مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۲، شماره ۳، ۱۳۹۰ (۶۴۷-۶۲۷)

تجزیه ژنتیکی تعدادی از صفات فیزیولوژیک، فنولوژیک و مورفولوژیک ژنوتیپ‌های کلزا (*Brassica napus* L.) با استفاده از روش دی‌آلل

عزت‌اله فرشادفر[۱]*، مریم کارونی[۲]، سعید پورداد[۳]، لیلا زارعی[۴] و مهدی جمشید مقدم[۵]
۱، ۲، ۴، استاد، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی
۳، ۵، استادیار و کارشناس مرکز تحقیقات دیم سرارود، کرمانشاه
(تاریخ دریافت: ۸۹/۵/۱۷ - تاریخ تصویب: ۹۰/۴/۲۹)

چکیده

با توجه به اهمیت برآورد ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی، واریانس‌های ژنتیکی افزایشی و غالبیت، نحوه عمل ژن و وراثت‌پذیری در طراحی برنامه‌های به نژادی افزایش عملکرد کلزا، آزمایشی به صورت دی‌آلل ۹×۹ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در مرکز تحقیقات دیم سرارود در سال ۱۳۸۵ اجرا شد. برای تجزیه داده‌ها از روش دوم گریفینگ (نیمه دی‌آلل) و همچنین روش گرافیکی هیمن استفاده گردید. تجزیه دی‌آلل نشان‌دهنده وجود عمل افزایشی و غالبیت ژن در وراثت صفات مورد مطالعه بود. رقم **Licord** و هیبرید **Pastill×Kristina** به ترتیب بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای عملکرد دانه را نشان دادند. دخالت عمل افزایشی ژن در وراثت پایداری غشاء سلولی نشان‌دهنده تاثیر انتخاب برای اصلاح این صفت بود. نظر به اینکه شاخص کلروفیل برگ توسط عمل غالبیت ژن کنترل شد، از اینرو روش‌های مبتنی بر دورگ‌گیری برای اصلاح این صفت مؤثر هستند. همچنین، عمل افزایشی و غالبیت ژن در وراثت صفات عملکرد دانه، وزن هزاردانه، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، طول غلاف، تعداد روز تا رسیدگی، تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی و شاخص کلروفیل برگ دخالت داشتند، بنابراین برای اصلاح نتاج حاصل از والدین مورد مطالعه روش‌های مبتنی بر دورگ‌گیری و انتخاب در نسل‌های در حال تفکیک پیشنهاد می‌شود. در حالی که تجزیه گرافیکی صفات نشان‌دهنده فوق غالبیت برای صفات عملکرد دانه، وزن هزاردانه، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی و شاخص کلروفیل برگ بود، برای سایر صفات غالبیت نسبی مشاهده شد. میانگین درجه غالبیت نیز برای کلیه صفات غیر از تعداد روز تا رسیدگی، تعداد روز تا گلدهی و طول غلاف نیز حاکی از وجود عمل فوق غالبیت در کنترل این صفات بود، در نتیجه برای افزایش و بهبود این صفات می‌توان از پدیده هتروزیس بهره برد. پراکنش والدین در اطراف خط رگرسیون نشان داد که اکثر صفات والدین **Parade**، **Pastill**، **Kvintell** و **Modena** دارای ژن‌های غالب بیشتری نسبت به سایر ارقام هستند، در حالی که رقم **Option-500** ژن‌های مغلوب بیشتری برای اکثر این صفات دارد. والدینی که دارای آلل‌های مغلوب هستند، نبایستی با افراد واجد مقدار پایین صفات تلاقی داده شوند.

واژه‌های کلیدی: کلزا، تجزیه دی‌آلل، عملکرد، اجزای عملکرد، صفات فیزیولوژیک.

* نویسنده مسئول: عزت‌اله فرشادفر تلفن: ۰۸۳۱-۸۳۲۳۷۳۱ E-mail: farshadfar@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

برای تأمین روغن نباتی کشور، کلزا انتخاب اول از میان دانه‌های روغنی است. بر اساس تحقیقات انجام شده، توسعه کشت کلزا به دلیل تناسب بیشتر با اقلیم نقاط مختلف کشور و دارا بودن روغنی با کیفیت بالاتر، بیش از سایر دانه‌های روغنی مورد توجه قرار گرفته است (Omidi et al., 2005). این گیاه به عنوان یکی از مهمترین گیاهان روغنی در سطح جهان مطرح است و پس از سویا دومین منبع تولید روغن نباتی جهان به شمار می رود. سطح زیر کشت کلزا در کشور در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ برابر با ۱۹۸۰۰۰ هکتار و میزان تولید آن ۳۱۹۰۰۰ تن بوده که به طور متوسط ۱۶۱۰ کیلوگرم در هکتار دانه برداشت شده است (Rabiei & Bayat, 2009). با توجه به اهمیت گیاه روغنی کلزا، تحقیقات به نژادی و به زراعی آن از اهمیت زیادی برخوردار بوده است و با انتخاب و مقایسه عوامل مناسب می‌توان عملکرد کمی و کیفی آن را افزایش داد. اطلاع از نحوه وراثت و نوع عمل ژن‌های کنترل کننده صفات هدف مبنای طراحی یک روش اصلاحی مناسب برای برای دستیابی به اهداف اصلاح ژنتیکی می‌باشد (Mohammadi et al., 2010). یکی از روش‌هایی که توسط آن می‌توان به راحتی و در زمان نسبتاً کوتاه به اطلاعات ژنتیکی دست یافت، روش تلاقی‌های دی‌آلل است. از جمله پارامترهای مهمی که با این روش برآورد می‌شود مقدار هتروزیس، نوع عمل ژن‌ها و ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی لاین‌های اصلاحی است (Baker, 1987; Griffing, 1956; Hayman, 1954a; Johnson, 1973). به طور کلی روش دی‌آلل کامل‌ترین اطلاعات ژنتیکی برای ارزیابی پتانسیل ژنتیکی لاین‌های اصلاحی را در اختیار قرار می‌دهد (Hallauer & Eberhart, 1966). Jinks & Hayman (1953)، (1954a, b) و همچنین Griffing (1956) اصول و مبانی این تلاقی‌ها را ارایه نمودند. در تجزیه دی‌آلل به روش هیمن، دو مرحله وجود دارد، تجزیه واریانس و برآورد اجزاء واریانس. این اجزاء شامل واریانس افزایشی (a) و واریانس غیرافزایشی(b) می‌باشد (Singh & Chaudhary, 1999). تجزیه و تحلیل بعدی داده‌ها و استفاده از روش تجزیه گرافیکی هیمن در صورتی امکان‌پذیر است که جزء b در تجزیه واریانس هیمن معنی‌دار شود (Michael et al., 1998).

Amiri Oghan et al. (2003) در بررسی ارقام کلزا با روش دی‌آلل تحت دو شرایط تنش و عدم تنش نشان دادند که تنوع ژنتیکی بالایی بین ارقام وجود دارد. تجزیه دی‌آلل هر دو عمل افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها را در کنترل عملکرد دانه در هر دو شرایط محیطی نشان داد. نتایج مبین وجود هتروزیس برای عملکرد دانه بود. میانگین درجه غالبیت و تحلیل اجزای واریانس، اثر فوق غالبیت و در نتیجه اهمیت بیشتر غالبیت ژنی را در کنترل ژنتیکی عملکرد دانه نشان داد ولی به دلیل انحراف از فرضیات مدل به نظر می رسد که این فوق غالبیت از نوع کاذب باشد.

Marinkovic et al. (1998) گزارش دادند که وراثت‌پذیری طول شاخه اصلی در نسل F_1 هیبریدهای مورد بررسی از نوع غالبیت جزئی و وراثت‌پذیری صفت ارتفاع بوته تحت تأثیر ژن‌های با اثرات افزایشی می‌باشد. Jorgenson et al. (1997) هتروزیس مثبت بالایی را برای صفت تعداد شاخه فرعی و همچنین صفات مرتبط با عملکرد در واریته های کلزا گزارش کردند. Wang et al. (1999) با تلاقی ۵ رقم دو صفر کلزا وجود هتروزیس را در ۲۰ تلاقی برای صفات تعداد غلاف در بونه، تعداد دانه در غلاف و وزن هزاردانه گزارش نمودند. Stamer et al. (1998) با ارزیابی دورگ‌های نسل F_1 و F_2 حاصل از تلاقی‌های دی‌آلل و والدین آنها در کلزا گزارش نمودند که هتروزیس مثبت برای عملکرد دانه، میزان روغن و کیفیت روغن وجود دارد. این عملکرد بالا به علت افزایش تعداد غلاف در بوته، وزن هزاردانه و نیز طول دوره رویش بود. Pourdad & Sachan (2003) در بررسی میزان هتروزیس و پسروی درون زادی در صفات مهم زراعی و کیفیت روغن لاین‌های کلزا در سه محیط نشان دادند که صفاتی با پسروی درون زادآوری بالا ممکن است توسط ژن‌هایی با اثرات غیرافزایشی و صفاتی با پسروی درون زاد آوری پایین به وسیله ژن‌هایی با اثرات افزایشی کنترل می‌شوند. Ramee et al. (2003) در بررسی هشت ژنوتیپ کلزا ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی معنی‌داری برای خصوصیات مورد مطالعه به استثناء وزن هزاردانه گزارش نمودند که

Archive of SID

www.SID.ir

نشان‌دهنده اهمیت اثرات افزایشی و غیرافزایشی در کنترل ژنتیکی آنها بود. برای وزن هزاردانه فقط ترکیب‌پذیری عمومی معنی‌دار گردید. Islam et al. (1998) به منظور مطالعه ژنتیکی تحمل خشکی در گندم گزارش کردند که در کنترل صفات محتوای آب نسبی برگ (RWC) و پایداری غشاء یا تراوش یونی (CMS) جزء افزایشی واریانس مهمتر از اجزاء غیرافزایشی در تحت شرایط تنش رطوبتی بود.

