	۰/۰۶۹
Craker jack×Option500	۵/۳۲۲*	۰/۴۲۸	۱۵/۵۴۴*	-۳/۰۸۱*	۰/۱۲۶	۰/۲۲۶	-۰/۰۶۷۶
Craker jack× SW hotshot	۲/۳۲۲	-۰/۲۷۲	۴/۹۹۴	-۲/۳۳۹	-۰/۲۳۵	-۰/۹۲۴**	-۱/۱۲۹*
Craker jack× RGS003	-۵/۰۲۸*	-۰/۰۲۲	-۸/۳۵۶	۰/۸۶۱	-۰/۲۰۵	-۰/۵۰۶**	-۰/۰۴۵۴
Craker jack× Sarigol	۵/۹۲۲*	۰/۵۷۸	۸/۱۹۴	۰/۳۳۹	۰/۱۵۹	-۰/۰۷۸	۰/۲۱۵
Craker jack× 19H	-۳/۵۲۸	-۰/۶۲۲	۰/۱۹۴	۳/۲۱*	۰/۱۱۰	-۰/۵۱۹**	۰/۲۱۳
Craker jack× Syn3	-۱/۸۲۸	۰/۳۷۸	۱/۵۴۴	-۰/۵۸۹	-۰/۰۰۱	۰/۴۸۸**	۰/۴۴۸
Craker jack× Goliath	-۱/۸۲۸	-۰/۲۲۲	-۱/۲۰۶	-۲/۱۳۹	۰/۰۹۱	۰/۱۰۵	-۰/۰۷۶۴
Option500 [†]	-۰/۲۳۸	-۰/۲۸۸*	-۱/۹۲۵	-۰/۲۱۳	-۰/۱۱۷*	۰/۰۹۹	۰/۵۶۳**
Option500 × SW hotshot	-۱۰/۶۷۸**	-۰/۲۲۲	-۱۸/۵۰۶**	-۰/۸۳۹	۰/۱۴۰	-۰/۲۱۹	۰/۶۵۲
Option500 × RGS003	-۶/۰۲۸*	-۰/۴۷۲	-۲۶/۸۵۶**	-۰/۱۳۹	۰/۱۰۵	۰/۳۶۶*	-۰/۰۴۲۴
Option500 × Sarigol	۲/۴۲۲	۰/۱۲۸	۱۱/۱۹۴	۰/۶۶۱	-۰/۰۵۶	۰/۳۹۳*	-۰/۰۳۷۰
Option500 × 19H	-۱/۵۲۸	-۰/۰۷۲	-۵/۳۰۶	-۱/۱۸۹	-۰/۳۲۱*	۰/۶۱۷**	۰/۲۳۴
Option500 × Syn3	۱/۱۷۲	۰/۴۲۸	۸/۵۴۴	-۲/۰۸۹	۰/۱۸۹	۰/۰۶۰	-۰/۰۵۳۶
Option500 × Goliath	-۳/۳۲۸	۰/۸۲۸*	۱۱/۲۹۴	۰/۸۶۱	۰/۴۴۶*	۰/۲۰۴	۰/۵۹۱
SW hotshot [†]	-۱/۲۳۸	-۰/۰۸۸	۲/۱۲۵	-۰/۹۶۳*	-۰/۰۶۶	۰/۰۸۲	-۰/۱۲۶
SW hotshot×RGS003	۴/۴۷۲	۰/۳۲۸	-۰/۹۰۶	۰/۱۱۱	-۰/۰۲۶	-۰/۰۳۸	-۰/۰۱۴۱
SW hotshot×Sarigol	۴/۴۲۲	-۰/۵۷۲	-۱۰/۸۵۶	۱/۴۱۱	۰/۱۷۸	۰/۰۸۸	-۱/۶۵۲**
SW hotshot× 19H	-۳/۵۲۸	۱/۲۲۸	۱۳/۶۴۴*	-۰/۴۳۹	-۰/۰۱۶	۰/۳۷*	۰/۲۶۱
SW hotshot× Syn3	-۱/۸۲۸	۰/۲۲۸	۱۷/۴۹۴*	۱/۶۶۱	-۰/۲۵۶	۰/۳۹۷*	۰/۵۹۱
SW hotshot× Goliath	۲/۱۷۲	-۰/۸۷۲*	-۱۶/۷۵۶*	۱/۶۱۱	۰/۱۶۵	۰/۴۶۱*	۱/۱۴۹*
RGS003 [†]	۱/۱۱۳	۰/۱۶۳	-۰/۵۲۵	-۰/۶۶۳	۰/۰۳۴	۰/۱۵۴**	-۰/۰۳۲۹
RGS003× Sarigol	-۳/۹۲۸	-۰/۸۲۲*	۱۳/۷۹۴*	-۰/۳۸۹	-۰/۱۱۲	-۰/۵۳۹**	۰/۳۴۲
RGS003× 19H	۷/۱۲۲**	۰/۴۷۸	۵/۷۹۴	-۰/۲۲۹	۰/۲۹۹*	۰/۵۳۴**	-۰/۰۳۶۹
RGS003× Syn3	۲/۸۲۲	-۰/۰۲۲	۸/۶۴۴	-۰/۱۳۹	-۰/۰۰۷	-۰/۷۱۳**	-۰/۰۷۵۹
RGS003× Goliath	۰/۳۲۲	۰/۳۷۸	-۳/۶۰۶	-۰/۶۸۹	-۰/۲۰۵	۰/۳۵۷*	-۰/۰۴۸۲
Sarigol [†]	-۰/۱۶۳	۰/۰۶۳	-۱/۰۷۵	۰/۵۳۸	۰/۰۷۵	۰/۰۵۵	-۰/۰۰۶۳
Sarigol× 19H	-۴/۴۲۸	-۰/۴۲۲	-۵/۱۵۶	-۰/۴۳۹	-۰/۲۳۲	-۰/۱۹۱	۰/۲۹۵
Sarigol× Syn3	-۷/۷۲۸**	-۰/۴۲۲	-۱۴/۳۰۶*	۰/۱۶۱	-۰/۲۳۳	۰/۲۰۵	۱/۴۲۵*
Sarigol× Goliath	۵/۲۷۲*	۰/۹۷۸**	۰/۴۴۴	-۰/۸۸۹	-۰/۱۱۱	-۰/۶۳۶**	-۰/۰۸۸۸
19H [†]	۰/۱۱۳	۰/۲۶۳*	۵/۶۲۵*	۰/۸۸۸	۰/۰۱۹	۰/۰۵۶	-۰/۱۳۱
19H× Syn3	۳/۸۲۲	-۰/۱۲۲	۶/۱۹۴	۰/۳۱۱	۰/۰۴۳	۰/۱۷۲	-۰/۰۴۹۲
19H× Goliath	-۲/۱۷۸	-۰/۲۲۲	-۰/۰۵۶	۰/۷۶۱	۰/۲۵۰	-۰/۴۸۵**	۰/۰۶۱
Syn3 [†]	۰/۴۱۳	۰/۲۶۳	۰/۰۷۵	۱/۷۸۸**	۰/۲۶۵**	-۰/۰۳۹	-۰/۰۴۰۱
Syn3×Goliath	-۰/۴۷۸	-۰/۲۲۲	۲/۷۹۴	-۲/۱۳۹	-۰/۱۶۹	۰/۰۴۳	۰/۳۴۶
Goliath [†]	۰/۴۱۳	-۰/۱۳۸	-۰/۱۷۵	۰/۳۳۸	-۰/۰۴۲	-۰/۱۸۸**	۰/۱۶۶