مطالعه حاضر به منظور بررسی نحوه کنترل ژنتیکی و ماهیت عمل ژن در کنترل عملکرد، اجزاء عملکرد دانه و صفات فیزیولوژیکی کلزا و نحوه توزیع آلل‌های غالب و مغلوب در والدین مورد مطالعه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مؤسسه تحقیقات دیم سرارود به طول جغرافیایی ′۲۰ °۴۷ و عرض جغرافیایی ′۲۰ °۳۴ به اجرا در آمد. میزان متوسط بارندگی سالیانه آن ۴۷۸ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۳/۸°C می‌باشد.

در این بررسی تعداد ۹ رقم کلزا به عنوان والدین انتخاب و در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ کشت گردید و تلاقی‌های نیمه دی‌آلل در بین آنها انجام گردید. مشخصات ارقام مورد استفاده در جدول ۱ ذکر شده است. در سال زراعی ۸۶- ۱۳۸۵ والدین و ۳۶ تلاقی F_1 آنها در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط دیم مورد بررسی قرار گرفتند. هر کرت آزمایشی شامل ۲ ردیف به طول ۲ متر و فاصله ردیف‌ها ۳۰ سانتی‌متر بود. عملیات زراعی متداول جهت آماده‌سازی زمین انجام گرفت. مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی طی دو مرحله در بهار و همچنین مبارزه بر علیه شته مومی با استفاده از سم متاسیستوکس انجام گرفت.

صفات اندازه‌گیری شده شامل عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف، وزن هزاردانه، تعداد شاخه فرعی، تعداد روز تا گلدهی، طول دوره پر شدن دانه، ارتفاع بوته، شاخص کلروفیل برگ (SPAD) و پایداری غشاء سلولی (CMS) بودند. از هر کرت ۵ بوته به طور تصادفی برای اندازه‌گیری صفات انتخاب گردیدند.

برای تعیین پایداری غشاء سلولی، در مرحله گلدهی از برگ‌های هر بونه ۲۰ دیسک برگی تهیه شد. تعداد ۱۰ عدد دیسک برگی در لوله‌های مخصوص S_o (شرایط بدون تنش) و ۱۰ عدد دیگر در لوله‌های مربوط به S_1 (شرایط ایجاد تنش توسط پلی اتیلن گلیکول) قرار داده شدند. سپس محتویات کلیه لوله‌ها بوسیله آب مقطر شستشو داده شده تا سطح برگ‌ها شسته شود و نتیجه ی مطلوب حاصل شود. سپس لوله‌های S_o را به میزان ۱۰cc آب مقطر ریخته، درب لوله‌ها را محکم بسته در یخچال نگهداری شدند. در لوله‌های S_1 به میزان ۱۰cc پلی‌اتیلن گلیکول ۳۰ درصد ریخته، مانند لوله‌های S_o در یخچال نگه داشته شدند. پس از ۲۴ ساعت لوله‌ها از یخچال خارج شده و مجدداً به تمامی لوله‌ها آب مقطر اضافه گردید و تا ۲۴ ساعت دیگر در یخچال قرار داده شدند. سپس با کمک دستگاه EC[1] سنج، EC نمونه‌ها قرائت گردید. پس از آن لوله‌های S_o و لوله‌های S_1 به مدت یک ساعت در بن ماری، درون آب جوش، قرار داده شدند تا بافت‌ها از بین روند. پس از آن لوله‌ها را از دستگاه خارج کرده و مانند مرحله قبل با کمک دستگاه EC سنج، EC نمونه‌ها قرائت گردید. این آزمایش بر اساس روش (Kocheva & Gorgieve, 2003) انجام شد.

$$CMS(\%)=\left[1-\left[\frac{1-\frac{t_1}{t_2}}{1-\frac{C_1}{C_2}}\right]\right]\cdot 100 \qquad (۱$$

که در آن C_1 و C_2 هدایت الکتریکی ژنوتیپ‌ها در محیط شاهد در قرائت‌های اول و دوم و t_1 و t_2 هدایت الکتریکی ژنوتیپ‌ها در محیط تنش در قرائت‌های اول و دوم می‌باشد.

1. Electrical Conductivity

جدول ۱- مشخصات ارقام مورد استفاده

رقم	Option500	Modena	Kiristina	Ceres	Heraled	Kvintell	Licord	Pastill	Parade
تیپ	زمستانه	زمستانه	زمستانه	زمستانه	زمستانه	زمستانه	بهاره	بهاره	بهاره
منشاء	استرالیا	هلند	سوئد	آلمان	سوئد	دانمارک	-----	کانادا	دانمارک

Archive of SID

www.SID.ir

به منظور تعیین شاخص کلروفیل برگ، با استفاده از دستگاه کلروفیل متر دستی SPAD 502 (مینولتای ژاپن) بدون نخریب بافت‌های گیاهی و عصاره‌گیری از برگها، در زمان گلدهی به طور تصادفی ۳ برگ انتخاب شد و از نقطه میانی هر کرت میزان کلروفیل توسط این دستگاه بر اساس رنگ برگ صورت گرفت. از اعداد به دست آمده از هر کرت میانگین گرفته شد و عدد حاصل برای آن کرت در نظر گرفته شد.

محاسبات آماری: تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد.

تجزیه و تحلیل تلاقی‌ها به روش تجزیه واریانس هیمن (Mather & Jinks, 1982) اطلاعات بیشتری را در رابطه با ماهیت ژنتیکی صفات مورد بررسی قرار می‌دهد و به علاوه نیاز به مفروضات ژنتیکی ندارد. در صورتی که میانگین مربعات ژنوتیپ‌ها در تجزیه واریانس ساده معنی‌دار شود، می‌توان تجزیه واریانس هیمن را به روش Morley-Jones (1965) انجام داد.

در این روش اجزاء افزایشی (a) و غیرافزایشی (b) محاسبه می‌شوند که واریانس غیرافزایشی شامل سه جزء می‌باشد. b_1 غالبیت یک جهته، جزء b_2 توزیع نامتقارن ژن‌ها و جزء b_3 واریانس غالبیت باقیمانده را که اجزاء b_1 و b_2 قابلیت توصیف آن را ندارند، آزمون می‌کند. اگر جزء b_3 معنی‌دار باشد، باید پارامتر ژنتیکی اثرات غیرافزایشی نیز معنی‌دار شود. اگر a و b هر دو معنی‌دار باشند، در این صورت واریانس افزایشی و غالبیت هر دو در کنترل صفت سهیم هستند. در صورت معنی‌دار شدن جزء b امکان برآورد پارامترهای ژنتیکی وجود دارد. برای صفاتی که جزء b در آنها معنی‌دار شد تجزیه گرافیکی انجام گرفت. پارامترهای ژنتیکی محاسبه شده (Hayman, 1954a, b; Jinks & Hayman, 1953) شامل ورایانس افزایشی (D)، واریانس غالبیت (H_1)، حاصلضرب اثرات افزایشی در غالبیت (F)، متوسط غالبیت (h^2)، نسبت ژن‌های با اثرات مثبت و منفی در والدین (UV)، وراثت‌پذیری عمومی (H^2_b)، وراثت‌پذیری خصوصی (H^2_n)، نسبت ژن‌های غالب به مغلوب (KD/KR)، میانگین درجه غالبیت $\sqrt{H1/D}$، تعداد گروه‌های ژنی ($h2/ H2$) و جهت غالبیت (h) می‌باشند. از مدل دوم Griffing (1956) برای برآورد پارامترهای ژنتیکی از جمله میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی و نسبت این میانگین مربعات استفاده گردید. نسبت بیکر برای تعیین اهمیت نسبی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی در تعیین عملکرد نتاج محاسبه گردید (Baker, 1978):

$$\text{نسبت بیکر} = \frac{2MSgca}{(2MSgca + MSsca)} \qquad (۲$$

که در آن MSgca و MSsca به ترتیب میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی می‌باشند.

آزمون کلیه پارامترهای ژنتیکی محاسبه شده و اثرات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی از طریق آزمون t (تقسیم هر کمیت بر انحراف معیار آن) انجام شد (Singh & Chaudhary, 1995). تجزیه گرافیکی داده‌ها نیز بر اساس روش Mather & Jinks (1982) و Hayman (1954a, b) انجام گردید. برای انجام تجزیه‌ها از نرم‌افزارهای Dial98 و Diallel استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌دار نشان داد (نتایج ارایه نشده است). تجزیه دی‌آلل فقط برای صفاتی انجام شد که مقدار میانگین مربعات تیمار در آنها معنی‌دار شده بود (Farshadfar, 1998).

تفسیر پارامترهای ژنتیکی

عملکرد: معنی‌دار شدن اجزای a و b نشان می‌دهد که اثرات افزایشی و غالبیت هر دو در کنترل این صفت سهیم هستند، با معنی‌دار شدن جزء a انتظار می‌رود این صفت دارای وراثت‌پذیری بالایی باشد (جدول ۲)؛ علاوه بر این اجزاء b_1، b_2 و b_3 نیز معنی‌دار شده‌اند که می‌توان نتیجه گرفت که در کنترل این صفت غالبیت یک جهتی تأثیر دارد و بین میانگین والدین و نتاج تفاوت وجود دارد، بنابراین در این صفت می‌توان از هتروزیس بهره جست. توزیع ژن‌ها نیز به صورت نامتقارن است. علاوه بر این مقداری از غالبیت باقیمانده که اجزاء b_1 و b_2 قادر به توصیف آن نیستند نیز معنی‌دار است، با معنی‌دار شدن جزء b_3 می‌توان نتیجه گرفت که SCA نیز معنی‌دار است و اثرات غیرافزایشی در کنترل این صفت سهیم هستند. پارامترهای ژنتیکی واریانس افزایشی (D) و

Archive of SID

www.SID.ir

واریانس غالبیت (H_1) معنی‌دار گردیدند که بیانگر وجود اثرات همزمان افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت می‌باشد (جدول ۳). تفاوت بین اجزاء غالبیت (H_1, H_2) نیز مثبت می‌باشد که نشان می‌دهد فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب کنترل‌کننده صفت در کلیه لوکوس‌ها برابر نمی‌باشد. همچنین مقدار واریانس افزایشی کمتر از مقادیر واریانس‌های غالبیت است که مبین این است که اثرات غالبیت یا فوق غالبیت در کنترل ژنتیکی این صفت دخالت دارند. بررسی مطالعات Labana & Jindal (1982) و Marijanovic et al. (2007) بر روی کلزا نشان داد که صفت عملکرد توسط ژن‌های با اثر فوق غالبیت کنترل می‌شود. در مطالعات Afarinesh et al. (2003) بر روی ذرت و Krishna et al. (1979) بر روی نخود نیز صفت عملکرد تحت تأثیر اثرات غالبیت کنترل می شد. همچنین نسبت تعداد گروه‌های ژنی ($h2/H2$) کنترل‌کننده صفت بین ۳ تا ۴ عامل است و نسبت ژن‌های غالب به مغلوب (KD/KR) بیشتر از یک است که نشان می‌دهد فراوانی آلل‌های غالب در والدین بیشتر است یعنی ژن‌های بزرگ اثر و غالب فعالیت بیشتری از خود نشان داده و بهتر ظاهر می‌شوند. جهت غالبیت نیز مثبت و معنی‌دار است در نتیجه والدین دارای ژن‌های افزایشی کمتری هستند و در این صورت آلل‌های کاهنده غالب می‌باشند. میانگین درجه غالبیت برای عملکرد بیشتر از ۱ بود که مبین حالت فوق غالبیت برای ژن‌های کنترل‌کننده این صفت می‌باشد.

به دلیل معنی‌دار شدن جزء b در این صفت تجزیه گرافیکی انجام شد. قطع محور Wr توسط خط رگرسیون در بخش منفی حاکی از وجود آثار فوق غالبیت ژن‌ها در کنترل این صفت می‌باشد (شکل ۱). پراکنش والدین در

جدول ۲- خلاصه تجزیه واریانس به روش مورلی جونز در ژنوتیپ‌های کلزا

	درجه آزادی	شاخص کلروفیل برگ	پایداری غشاء سلولی	تعداد شاخه فرعی	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته	طول غلاف	ارتفاع بوته	تعداد روز تا رسیدگی	تعداد روز تا گلدهی	وزن هزاردانه	عملکرد دانه
a	۸	۱۰/۱۳۱	۰/۰۵۱۸**	۱/۳۹۹**	۱۱/۳۲۱**	۶/۵۹۲*	۲/۷۷۷**	۳۳۵/۹۶**	۳/۷۱**	۱۵۸/۱۵**	۰/۱۸۷**	۶۴۱۲۷/۴۳**
b	۳۶	۲۹/۲۳۷**	۰/۰۲۷۵	۳/۷۳۸**	۵/۵۴۲**	۵/۳۹**	۰/۲۴۴**	۲۵۰/۵۷**	۱۲/۱**	۹/۷**	۰/۰۹۲*	۴۳۶۱۱/۱۵**
b1	۱	۳۲/۱۵	۰/۰۰۴۵	۱۰۶/۸۲**	۱۹/۶۷۷**	۸/۰۶۷	۰/۱۱۹	۶۳۵۸/۵۵**	۱۸۳/۷۵**	۳۱/۳۰**	۰/۲۲۲	۷۳۰۷۷۵/۶**
b2	۸	۱۸/۸۳۸	۰/۰۲۸۴	۱/۳۱۶**	۶/۲۲۱**	۹/۱۴۵**	۰/۱۰۱	۱۳۵/۸۲**	۲۰/۷۵**	۲۳/۵۱**	۰/۰۴۶	۵۴۲۲۲/۶۶**
b3	۲۷	۳۲/۲۱۱**	۰/۰۲۸۱	۰/۶۳**	۴/۸۱۸**	۴/۱۷۹	۰/۲۹۱**	۵۸/۳۴**	۳/۱۸**	۴/۸۱*	۰/۱۰۱*	۱۵۰۱۶/۴۶**
خطا	۸۸	۱۳/۷۴۸	۰/۰۱۸۷	۰/۱۸	۲/۲۲۸	۲/۵۹۳	۰/۰۸۹	۱۸/۵۹**	۱/۶۵	۲/۸	۰/۰۵۸	۶۷۹۶/۱۱

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

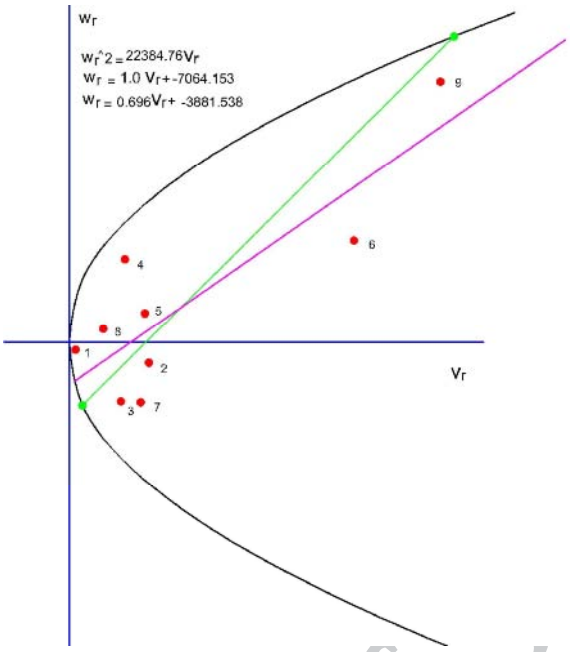
جدول ۳- برآورد پارامترهای ژنتیکی و آماری صفات به روش هیمن در ژنوتیپ‌های کلزا