† اعداد این ردیف‌ها مربوط به ترکیب‌پذیری عمومی رقم‌هاست.

*, **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵، ۰/۰۱.

جدول ۴- برآورد اجزای واریانس ژنوتیپی، فنوتیپی و وراثت پذیری صفات به روش گریفینگ در ۳۶ ژنوتیپ کلزا

صفه	واریانس افزایشی	واریانس غالبیت	واریانس خطا	واریانس فنوتیپی	وراثت پذیری خصوصی (%)	وراثت پذیری عمومی (%)
تعداد روز تا رسیدن	۵/۰۲	۲۷/۲۴	۵/۹۹	۳۹/۲۶	۱۳	۸۴
تعداد شاخه فرعی	۰/۰۸	۰/۲۴	۰/۱۴	۰/۴۶	۱۷	۶۹
تعداد خورجین در بوته	۱۰/۷۳	۱۴۹/۰۴	۵۱/۶۹	۲۱۱/۴۶	۵	۷۶
تعداد دانه در خورجین	۲/۷۱	۱/۲۳	۲/۳	۶/۲۴	۴۳	۶۳
وزن هزار دانه	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۱	۴۰	۸۰
عملکرد دانه	۰/۰۴	۰/۳۴	۰/۰۳	۰/۴۱	۱۰	۹۳
درصد روغن	۰/۱۵	۰/۴۴	۰/۳۴	۰/۹۳	۱۶	۶۳

خورجین در بوته است. این نتیجه با نتایج Amiri-Oghan (2002) مطابقت دارد، در حالی که Thakur & Sagwal (1997) هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی را در کنترل تعداد خورجین در بوته مؤثر دانسته‌اند. دورگ‌های SWhotshot×Syn3، Sarigol×RGS003، Option500 × Cracker jack و SW hotshot×19H ترکیب‌پذیری خصوصی معنی‌داری برای این صفت داشتند (جدول ۳).