پارامترهای ژنتیکی	شاخص کلروفیل برگ	تعداد شاخه فرعی	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته	طول غلاف	ارتفاع بوته	تعداد روز تا رسیدگی	تعداد روز تا گلدهی	وزن هزاردانه	عملکرد دانه
D	۰/۹۴۱	۰/۵۱۱**	۲/۹۳۸**	۵۱/۰۰	۰/۲۷**	۱۱۵/۸۴**	۲۳/۱۷**	۳۹/۵۸۳**	۰/۰۰۴**	۲۲۳۸۴/۷۶**
$H1$	۳۰/۱۲۸**	۳۰/۳۳**	۶/۲۹**	۸۵۵/۱۴**	۰/۲۴**	۲۳۹/۴۸**	۱۶/۱۹**	۱۴/۶**	۰/۰۷۲**	۵۰۶۴۱/۳۷**
H2	۲۷/۶۶**	۲/۹۶**	۴/۹**	۷۲۲/۷۲**	۰/۲۳**	۲۰۱/۴۶**	۹/۹۴**	۷/۸۹**	۰/۰۷۴**	۳۵۳۱۲/۰۲**
F	۳/۰۷۹	۰/۷۴**	۳/۲۸	۳/۷۹	۰/۰۹۱**	۱۲۴/۹۵**	۲۳/۰۴**	۳۰/۷۴**	-۰/۰۱	۳۱۱۴۷/۰۹**
h^2	۳/۰۷۵	۱۵/۶۰**	۲/۶	۲۴۶/۰۸	۰/۰۰۵۹**	۹۲۸/۰۴**	۲۶/۷۳**	۴/۲۳۷**	۰/۰۲۴**	۱۰۶۰۶۴/۹**
$\sqrt{\frac{H1}{D}}$	۵/۶۵۷*	۲/۵۵۲**	۱/۴۶۳**	۴/۰۹۵*	۰/۹۶**	۱/۴۳**	۰/۸۳۶**	۰/۶۰۷**	۳/۹۶**	۱/۵۰۴**
KD/KR	۰/۱۲۵	۱/۷۷**	۲/۲۲**	۱/۰۷**	۰/۷**	۲/۱۲**	۳/۷۶**	۴/۵**	۰/۳۶**	۲/۷**
$h2$ / $H2$	۰/۱۲۵	۵/۹۲۷**	۰/۵۹۷**	۰/۳۵۸*	۰/۰۲۶**	۵/۱۸**	۳/۰۲**	۰/۶۰۴**	۰/۳۷۸**	۳/۳۷۹۱**
h	-۲/۱۶۸	-۳/۹۵۳**	-۱/۶۹۶**	۱۶/۲**	۰/۱۳۱**	۳۰/۵**	۵/۱۸**	۲/۱۳۹**	۰/۱۸	۳۲۶/۹۹**
UV	۰/۲۳**	۰/۲۲۲**	۰/۱۹۵**	۰/۲۲۶**	۰/۲۴۳**	۰/۲۱**	۰/۱۵۴**	۰/۱۳۵**	۰/۲۵۶**	۰/۱۷۴**
H^2_b	۰/۶۱۹**	۰/۹۳۵**	۰/۷۰۵**	۰/۸۵۵**	۰/۸۸۵**	۰/۹۱**	۰/۹۳**	۰/۹۱۴**	۰/۵۸۲**	۰/۸۴**
H^2_n	۰/۰۱۴	۰/۰۸۲**	۰/۲۱**	۰/۲۱۵**	۰/۶۵۱**	۰/۲۰۳**	۰/۵۲**	۰/۷۲۹**	۰/۲۰۳**	۰/۲۲۸**

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- خط رگرسیون و پراکنش والدین برای صفت عملکرد دانه

اطراف خط رگرسیون نشان می‌دهد که والدین شماره ۱، ۸، ۵، ۲، ۳ و ۷ به دلیل نزدیک بودن به محور مختصات دارای کوچک‌ترین مقادیر Vr و Wr و یا حداکثر ژن‌های غالب هستند (۷۵ درصد) در حالی که والد شماره ۹ به دلیل دوری از محور مختصات دارای کمتر از ۲۵ درصد ژن‌های غالب می‌باشد. وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی عملکرد نیز به ترتیب ۸۴٪ و ۲۲٪ می‌باشد که نشان‌دهنده وراثت‌پذیری عمومی بالا برای عملکرد می‌باشد. پایین بودن وراثت‌پذیری خصوصی این صفت نیز می‌تواند به علت بیشتر بودن سهم اثرات غیرافزایشی نسبت به افزایشی باشد

Amiri Oghan et al. (2002) اثرات غالبیت را در صورت معنی‌دار بودن اثرات افزایشی و به خصوص در هنگام پایین بودن درجه غالبیت، کاذب و ناشی از تجمع اثرات غالبیت ناقص یا کامل ژن‌های کنترل‌کننده صفت و یا ناشی از پیوستگی ژن و یا از عدم توزیع تصادفی ژن‌ها در والدین دانسته است. Moll & Stuber (1974) نیز با مقایسه نتایج بسیاری از مطالعات نتیجه گرفتند که اثر فوق غالبیت ژن در وراثت عملکرد و سایر صفات زراعی مرتبط با آن نقشی نداشته و اکثر نتایج گزارش شده برای غالبیت و فوق غالبیت احتمالاً از نوع کاذب است. هر چند در این آزمایش امکان تمایز بین فوق غالبیت حقیقی و کاذب وجود نداشته است، ولی به طور کلی با توجه به وجود اثرات افزایشی و غالبیت می‌توان استنباط نمود که هر دو اثر در توارث عملکرد مؤثر بوده اند. می‌توان گفت که اگر عمل ژن برای صفتی افزایشی باشد، با استفاده از آزمون نسل‌های S1 و S2 پیشرفت خوبی حاصل خواهد شد و آزمایش نیمه خواهری را وقتی اثر غیرافزایشی نیز موجود باشد می‌توان بکار برد (Amiri Oghan et al., 2002).

Patel et al. (1991) گزینش دوره‌ای S1 را در اصلاح کلزا از نظر صفت عملکرد مؤثر دانسته‌اند و لاین‌های S1 انتخاب شده از هر دوره در یک برنامه شجره ای استفاده شدند. برای بهبود عملکرد در محیط‌های مختلف معیارهای گزینشی متفاوتی پیشنهاد می‌شود؛ مثلا برای صفاتی که عمل ژن به صورت افزایشی است، انتخاب قبل از تفکیک نسل و در صفاتی که عمل ژن به صورت غیرافزایشی است، انتخاب بعد از تفکیک نسل پیشنهاد می‌شود (Cheema & Sadaqat, 2004).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی نیز نشان می‌دهد که در صفت عملکرد میانگین مربعات SCA و GCA معنی‌دار شده که بیانگر نقش همزمان اثرات افزایشی و غیرافزایشی در کنترل این صفت می‌باشد (جدول ۴). آزمون نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی MS(GCA)/ MS(SCA) معنی‌دار شده، همچنین نزدیک بودن ضریب

Archive of SID

www.SID.ir

بیکر به یک نشان‌دهنده این است که پیش‌بینی نتاج از طریق محاسبه GCA امکان‌پذیر می‌باشد. اثرات GCA نشان‌دهنده ماهیت افزایشی عمل ژن می‌باشند. یک ترکیب شونده عمومی بالا دارای ارزش اصلاحی بالا در تلاقی با والدین دیگر می‌باشد (Ehdaie & Ghaderi, 1976). برای صفاتی که هر دو جزء GCA و SCA در آنها معنی‌دار گردیده است، می‌توان با تعیین نسبت MSGCA/MSSCA اهمیت نسبی آنها را در کنترل صفات مورد بررسی قرار داد. معنی‌دار بودن این نسبت که با آزمون F معنی‌دار می‌شود، نشان‌دهنده اهمیت اثرات GCA برای آن صفت می‌باشد و معنی‌دار نبودن آن اهمیت بیشتر اثرات غیرافزایشی (غالبیت و اپیستازی) را نشان می‌دهد. برای صفاتی از جمله عملکرد که اثرات افزایشی و غالبیت تؤاماً در کنترل آنها نقش دارد، انتخاب دوره‌ای متقابل همراه با آزمون نتاج مناسب‌ترین روش اصلاحی برای بهره‌برداری از هر دو جزء افزایشی و غیرافزایشی می‌باشد (Hashemi et al., 2008).

طبق جدول ۵ والدین ۱ و ۳ بیشترین اثرات GCA مثبت را دارا هستند؛ لذا این والدین به عنوان بهترین ترکیب شونده از حیث افزایش عملکرد در جهت مثبت محسوب می‌شوند. اما Kholbe et al. (1998) معتقدند که ترکیب‌پذیری خصوصی بالا همیشه والدینی با ترکیب‌پذیری عمومی خوب ندارند. بنابراین اثر ترکیب‌پذیری عمومی همیشه برای پیش‌بینی بهترین هیبریدها امکان‌پذیر نمی‌باشد (نقل از Hashemi et al., 2008). مقادیر ترکیب‌پذیری خصوصی هیبریدها در کلیه صفات مورد ارزیابی در جدول ۶ آمده است.

وزن هزاردانه: برای این صفت معنی‌دار شدن اجزای a و b نشان می‌دهد که اثرات افزایشی و غالبیت هر دو در کنترل این صفت سهیم هستند، اجزاء b_1، b_2 معنی‌دار نشده‌اند ولی با معنی‌دار شدن b_3 می‌توان نتیجه گرفت که SCA نیز معنی‌دار است و اثرات غیرافزایشی در کنترل این صفت سهیم هستند (جدول۲). واریانس افزایشی (D) و واریانس غالبیت (H_1) معنی‌دار گردید که بیانگر وجود اثرات همزمان افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت می‌باشد (جدول۳). تفاوت بین اجزاء غالبیت (H_1, H_2) نیز منفی می‌باشد، به این معنی که فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب کنترل‌کننده صفت در کلیه لوکوس‌ها برابر می‌باشد. نسبت ژن‌های غالب به مغلوب (KD/KR) کمتر از یک است که نشان می‌دهد فراوانی ژن‌های مغلوب در والدین بیشتر است. جهت غالبیت معنی‌دار نیست ولی علامت آن مثبت بیانگر این است که احتمالاً والدین دارای ژن‌های افزایشی کمتری هستند. در مورد این صفت که از درجه غالبیت بالایی برخوردار است، اثرات غالبیت به وضوح نقش مهمتری نسبت به اثرات افزایشی دارند. به دلیل معنی‌دار شدن جزء b در این صفت تجزیه گرافیکی انجام شد. قطع محور Wr توسط خط رگرسیون در بخش منفی حاکی از وجود آثار فوق غالبیت ژن‌ها در کنترل این صفت می‌باشد (شکل ۲). پراکنش والدین در اطراف خط رگرسیون نشان می‌دهد که والدین شماره ۴ و ۵ به دلیل نزدیک بودن به محور مختصات دارای کوچک‌ترین مقادیر Vr و Wr و یا حداکثر ژن‌های غالب هستند (۷۵ درصد) در حالی که والدین شماره ۳، ۸، ۶ و ۱ به دلیل دوری از محور مختصات دارای کمتر از ۲۵ درصد ژن‌های غالب می‌باشد. بررسی مطالعات Afarineh et al. (2003) بر روی ذرت نیز حاکی از سهم بیشتر اثرات غیرافزایشی در کنترل این صفت است. میزان وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی این صفت به ترتیب ۵۸٪ و ۲۰٪ می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی نیز نشان می‌دهد که میانگین مربعات SCA و GCA معنی‌دار شده یعنی در این صفت اثرات افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها تؤاماً نقش دارند (جدول ۴). در نتایج حاصل از تحقیقات Sachan & Sing (1998)، Kumar et al. (1997) و Amiri Oghan et al. (2002) بر روی گونه‌های مختلف براسیکا، نتایج نشان می‌دهد که در این صفت میانگین مربعات SCA و GCA معنی‌دار شده است. نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی MS(GCA)/MS(SCA) معنی‌دار نمی‌باشد که نشان می‌دهد در این صفت اثرات غیرافزایشی (غالبیت) در کنترل صفت دخالت بیشتری دارند. همچنین ضریب بیکر نیز تا حدودی از یک فاصله دارد که این حالت نیز سهم بیشتر اثرات غیرافزایشی را تأیید می‌کند. در نتیجه می‌توان این صفت را نیز از طریق انتخاب مناسب والدین در ترکیبات

Archive of SID

www.SID.ir

هیبریدی افزایش داد. طبق جدول ۵ والدین ۲، ۳ و ۷ بیشترین اثرات GCA مثبت را دارا هستند و بهترین ترکیب شونده‌های عمومی برای اصلاح این صفت می‌باشند.

ارتفاع: در مورد این صفت نیز معنی‌دار شدن اجزای a و b نشان می‌دهد که اثرات افزایشی و غالبیت هر دو در کنترل این صفت سهیم هستند (جدول ۲). اجزاء b_1, b_2 و b_3 نیز معنی‌دار شده‌اند که می‌توان نتیجه گرفت که در کنترل این صفت غالبیت یک جهتی تأثیر دارد. واریانس افزایشی (D) و واریانس غالبیت (H_1) معنی‌دار گردیدند که بیانگر وجود اثرات همزمان افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت می‌باشد (جدول۳). واریانس افزایشی کمتر از مقادیر واریانس‌های غالبیت است که نشان می‌دهد اثرات غالبیت یا فوق غالبیت در کنترل این صفت نقش دارند. همچنین تفاوت بین اجزاء غالبیت (H_1, H_2) نیز مثبت می‌باشد که نشان می‌دهد فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب کنترل‌کننده صفت در کلیه لوکوس‌ها برابر نمی‌باشد. تعداد گروه‌های ژنی ($h2/H2$) کنترل‌کننده صفت بین ۵ تا ۶ عامل است و نسبت ژن‌های غالب به مغلوب (KD/KR) بیشتر از یک است که نشان می‌دهد فراوانی آلل‌های غالب در والدین بیشتر است. جهت غالبیت نیز مثبت و معنی‌دار است یعنی والدین دارای ژن‌های افزایشی کمتری هستند و در این صورت آلل‌های کاهنده غالب می‌باشند.

به دلیل معنی‌دار شدن جزء b در این صفت تجزیه گرافیکی انجام شد. قطع محور Wr توسط خط رگرسیون در بخش منفی حاکی از وجود آثار فوق غالبیت ژن‌ها در کنترل این صفت می‌باشد (شکل ۳). پراکنش والدین در اطراف خط رگرسیون نشان می‌دهد که والدین شماره ۳، ۴ و ۷ به دلیل نزدیک بودن به محور مختصات دارای کوچک‌ترین مقادیر Vr و Wr و یا حداکثر ژن‌های غالب هستند (۷۵ درصد) در حالی که والد شماره ۹ به دلیل دوری از محور مختصات دارای کمتر از ۲۵ درصد ژن‌های غالب می‌باشد. وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی

جدول ۴- مقادیر میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی به روش دوم گریفینگ در ژنوتیپ‌های کلزا

منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص کلروفیل برگ	پایداری غشاء سلولی	تعداد شاخه فرعی	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته	طول غلاف	ارتفاع بوته	تعداد روز تا رسیدگی	تعداد روز تا گلدهی	وزن هزاردانه	عملکرد دانه
GCA	۸	۱۳/۰۵۲	۰/۰۶۰۶**	۱/۰۱**	۶/۵۳۵**	۱۰۳۲/۶۶*	۲/۰۳۹**	۱۰۱/۷۷**	۲۱/۰۷**	۶۰/۱۹**	۱۵۸**	۴۴۲۷۰/۷۹**
SCA	۳۶	۳۲/۲۰۹**	۰۲۸۱	۰/۶۳۸**	۴/۸۱۸**	۷۵۵/۲۶**	۲۹۱**	۵۸/۷۳**	۳/۲۱**	۴/۷۹*	۰/۱۰۱۳*	۱۵۰۱۷/۰۳**
خطا	۸۸	۱۲/۵۸۳	۰۱۲۳	۰/۱۶۱	۲/۲۰۵	۱۳۸/۰۹	۰/۰۹۸	۱۹/۳**	۰/۴۵	۲/۷۳	۰/۰۶	۷۲۲۹/۶۳
MSGCA/MSSCA		-	-	۱/۵۸	۱/۳۵	۱/۳	۷/۰۰۶**	۱/۷۳	۶/۵۶**	۱۲/۵۶**	۱/۵۶	۲/۸۴**
نسبت بیکر		۰/۴۴۷	۰/۸۱۱	۰/۷۶	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۹۳	۰/۷۷	۰/۹۲**	۰/۹۶۱	۰/۷۵۷	۰/۸۵

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۵- مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) در ژنوتیپ‌های کلزا

والدین	شاخص کلروفیل برگ	پایداری غشاء سلولی	تعداد شاخه فرعی	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته	طول غلاف	ارتفاع بوته	تعداد روز تا رسیدگی	تعداد روز تا گلدهی	وزن هزاردانه	عملکرد دانه
۱ (Parade)	۰/۳۴۴	۰/۵۵۴	-۰/۱۸۵*	-۰/۴۱**	-۴/۳۷*	-۰/۳۵**	۰/۰۴۴	۱/۱۷**	۲/۶۷**	-۰/۰۵۱	۳۷/۴۴*
۲ (Pastill)	-۰/۱۲۱	-۱/۱۷۱	-۰/۰۱۳۲	۰/۹۳۵*	-۱۰/۷**	۰/۵۰۵**	-۰/۱۹	۰/۸۶**	۱/۰۹۴**	۰/۱۰۶۳*	۲۵/۴۶
۳ (Licord)	۰/۵۰۶	۴/۴۵	-۰/۱۹۵*	۰/۳۸۲	-۲/۴۸	۰/۱۳۳**	۲/۸۱**	۱/۰۲**	۰/۷۰۰۳*	۰/۰۸۶۷*	۵۵/۰۰۶۷**
۴ (Kvintell)	-۰/۰۷	۱/۰۳	۰/۰۵۹	۰/۰۸۳	۵/۴*	۰/۲۵۶**	-۵/۸۹**	۰/۲۹*	۰/۲۴۵	-۰/۰۱۳۲	-۷۲/۴۷۸**
۵ (Modena)	۰/۳۵۹	۰/۲۳۵	۰/۰۷۱	-۰/۲۷۵**	۱/۶۰۲	-۰/۰۱۸۷	۰/۹۴	۰/۱۱	۰/۱۸۵	-۰/۰۴۳	-۱۰/۸۱۱
۶ (Kiristina)	-۱/۱۸۸*	-۰/۰۳۴	۰/۲۳۵**	-۱/۰۳۱	۵/۵۱۵**	-۰/۳۵۶**	-۴/۳۶**	-۲/۸۵**	-۳/۶۹۳**	-۰/۰۰۷۲	-۳۹/۷۵*
۷ (Heraled)	۰/۵۸۶	۳/۹۰۲	-۰/۳۰۸**	۰/۵۰۳	-۱/۸۲۸	۰/۱۳۰۶**	۱/۰۹	۱/۱۷**	۰/۶۷۰*	۰/۰۷۶*	۲۰/۴۰۰
۸ (Ceres)	۰/۰۱۹۷	-۳/۲۱۹	۰/۰۰۹	۰/۱۳۱	۲/۷۱۵	-۰/۰۳۶۶	۳/۵۶**	۰/۸۳**	۱/۶۷۰**	-۰/۰۶۱	۲۰/۹۷
۹ (Option 500)	-۰/۴۳۵	-۵/۷۴۷	۰/۳۲۷**	-۰/۳۱۹	۴/۱۵۸*	-۰/۲۵۷۵**	۱/۹۹**	-۲/۶۱**	-۳/۵۴۲**	-۰/۰۹۲*	-۴۳/۱۷۵**