در برآورد اجزاء ژنتیکی به روش هیمن و جینکر (جدول ۶)، واریانس افزایشی (D) غیرمعنی‌دار و واریانس غیر افزایشی (H_1 و H_2) معنی‌دار به دست آمد که این نتیجه با نتایج به دست آمده از روش گریفینگ مطابقت دارد. واریانس محیطی معنی‌دار بود که نشان‌دهنده تأثیر محیط در بروز صفت می‌باشد. مثبت بودن مقدار H_1-H_2 عدم برابری فراوانی آلل‌های مثبت و منفی در کلیه مکان‌های ژنی در ارقام را نشان داد. نسبت $H_2/4H_1$ نیز برابر نبودن فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب در تمامی مکان‌های ژنی در ارقام را نشان داد و با توجه به مقدار مثبت F، فراوانی آلل‌های غالب بیشتر از مغلوب است. بزرگتر بودن مقدار $\frac{\sqrt{(DH_1)+(1/2)F}}{\sqrt{(DH_1)-(1/2)F}}$ از یک نیز نشانه بیشتر بودن آلل‌های غالب در ارقام است. میانگین درجه غالبیت بزرگتر از یک گویای آن بود که صفت به صورت فوق غالبیت کنترل می‌شود. این نتیجه با نتایج Labana et al. (1978) مطابقت دارد. مقدار منفی همبستگی بین میانگین والد‌ها و کمیت $Wt+Vt$ ، نشان‌دهنده آنست که افزایش صفت با آلل‌های غالب کنترل می‌شود (جدول ۶). وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی به ترتیب برابر ۷۶ و ۵ درصد بود (جدول ۴) که تفاوت این دو بیانگر نقش بیشتر اثر غیر افزایشی در کنترل ژنتیکی تعداد خورجین

هر دو واریانس افزایشی (D) و غیرافزایشی (H_1) و (H_2) معنی‌دار بودند (جدول ۶) که در تأیید نتایج تجزیه گریفینگ می‌باشد. مقدار واریانس محیطی معنی‌دار بود که نشان‌دهنده اثر محیط در بروز صفت می‌باشد. نسبت $H_2/4H_1$ نیز برابر نبودن فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب در تمامی مکان‌های ژنی در والد‌ها را نشان می‌دهد و با توجه به مقدار مثبت F، فراوانی آلل‌های غالب از مغلوب بیشتر است. بزرگتر بودن مقدار $\frac{\sqrt{(DH_1)+(1/2)F}}{\sqrt{(DH_1)-(1/2)F}}$ از یک نیز نشانه بیشتر بودن آلل‌های غالب در والد‌ها است. میانگین درجه غالبیت بزرگتر از یک بود که نمایانگر کنترل صفت به صورت فوق غالبیت می‌باشد. و مقدار منفی همبستگی بین میانگین والد‌ها و کمیت $Wt+Vt$ ، نشان‌دهنده آن است که افزایش صفت مورد نظر با آلل‌های غالب کنترل می‌شود (جدول ۶). مقدار وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی به ترتیب برابر ۶۹ و ۱۷ درصد بود (جدول ۴). اما Pal et al. (1981) و Virender et al. (1995) وراثت‌پذیری خصوصی بالایی را برای این صفت گزارش کرده‌اند. یادآوری می‌شود که وراثت‌پذیری وابسته به فراوانی‌های ژنی بوده و از جمعیتی به جمعیت دیگر متفاوت است. به طور کلی وراثت‌پذیری عمومی همه صفات مورد مطالعه نسبتاً بالا بود که می‌توان آنرا به شرایط کنترل شده آزمایش و کم بودن اثر متقابل ژنوتیپ × محیط منتسب نمود.