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶- مقادیر ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) در ژنوتیپ‌های کلزا

نتاج	شاخص کلروفیل برگ	پایداری غشاء سلولی	تعداد شاخه فرعی	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته	طول غلاف	ارتفاع بوته	تعداد روز تا رسیدگی	تعداد روز تا گلدهی	وزن هزاردانه	عملکرد دانه
۱×۲	-۲/۲۹۱	-۲/۶۱	۰/۱۹۸	-۰/۱۶	۱۳/۴۷*	-۰/۳۴۵**	۰/۳۸	-۱/۴۸**	-۱/۷۲۷*	-۰/۲۰۴	-۱۱/۳۵۷
۱×۳	-۴/۱۹۷*	-۲/۱۳۷	-۰/۳۲	-۱/۶۷*	-۱۴/۵۷*	-۰/۴۰۶**	-۰/۳۵	-۱/۹۶**	-۱/۳۳	-۰/۳۸۵**	-۵۵/۹۰۳
۱×۴	-۱/۲۱۲	۰/۵۴۳	-۱/۰۰۸**	۰/۵۵۸	-۱۱/۳۵*	۰/۴۳۷**	-۰/۰۶۱	-۰/۲۴	-۱/۲۱۲	۰/۱۳۱	-۵۵/۵۸۱
۱×۵	-۲/۳۱۶	-۷/۷۸۷	-۰/۲۸۶	-۰/۸۱۵	۱۰/۸۹۹*	-۰/۰۳۴۱	۱/۵۲	۰/۲۷	-۱/۱۸۱	۰/۲۱۱*	۱۵/۵۸۱
۱×۶	۳/۲۳	-۱/۶۴۳	-۰/۶۵	۰/۳۴	۵/۴۱۹	۰/۰۱۷۳	۶/۲۹**	۱/۹**	۰/۷۲۷	۰/۰۷۵	۱۰/۲۴۸
۱×۷	۰/۳۰۰	۶/۱۲۷	-۰/۲۳۹	-۲/۱۹**	-۵/۹۰۲	-۰/۲۹۶*	۱۱/۸۳**	۱/۸۷**	۲/۳۶۳**	-۰/۰۰۷۸	۴۸/۵۲۱
۱×۸	۰/۸۳۳	۱/۷۹۷	۰/۰۲۴۷	-۱/۵۸	۱۹/۶۸۶**	-۰/۲۴۹*	۵/۸۹**	۰/۸۷	۰/۰۳۰۳	۰/۱۶۳	۱۱/۳۶۹
۱×۹	۲/۵۴۵	۷/۶۳۱	-۱/۳۴۲	۱/۴۹*	-۲/۲۹	۰/۵۹۱**	۸/۲۲**	۱/۶۶**	۰/۵۷۵	۰/۱۱۰	۵۸/۴۶
۲× ۳	-۵/۰۰۵**	-۴/۰۲۵	-۰/۳۲۹	۰/۶۴۶	۰/۶۸۲	۰/۱۰۵	۰/۰۱	۰/۳۳	۰/۵۷۵	۰/۰۵۷	۸۶/۹۴۶
۲× ۴	۳/۰۱۲	-۸/۳۸۴	۰/۱۵۲	-۱/۳۸۶*	۲۶/۹۳	۰/۱۴۲	-۱/۹۵	۰/۷۲	۰/۳۶۳	-۰/۰۰۹	-۸۷/۹۹
۲×۵	-۲/۵۲۷	-۱/۷۴۶	-۰/۶۵۹**	۱/۱۵۴	-۵/۰۷۶	۰/۵۹۰۹**	۳/۷۵	۱/۲۴**	۰/۰۹۰	۰/۱۸۷	۱۳/۸۲
۲× ۶	-۰/۰۴۷	-۱/۸۴۸	-۰/۵۲۳*	-۰/۶۷۲	-۵/۷۵۶	-۰/۰۷۷۵	۳/۸۶*	-۰/۱۲	۰/۳۷۳	۰/۱۸۴	۲۱/۴۹
۲×۷	۱/۳۰۰	-۱۰/۶۴۸	-۰/۳۴۵	-۰/۶۷۴	-۲/۳۳۵	۰/۴۲۴۹**	۹/۴۷**	۱/۵۱**	۰/۲۷۲	۰/۲۰۱	۲۲۰/۰۹**
۲×۸	-۲/۷۹۹	۹/۶۵۴**	-۱/۰۳۰**	۰/۱۶۳	-۱۳/۱۵۶*	۰/۲۵۵	۴/۲۶*	۰/۱۸	۰/۹۳۹	۰/۰۵۵	۴۳/۶۱۲
۲×۹	۰/۵۶۷	۱/۴۲۲	-۱/۳۸۲**	۰/۲۱۴	-۲۲/۸۱۶**	۰/۳۵۰۲**	۷/۱۹**	۱/۳**	-۰/۵۱۵	-۰/۰۸	۶۲/۷۰۳
۳×۴	۰/۰۸۴	-۳/۸۰۷	-۱/۱۳۲**	-۱/۷۶۷*	-۲۰/۲۹۲**	-۰/۴۷۲**	۰/۰۳۲	-۰/۴۲	۰/۰۹۰	-۰/۷۶۹	۳۶/۵۲۱
۳×۵	۲/۸۹۹	-۰/۷۸۶	-۰/۴۱۱	-۰/۰۷۵	-۸/۰۷۱	۰/۰۸۳۳	۵/۰۸۳*	۱/۰۹**	۰/۴۸۴	-۰/۱۵۹	۱۲۲/۲۸۷*
۳×۶	۰/۷۹۱	۲/۰۳	-۰/۳۷۴	۰/۱۸۵	۹/۵۶۴	۰/۰۷۴۹	۲/۰۵	۳/۰۶**	۲/۰۳	۰/۲۵۴**	۱۰۸/۲۱۸**
۳×۷	۲/۳۳۸	۶/۱۱۲	-۰/۵۶۴*	-۰/۹۲	۱۰/۹۹۲*	۰/۲۸۷*	-۰/۴	۰/۳۶	-۱/۳۳۳	۰/۱۳۷	۸۰/۴۰
۳×۸	۰/۳۰۵	-۹/۹۰۱**	-۰/۷۴۸**	۲/۰۵**	-۴/۴۵۲	۰/۵۲۱**	۳/۹	-۰/۳	-۱/۶۶*	۰/۰۲۵۴	-۲۹/۵۰۹
۳×۹	-۴/۹۶۴**	-۹/۹۷۳**	-۰/۵۰۰	-۱/۰۰۸۳	۲۶/۱۴۴**	-۰/۳۲۴**	۱۰/۵۵**	۲/۱۵**	۱/۲۱۲	-۰/۱۶	۱۲۰/۳۰۹*
۴×۵	-۳/۸۲۳**	۸/۷۳۳*	۰/۰۰۱	۱/۸۵۷**	۱۴/۶۶۵*	۰/۱۲۶	۴/۶	-۰/۱۸	-۰/۳۹۳	-۰/۰۴۲	۱۲/۴۳
۴×۶	۱/۲۰۱	۱۴/۷۶۵**	-۱/۰۲۹**	۱/۷۸*	-۰/۶۳۱	۰/۱۰۴	۱۱/۴۱**	۱/۷۸**	۱/۴۸۴*	۰/۲۰۴**	-۴۸/۶۳
۴×۷	۱/۷۴۹	۱/۵۴۷	۰/۱۱۴	۰/۳۱۱	۲۰/۵۳	-/۲۰۲	۶/۲۵**	-۰/۵۷	-۰/۸۷۸	-۰/۰۶۲	-۷/۴۴۸
۴×۸	-۲/۲۹۵	-۸/۰۷۲*	۰/۲۶۳	-۰/۴۸۳	-۶/۰۳	-۰/۳۰۲	-۰/۰۴۹	-۱/۲۴**	-۲/۲۱۲**	-۰/۱۷۴	۲۱/۹۷۵
۴×۹	۱/۶۴۹	-۲/۴۱۳	-۰/۵۸۸*	-۰/۹۳۲	-۰/۵۷	۰/۱۱۸	۶/۸۸**	۰/۸۷*	۰/۳۳۳	۰/۰۵۵	۱۴/۱۲۷
۵×۶	۱/۷۲۷	-۵/۸۵۳	۰/۱۳۹	-۱/۹۲۷**	-۱۳/۴۹*	-۰/۰۹۹۹	۰/۲۶	۱/۳**	-۰/۴۵۴	-۰/۱۳۲	-۵۹/۶۳
۵×۷	۰/۲۹۷	۷/۲۲**	-۰/۰۷۴	-۰/۵۱۲	-۸/۸۳	-۰/۲۲۷	۲/۰۷	-۱/۷۲**	-۲/۴۸۴**	-۰/۰۱۵۴	-۱۰/۷۸۱
۵×۸	۰/۸۱۹	-۴/۸۵۲	-۰/۲۴۷	-۲/۶۵۷**	۳۷/۴۰**	-۰/۳۲۰۲*	۳/۴۶*	-۰/۷۲	-۰/۸۱۸	-۰/۱۱	-۱۳/۳۵۷
۵×۹	۲/۲۵۲	-۰/۹۰۶	-۰/۳۳۳	۱/۲۰۹	۶/۱۹	-۰/۱۶۲۶	۵/۰۶*	۱/۳۹**	۰/۳۹۳	۰/۰۸۶	۱۱۵/۷۹۳*
۶×۷	-۴/۴۲۱**	۳/۴۷۱	-۰/۲۶۱	-۰/۶۳۹	۸/۲۰	۰/۱۰۶	۳/۶۱	۰/۵۷	۱/۰۶	-۰/۲۸۵*	۱۰۷/۸۲۴*
۶×۸	۵/۳۶۷**	۶/۰۹۱	-۰/۶۴۵*	۱/۲۶۴	-۵/۰۴	۰/۰۶۴	-۴/۸۹**	۰/۹*	۰/۳۹۳	-۰/۰۸	-۲۱/۴۱۸
۶×۹	-۸/۸**	-۵/۸۸۲	-۰/۵۶۳*	۰/۵۸۲	-۴/۴۵	۰/۲۶۵*	۵/۳	۳/۳**	۲/۹۳۹**	۰/۰۴۹	۱۲۴/۴
۷×۸	-۰/۲۴۱	-۱۲/۸۵۸**	-۱/۰۰۲**	-۰/۶۰۳	-۱۶/۶۴**	۰/۲۴۳*	-۸/۳۴**	۰/۲۱	۰/۳۶۳	۰/۴۶**	-۱۰۴/۵۶
۷×۹	۱/۶۷۰	۴/۹۹۶	-۰/۵۵۳*	-۰/۰۱۸۹	۵/۷۹	۰/۰۵۷۹	۱/۸۴	۱/۳۳**	۱/۹**	-۰/۱	۱۶۰/۲۴۸**
۸×۹	۱/۳۱۴	-۰/۱۶۳	-۰/۰۰۴۷	۰/۱۸۵۵	۲۳/۲۴۹**	۰/۰۰۵۲	۱/۶۴	۲/۳۳**	۳/۵۷۵**	۰/۰۳۷	۹۷/۳۳۹