تعداد خورجین در بوته

معنی‌دار نبودن میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی و معنی‌دار بودن میانگین مربعات ترکیب‌پذیری خصوصی (جدول ۲) علاوه بر آشکار نمودن اختلاف معنی‌دار بین ترکیب‌پذیری خصوصی دورگ‌ها، نشانگر نقش عمده اثر غیرافزایشی در کنترل ژنتیکی تعداد

در بوته و در نتیجه پایین بودن بازده انتخاب است.

تعداد دانه در خورجین

معنی دار بودن میانگین مربعات ترکیب پذیری عمومی و معنی دار نبودن میانگین مربعات ترکیب پذیری خصوصی (جدول ۲) نشان داد که بین ژنوتیپها از لحاظ ترکیب پذیری خصوصی برای تعداد دانه در خورجین اختلاف معنی داری وجود ندارد و ضمناً این صفت با اثر افزایشی ژنها کنترل می شود. (Thukral & Singh 1987) و Singh et al. (2001) اثر افزایشی و غیرافزایشی را در کنترل تعداد دانه در خورجین مؤثر دانسته اند، اگرچه Singh et al. (2001) سهم اثر غیر افزایشی را بیشتر گزارش کرده اند. رقم Syn3 با مقدار ۱/۷۸۸ بیشترین ترکیب پذیری عمومی معنی دار را نشان داد (جدول ۳). برآورد اجزاء ژنتیکی به روش هیمن و جینکز (جدول ۶) نیز مانند تجزیه گریفینگ نشان دهنده واریانس افزایشی (D) معنی دار، و واریانس غیر افزایشی (H_1 و H_2) غیرمعنی دار بود. مقدار واریانس محیطی معنی دار بوده که نشان دهنده تأثیر محیط در بروز صفت تعداد دانه در خورجین می باشد. مثبت بودن مقدار H_1-H_2 برابر نبودن فراوانی آلل های مثبت و منفی در کلیه مکان های ژنی در ارقام را نشان می دهد. نسبت $H_2/4H_1$ نیز برابر نبودن فراوانی آلل های غالب و مغلوب در تمامی مکان های ژنی در ارقام را نشان داد، با توجه به مقدار مثبت F فراوانی آلل های غالب از مغلوب بیشتر است. بزرگتر بودن مقدار $\frac{\sqrt{(DH_1)+(1/2)F}}{\sqrt{(DH_1)-(1/2)F}}$ از یک نیز نشانه بیشتر بودن آلل های غالب در ارقام است. میانگین درجه غالبیت کمتر از یک، بر غلبه ناقص دلالت

دارد. Labana et al. (1978) نیز همین نتیجه را گزارش کرده اند. مقدار منفی همبستگی بین میانگین والدها و کمیت W_r+V_r نشان دهنده اینست که افزایش صفت مورد نظر با آلل های غالب کنترل می شود (جدول ۶). مقدار وراثت پذیری عمومی و خصوصی به ترتیب برابر ۶۳ و ۴۳ درصد به دست آمد (جدول ۴). Labana et al. (1978) نیز وراثت پذیری خصوصی نسبتاً بالایی را برای تعداد دانه در خورجین گزارش کرده اند.

وزن هزار دانه

معنی دار بودن میانگین مربعات ترکیب پذیری عمومی و خصوصی (جدول ۲) حاکی از نقش توأم اثرهای افزایشی و غیر افزایشی در کنترل ژنتیکی وزن هزار دانه بود. نسبت معنی دار واریانس GCA به SCA به این معناست که احتمالاً سهم اثر افزایشی در کنترل این صفت بیشتر است. Teklewold & Becker (2005) نیز برای خردل اتیوپیایی نقش اثر افزایشی را مهمتر دانسته اند. Leofort-Buson & Dattee (1982)، Varsha et al. (2000) و Satwinder et al. (1999) معتقدند که اثر افزایشی و غیرافزایشی ژنها به طور مشترک در توارث وزن دانه دخالت دارند. رقم Syn3 بیشترین مقدار ترکیب پذیری عمومی را برای این صفت داشت که می توان از این رقم برای تولید واریته های ساختگی استفاده کرد. دورگ های $19H \times Goliath$ و $RGS003 \times 19H$ بیشترین ترکیب پذیری خصوصی را داشتند. دورگ $Option500 \times Goliath$ بیشترین هتروزیس والد برتر را نشان داد (جدول ۷).

جدول ۵- نتایج آزمون W_r-V_r برای صفات مورد مطالعه در کلزا

میانگین مربعات			صفت
E (df=۷)	R (df=۱)	W_r-V_r (df=۷)	
۱۷۲/۷۹	۵۰۳/۴۴	۲۱۶/۶۷ n.s	تعداد روز تا رسیدن
۰/۰۴۵	۰/۳۴۷	۰/۰۴۹ n.s	تعداد شاخه فرعی
۷۹۸۲/۵۴	۲۲۶۶/۴۴	۱۷۹۹۲/۲۲ n.s	تعداد خورجین در بوته
۹/۶۸۸	۲/۱۱۸	۱۷/۱۰۳ n.s	تعداد دانه در خورجین
۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱۳ n.s	وزن هزار دانه
۰/۰۰۳	۰/۰۱۵	۰/۰۰۶ n.s	عملکرد دانه
۰/۰۴۱	۰/۰۹۶	۰/۱۰۴ n.s	درصد روغن

n.s: غیر معنی دار

جدول ۶- برآورد پارامترهای ژنتیکی به روش هیمن و جینکز برای صفات مورد مطالعه در ۳۶ ژنوتیپ کلزا

مقادیر برآورد شده صفات							اجزای ژنتیکی
درصد روغن	عملکرد دانه	وزن هزاردانه	تعداد دانه در خورجین	تعداد خورجین در بوته	تعداد شاخه فرعی	تعداد روز تا رسیدن	
۰/۴۲±۰/۲۵	۰/۱۵±۰/۰۷*	۱/۳±۰/۰۱**	۴/۳۷±۲/۰۱*	۵۲/۰۲±۷۶/۲۲	۰/۲۰±۰/۰۸*	۰/۷۵±۷/۴۸	D±S.E.
۴/۱۸±۲/۳۶	۳/۷۷±۰/۶۵**	۰/۴۵±۰/۱۳**	۱۳/۵۲±۱۸/۴۹	۱۴۶۳/۵۲±۷۰۰/۸۸*	۲/۱۵±۰/۸۱*	۲۴۹/۶۶±۶۸/۸۴**	H ₁ ±S.E.
۴/۰±۲/۰۶	۲/۶۳±۰/۵۶**	۰/۲۹±۰/۱۲**	۹/۴۸±۱۶/۰۸	۱۲۷۱/۷۲±۶۰۹/۷۶۶*	۲/۳۵±۰/۷۱**	۲۳۹/۲۱±۵۹/۸۹**	H ₂ ±S.E.
۰/۵۷±۱/۲۱	۰/۷۰±۰/۳۳*	۰/۲۵±۰/۰۷**	۱/۷۷±۹/۴۸	۱۷۱/۶۷±۳۵۹/۳۹*	۰/۱۲±۰/۴۱	۷/۲۹±۳۵/۳۰	F±S.E.
۰/۳۴±۰/۰۸**	۰/۰۵±۰/۰۲	۰/۰۲±۰/۰۵**	۲/۳۰±۰/۶۷**	۵۱/۶۹±۲۵/۴۰*	۰/۱۴±۰/۰۲**	۵/۹۹±۲/۴۹*	E±S.E.
۰/۱۷	۱/۱۳	۰/۱۵	۴/۰۴	۱۹۱/۸۰	-۰/۲۰	۱۰/۴۴	H ₁ -H ₂
۰/۲۳	۰/۱۷	۰/۱۶۳	۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۲۷	۰/۲۳	H ₂ /4H ₁
۱/۵۶	۲/۴۳	۰/۹۱۶	۰/۹۱	۲/۶۵	۱/۶	۹/۰۹	(H ₁ /4D) ^{0.5}
۱/۵۵	۲/۶۶	۳/۰۵۹	۱/۲۷	۱/۹۰	۱/۲	۱/۷۲	$\frac{\sqrt{(DH_1)}+(1/2)F}{\sqrt{(DH_1)}-(1/2)F}$
-۰/۱۹	-۰/۱۱	-۰/۶۷	-۰/۲۵	-۰/۱۱	-۰/۱۵	۰/۷۵	r[Yr, (Wr+Vr)]

*, **, *** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۷- هتروزیس والد برتر برای صفت عملکرد دانه در ۳۶ ژنوتیپ کلزا

والدها	Craker jack	Option500	Sw hotshot	RGS003	Sarigol	19H	Syn3
Option500	-۱/۷						
Sw hotshot	-۳۶	-۴					
RGS003	-۳	۱	-۹/۹				
Sarigol	-۱۹/۶	۱/۵	-۷	-۲۳			
19H	-۲۴	۲۹/۲	۱۲/۳	۴۳	-۱۵/۲		
Syn3	۱۸	۱۹	۱۰/۳	-۳۰/۸	-۷/۲	۱۰/۴	
Goliath	-۱۳/۷	۱۸/۶	۷/۷	-۶	-۳۳/۷	-۱۵/۵	۹

(جدول ۶). مقدار وراثت پذیری عمومی و خصوصی به ترتیب برابر ۸۰ و ۴۵ درصد برآورد شد (جدول ۴). Khan & Khan (2005) وراثت پذیری خصوصی ۴۹ درصد را گزارش کرده اند.