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

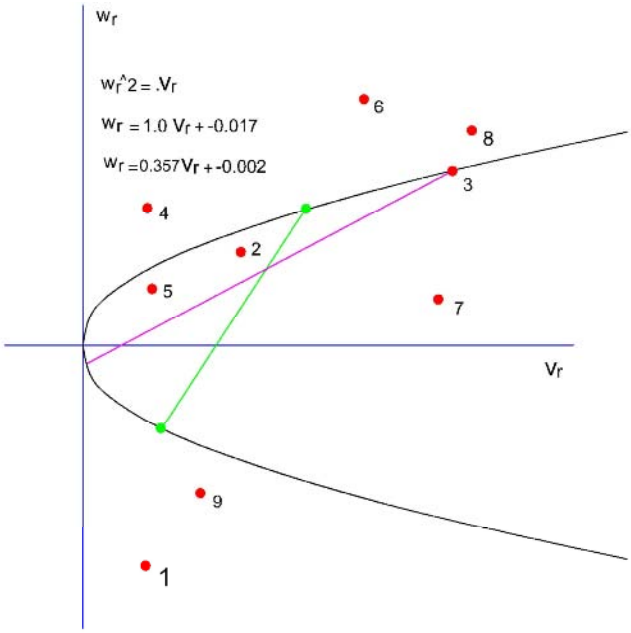
عملکرد نیز به ترتیب ۹۱٪ و ۲۰٪ می‌باشد که نشان‌دهنده وراثت‌پذیری عمومی بالا برای ارتفاع می‌باشد. با توجه به مثبت بودن اثر آلل‌های غالب در صفت ارتفاع بوته و از طرف دیگر فوق غالبیت مشاهده شده برای آن، می‌توان این صفت را از طریق انتخاب مناسب والدین در ترکیبات هیبریدی افزایش داد. Marijanovic et al. (2007) نتایج مشابهی برای ارتفاع بوته به دست آوردند.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی نیز نشان می‌دهد که در صفت ارتفاع میانگین مربعات SCA و GCA معنی‌دار شده که بیانگر نقش همزمان اثرات افزایشی و غیرافزایشی در کنترل این صفت می‌باشد (جدول ۴). در نتایج حاصل از تحقیقات Singh et al. (2002)، Akbar et al. (2008) و

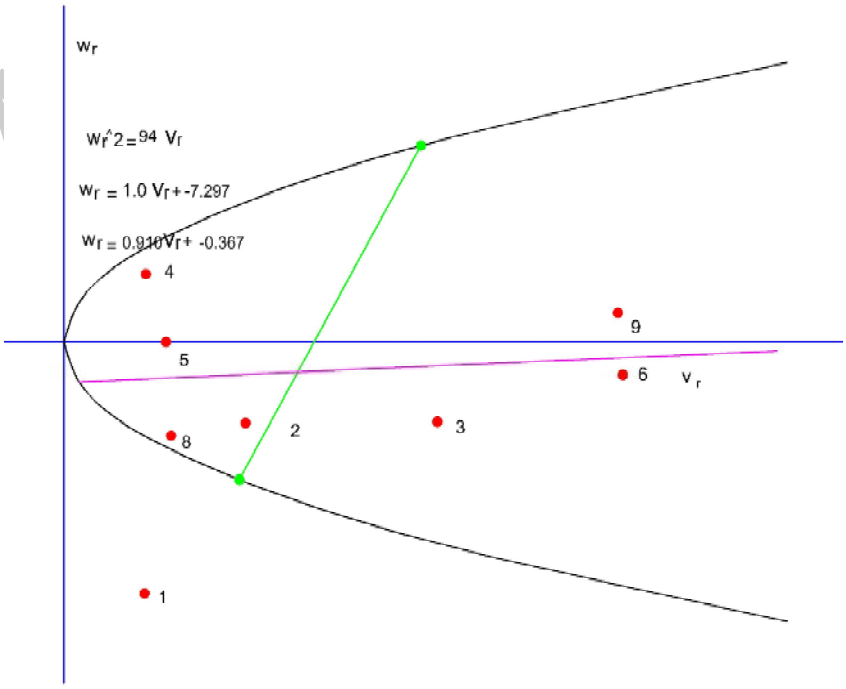
Archive of SID

www.SID.ir

Sheoran et al. (2000) بر روی گونه‌های مختلف براسیکا میانگین مربعات SCA و GCA معنی‌دار شده است. آزمون نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی MS(GCA)/ MS(SCA) معنی‌دار نشده که حاکی از سهم بیشتر اثرات غیرافزایشی در کنترل این صفت است. ضریب بیکر به یک نیز تا حدی از یک فاصله دارد که نشان‌دهنده این است که اثرات غیرافزایشی سهم بیشتری دارند. طبق جدول ۵ والدین ۸، ۳ و ۹ بیشترین اثرات GCA مثبت را دارا هستند. لذا جهت افزایش این صفت و بهره‌برداری از اثر فوق غالبیت ژن استفاده از این والدین در برنامه‌های تولید دورگ مناسب است.