درصد روغن

تجزیه واریانس ترکیب پذیری (جدول ۲) حاکی از معنی دار بودن ترکیب پذیری عمومی در سطح احتمال یک درصد و معنی دار نبودن ترکیب پذیری خصوصی بود که نشان می دهد اولاً بین ترکیب پذیری خصوصی دورگها از لحاظ درصد روغن اختلاف معنی دار وجود ندارد و ثانیاً نقش اثر افزایشی در کنترل ژنتیکی این صفت بیشتر است. این نتیجه گزارش Satwinder et al. (2000) و Ahmadi & Samiezadeh (2006) را تأیید می کند. Delourme et al. (2006) نیز با نقشه یابی QTLهای محتوای روغن در دو جمعیت کلزا نتیجه گرفتند که اثر افزایشی بیشترین سهم را در کنترل این

معنی دار شدن واریانس افزایشی (D) و غیر افزایشی (H₁ و H₂) برای صفت وزن هزاردانه (جدول ۶)، نیز همانند نتایج تجزیه ترکیب پذیری به روش گریفینگ، موید تأثیر توأم اثرهای افزایشی و غیرافزایشی ژنها در کنترل این صفت است. مثبت بودن H₁-H₂ و همچنین مقدار H₂/4H₁، برابر نبودن فراوانی آللهای غالب و مغلوب در تمامی مکانهای ژنی در ارقام را نشان می دهد و با توجه به مقدار مثبت F، می توان نتیجه گرفت که فراوانی آللهای غالب از مغلوب بیشتر است. همچنین بزرگتر بودن مقدار $\frac{\sqrt{(DH_1)}+(1/2)F}{\sqrt{(DH_1)}-(1/2)F}$ از یک نیز موید این نتیجه می باشد. میانگین درجه غالبیت کمتر از یک برآورد شد که کنترل صفت به صورت غلبه ناقص را نشان می دهد. مقدار منفی همبستگی بین میانگین والدها و مقدار Wr+Vr، نشان دهنده اینست که افزایش صفت مورد نظر با آللهای غالب کنترل می شود

بیشتر بوده است. رقم RGS 003 با مقدار ۰/۱۵۴ حائز بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی بود (جدول ۳). دورگ‌های Option500×19H، Syn003×Cracker jack و Sw hotshot×Goliath به ترتیب با مقادیر ۰/۶۱۷، ۰/۴۸۸ و ۰/۴۶۱ بیشترین مقدار ترکیب‌پذیری خصوصی را داشتند. از میان این ترکیبات، Option500×19H با ۲۹/۲ درصد بیشترین مقدار هتروزیس والد برتر را داشت (جدول ۷) که می‌توان آنرا برای تولید رقم دورگ در برنامه‌های اصلاحی آینده توصیه نمود.

در برآورد اجزاء ژنتیکی به روش هیمن و جینکز (جدول ۶) واریانس افزایشی (D) و واریانس غیرافزایشی (H_1 و H_2) معنی‌دار بودند که در تأیید نتایج مذکور برای تجزیه گریفینگ می‌باشد. مثبت بودن مقدار H_1-H_2 نشان‌دهنده عدم برابری فراوانی آلل‌های مثبت و منفی در کلیه مکان‌های ژنی در ارقام بود. نسبت $H_2/4H_1$ نیز برابر نبودن فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب در تمامی مکان‌های ژنی در والدها را نشان داد و با توجه به مقدار مثبت F، فراوانی آلل‌های غالب از مغلوب بیشتر است. بزرگتر بودن مقدار $\frac{\sqrt{(DH_1)+(1/2)F}}{\sqrt{(DH_1)-(1/2)F}}$ از یک نیز نشانه

بیشتر بودن آلل‌های غالب در والدها است. میانگین درجه غالبیت بزرگتر از یک حاکی از کنترل صفت به صورت فوق غالبیت بود که با نتایج Singh & Yavada (1980)، Thakur & Sagwal (1987) و Ahmadi & Samiezadeh (2006) مطابقت می‌نماید. از مقدار منفی همبستگی بین میانگین والدها و کمیت $Wr+Vr$ ، می‌توان استنباط نمود که افزایش صفت مورد نظر با آلل‌های غالب کنترل می‌شود (جدول ۶). مقدار وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی به ترتیب برابر ۹۳ و ۱۰ درصد برآورد شد (جدول ۴). تفاوت فاحش وراثت‌پذیری خصوصی با عمومی ضمن اینکه نتایج روش هیمن و جینکز را تأیید می‌کند، گویای آنست که واریانس غیرافزایشی سهم بیشتری از تنوع صفت را تشکیل می‌دهد. از این رو بازده‌گزینش به ویژه در نسل‌های اولیه تفرق پایین خواهد بود. Ahmadi & Samiezadeh (2006) نیز وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی را به ترتیب ۶۶/۹ و ۱۷/۶ گزارش کرده‌اند. Labana et al. (1968)، Leofort-Buson & Dattee (1978) و (1996) نیز برای صفت پیچیده عملکرد دانه، وراثت‌پذیری خصوصی پایینی گزارش کرده‌اند.

صفت دارد. رقم Option500 بیشترین مقدار ترکیب‌پذیری عمومی و دورگ‌های Sarigol×Syn3 و Sw hotshot×Goliath به ترتیب دارای بیشترین مقدار ترکیب‌پذیری خصوصی برای درصد روغن بودند (جدول ۳).

در برآورد اجزاء ژنتیکی (جدول ۶) هیچ یک از واریانس‌های افزایشی (D) و غیرافزایشی (H_1 و H_2) معنی‌دار نبودند و به همین دلیل تجزیه داده‌ها به روش هیمن و جینکز برای صفت درصد روغن، تصویر روشنی از کنترل ژنتیکی صفت به دست نخواهد داد و لذا از بحث در مورد بقیه پارامترهای حاصل خودداری می‌شود.

عملکرد دانه

تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری (جدول ۲) نشان داد بین ارقام از لحاظ ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. این موضوع نشانگر نقش توام اثرهای افزایشی و غیر افزایشی در کنترل ژنتیکی عملکرد دانه است. اکثریت قریب به اتفاق مقالات قبلی نیز این فرضیه را تأیید می‌کنند (Singh & Yavada, 1980; Brandle & Mcvetty, 1989; Satwinder et al., 2000; Thakur & Sagwal, 1997; Varsha et al., 1999; Singh et al., 2001; Amiri-Oghan et al., 2006; Ahmadi & Samiezadeh, 2006). تحقیقات جدید با استفاده از نشانگرهای ملکولی نیز بر این نحوه توارث عملکرد کلزا گواهی می‌دهد. به عنوان مثال Radoev et al. (2008) در یک آزمایش نقشه‌یابی QTL، در عین حال که چندین مکان ژنی با اثر افزایشی برای عملکرد گزارش کردند، نشان دادند که تمامی سطوح غالبیت اعم از غالبیت ناقص، غالبیت کامل و فوق غالبیت به اضافهٔ اپیستازی در کنترل هتروزیس عملکرد کلزا نقش دارند.

به دلیل معنی‌دار نبودن نسبت واریانس GCA به SCA، می‌توان نتیجه گرفت که اثرهای افزایشی و غیرافزایشی در کنترل صفت سهم یکسانی دارند. در برخی جمعیت‌ها مانند جمعیت‌های مورد استفاده در گزارش Singh et al. (2001) و Ahmadi & Samiezadeh (2006) سهم اثر غیرافزایشی و در برخی موارد مانند جمعیت مورد استفاده در مطالعه Satwinder et al. (2000) سهم اثر افزایشی در کنترل عملکرد دانه

سپاسگزاری

دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در اجرای پژوهش قدردانی می‌شود.

از همکاری بی‌دریغ کارکنان محترم بخش تحقیقات

REFERENCES

- Ahmadi, M. R. & Samiezhadeh, H. (2006). Combining ability and genetic analysis of some quantitative traits in rapeseed. *Iranian J Agr Sci*, 37(1), 435-443. (In Farsi).
- Amiri-Oghan, H., Ahmadi, M. R., Moghaddam, M., Valizadeh, M. & Shakiba, M. R. (2002). Heritability of seed yield and yield components in rapeseed under drought stress and normal conditions. *Seed and Plant*, 18(2), 179-199. (In Farsi).
- Brandle, J. E. & Mcvetty, P. B. E. (1989) Heterosis and combining ability in hybrids derived from oilseed rape cultivars and inbred lines. *Crop Sci*, (29), 1191-1194.
- Brown, J., Erickson, D. A., Davis, J. B., Brow, A. P. & Seip, L. (1996) Efficiency of early generation selection in spring canola (*Brassica napus*). *Cruciferae Newsletter*, (18), 12- 19.
- Delourme, R., Falntin, C., Huteau, V., Clouet, V., Horvais, R., Gandon, B., Specel, S., Hanneon, L., Dheu, J. E., Deschamps, M., Margale, E. & Vincourt, P. (2006) Genetic control of oil content in oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Theor Appl Genet*, 113, 1331-1345.
- Falconer, D. S. (1996). *Introduction to quantitative genetic*. (3rd ed.). Longman. London. 438 pp.
- Gehring, A., Snowdon, R., Spiller, T., Basunanda, P. & Friedt, W. (2007). New oilseed rape (*Brassica napus*) hybrids with high levels of heterosis for seed yield under nutrient-poor conditions. *Breeding Sci*, 57(4), 315-320.
- Griffing, B. (1956). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust Biol Sic*, (9), 463-493.
- Hayman, B. I. (1954). The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*, 39, 789- 809.
- Jinks, J. L. (1954). The analysis of continuous variation in a diallel cross of *Nicotiana rustica* varieties. *Genetics*, 39, 767- 788.
- Khan, F. A. & Khan, R. S. (2005). Inheritance pattern of quantitative characters in *Brassica napus*. *Int J Agr Biol*, 7(3), 420-423.
- Labana, K. S., Jindal, S. K. & Mehan, D. K. (1978). Heterosis and combining ability in yellow sarsoon. *Crop Improv*, 5, 50-55
- Leofort-Buson, M. & Dattee, Y. (1982). Genetic study of some agronomic characters in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Agronomy*, 2, 323-332.
- Pal, R., Singh, H., Jatasra, D. S. & Rishi P. (1981). Genetics of yield and yield components in Indian rapeseed. *Indian J Agric Sci*, 51(8), 550-553.
- Radoev, M., Becker, H. C. & Eckerl, W. (2008) Genetic analysis of heterosis for yield and yield components in rapeseed (*Brassica napus* L.) by quantitative trait locus mapping. *Genetics*, 179, 1547-1558.
- Satwinder, K., Paramjit, S., Gupta, V. P., Kaur, S. & Singh, P. (2000). Combining ability analysis for oil yield and its components in Brassica napus. *Cruciferae Newsletter*, 22, 67-68.
- Shirani-Rad, H. & Dehshiri, A. (2002). *Canola Handbook*. Amoozesh-Keshavarzi Press. Iran. (In Farsi)
- Singh, R. K. & Chaudhang, B. D. (1977). *Biometrical methods in quantitative genetic analysis*. Kalyuni publishes. New. Dehli. 304pp.
- Singh, H. & Yavada, C. K. (1980). Gene action combining ability in rapeseed. *Indian J Agric Sci*, 50, 655-658.
- Singh, D., Mishra, V. K. & Sinha, T. S. (2001). Genetic architecture of yield and its contributing characters in yellow sarson (*Brassica campestris* Linn. var. Yellow sarson Prain). *Indian J Agr Research*, 35(4), 29-36.
- Snowdon, R., Wilfred, L. & Friedt, W. (2005). *Oilseed Rape*. Department of Plant Breeding, Interdisciplinary Research Centre for Environmental Management, Justus Liebig University of Gissen, Heinrich-Ring 26-32, 35392 Gissen, Germany.
- Teklewold, A. & Becker, H. C. (2005). Heterosis and combining ability in a diallel cross of Ethiopian mustard inbred lines. *Crop Sci*, 45, 2629-2635.
- Thakur, H. L. & Sagwal, J. C. (1997). Heterosis and combining ability in rapeseed (*Brassica napus* L.). *Indian J Genet*, 57, 163-67
- Thukral, S. K. & Singh, H. (1987). Genetic analysis of seed yield, flowering and maturity in rapeseed. *Indian J Agric Sci*, 57(5), 298-302.
- Virender, M., Singh, H., Singh, D., Malik, V. & Singh, H. (1995). Gene action of seed yield and other desirable characters in rapeseed (*Brassica napus*). *Annals of Biology*, (11), 1-2.
- Varsha, I., Satija, D. R. & Singh, P. (1999). Gene effects for seed yield and its components in crosses involving exotic parents in *Brassica napus*. *Crop Improvement*, 26(2), 188-192.