شکل ۲- خط رگرسیون و پراکنش والدین برای صفت وزن هزاردانه در ژنوتیپ‌های کلزا

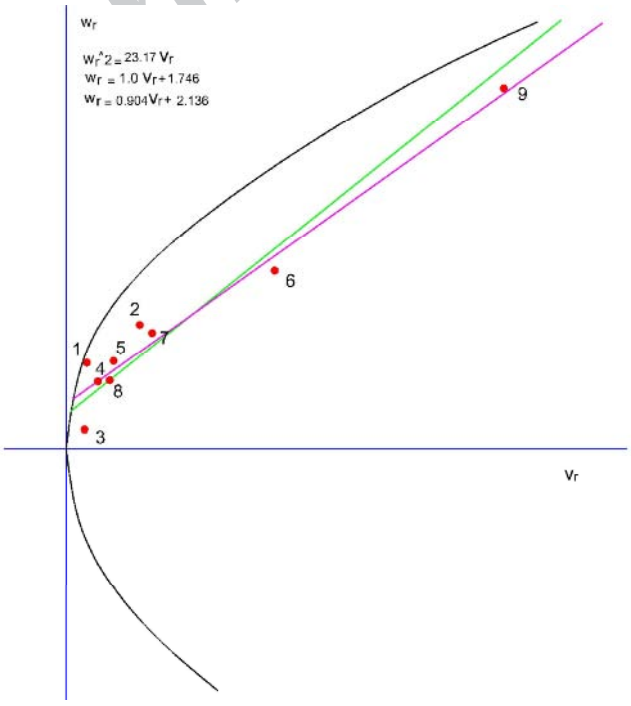


شکل ۳- خط رگرسیون و پراکنش والدین برای صفت ارتفاع بوته در ژنوتیپ‌های کلزا

www.SID.ir

تعداد روز تا رسیدگی: معنی‌دار شدن اجزای a و b نشان می‌دهد که اثرات افزایشی و غالبیت هر دو در کنترل این صفت سهیم هستند (جدول ۲). با معنی‌دار شدن جزء a انتظار می‌رود این صفت دارای وراثت‌پذیری بالایی باشد؛ علاوه براین اجزاء b_1، b_2 و b_3 نیز معنی‌دار شده‌اند که می‌توان نتیجه گرفت که در کنترل این صفت غالبیت یک جهتی تأثیر دارد و بین میانگین والدین و نتاج تفاوت وجود دارد، بنابراین در این صفت می‌توان از هتروزیس بهره جست. توزیع ژن‌ها نیز به صورت نامتقارن است علاوه بر این مقداری از غالبیت باقیمانده که اجزاء b_1 و b_2 قادر به توصیف آن نیستند نیز معنی‌دار است. واریانس افزایشی (D) و واریانس غالبیت (H_1) معنی‌دار گردیدند که بیانگر وجود اثرات همزمان افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت می‌باشد (جدول ۳). تفاوت بین اجزاء غالبیت (H_1, H_2) نیز مثبت می‌باشد که نشان می‌دهد فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب کنترل‌کننده صفت در کلیه لوکوس‌ها برابر نمی‌باشد. مقدار واریانس افزایشی بیشتر از مقادیر واریانس‌های غالبیت است که نشان‌دهنده وجود اثرات افزایشی در کنترل صفت است. پارامتر ژنتیکی F مثبت و معنی‌دار است بنابراین توزیع آلل‌ها در والدین متقارن نبوده و آلل‌های غالب بیشتر از آلل‌های مغلوب است. با توجه به میانگین درجه غالبیت $\sqrt{\frac{H1}{D}}$ که کوچک‌تر از ۱ بود برای این صفات می‌توان حالت غالبیت نسبی را در نظر گرفت. تعادل بین آلل‌های مثبت و منفی (UV) در والدین کمتر از ۰/۲۵ است که نشان‌دهنده عدم توزیع متقارن آلل‌های با اثر مثبت و منفی در والدین است. نسبت h2/H2 یا تعداد گروه‌های ژنی کنترل‌کننده این صفت بین ۳ تا ۴ عامل است. نسبت ژن‌های غالب به مغلوب (KD/KR) بیشتر از یک است که نشان می‌دهد فراوانی آلل‌های غالب در والدین بیشتر است. جهت غالبیت نیز مثبت و معنی‌دار است یعنی والدین دارای ژن‌های افزایشی کمتری هستند و در این صورت آلل‌های کاهنده غالب می‌باشند.

به دلیل معنی‌دار شدن جزء b در این صفت تجزیه گرافیکی انجام شد. قطع محور Wr توسط خط رگرسیون در بخش مثبت نیز حاکی از وجود غالبیت نسبی در کنترل این صفت می‌باشد (شکل ۴). پراکنش والدین در اطراف خط رگرسیون نشان می‌دهد که والدین شماره ۱،



شکل ۴- خط رگرسیون و پراکنش والدین برای صفت تعداد روز تا رسیدگی در ژنوتیپ‌های کلزا

Archive of SID

www.SID.ir

۸، ۵، ۴ و ۳ به دلیل نزدیک بودن به محور مختصات دارای کوچک‌ترین مقادیر Vr و Wr و یا حداکثر ژن‌های غالب هستند (۷۵ درصد) در حالی که والد شماره ۹ به دلیل دوری از محور مختصات دارای کمتر از ۲۵ درصد ژن‌های غالب می‌باشد. وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی برای این صفت به ترتیب ۹۳٪ و ۵۳٪ می‌باشد که نشان‌دهنده وراثت‌پذیری بالا برای این صفت می‌باشد. Ali et al. (2003) میزان وراثت‌پذیری عمومی بالایی برای صفت روز تا رسیدگی گزارش کردند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی نیز نشان می‌دهد که میانگین مربعات SCA و GCA معنی‌دار شده که نشان‌دهنده وجود اثرات غیرافزایشی و افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت می‌باشد (جدول ۴). نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی MS(GCA)/MS(SCA) معنی‌دار می‌باشد که نشان می‌دهد در این صفت اثرات افزایشی ژن‌ها در توارث این صفت در مقایسه با اثرات غالبیت اهمیت بیشتری دارند. همچنین نزدیک بودن ضریب بیکر به یک نشان‌دهنده این است که پیش‌بینی نتاج از طریق محاسبه GCA امکان‌پذیر می‌باشد. طبق جدول ۵ والدین ۶، ۱ و ۴ بیشترین اثرات GCA مثبت را دارا هستند. چون قسمت عمده‌ای از واریانس ژنتیکی مربوط به واریانس افزایشی است، بنابراین راندمان انتخاب برای این صفت بالا می‌باشد.

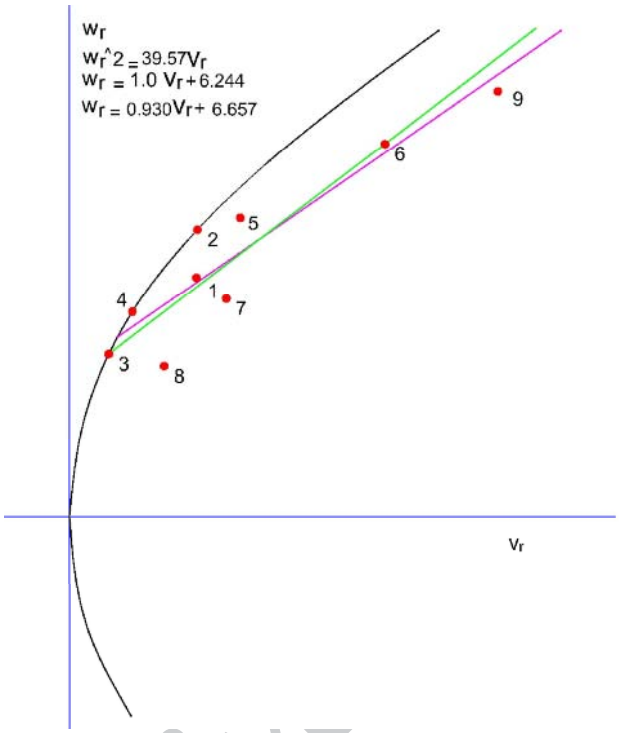
تعداد روز تا گلدهی: معنی‌دار شدن اجزای a و b نشان می‌دهد که اثرات افزایشی و غالبیت هر دو در کنترل این صفت سهیم هستند (جدول ۲). با معنی‌دار شدن جزء a انتظار می‌رود این صفت دارای وراثت‌پذیری بالایی باشد. واریانس افزایشی (D) و واریانس غالبیت (H_1) معنی‌دار گردیدند که بیانگر وجود اثرات همزمان افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت می‌باشد (جدول ۳). تفاوت بین اجزاء غالبیت (H_1, H_2) مثبت بود که نشان‌دهنده این است که فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب در کلیه لوکوس‌ها برابر نمی‌باشد. مقدار واریانس افزایشی بیشتر از مقادیر واریانس‌های غالبیت است که مبین این است که اثرات افزایشی در کنترل ژنتیکی این صفت دخالت دارند. پارامتر ژنتیکی F مثبت و معنی‌دار است بنابراین توزیع آلل‌ها در والدین متقارن نبوده و آلل‌های غالب بیشتر از آلل‌های مغلوب است. با توجه به میانگین درجه غالبیت $\sqrt{H1/D}$ که کوچک‌تر از ۱ بود برای این صفات می‌توان حالت غالبیت نسبی را در نظر گرفت. تعادل بین آلل‌های مثبت و منفی (UV) در والدین کمتر از ۰/۲۵ است که نشان‌دهنده عدم توزیع متقارن آلل‌های با اثر مثبت و منفی در والدین است. نسبت ژن‌های غالب به مغلوب (KD/KR) بیشتر از یک است که نشان می‌دهد فراوانی آلل‌های غالب در والدین بیشتر است.

به دلیل معنی‌دار شدن جزء b در این صفت تجزیه گرافیکی انجام شد. قطع محور Wr توسط خط رگرسیون در بخش مثبت حاکی از وجود غالبیت نسبی در کنترل این صفت می‌باشد (شکل ۵). پراکنش والدین در اطراف خط رگرسیون نشان می‌دهد که والدین شماره ۳ و ۸ به دلیل نزدیک بودن به محور مختصات دارای کوچک‌ترین مقادیر Vr و Wr و یا حداکثر ژن‌های غالب هستند (۷۵ درصد) در حالی که والدین شماره ۶ و ۹ به دلیل دوری از محور مختصات دارای کمتر از ۲۵ درصد ژن‌های غالب می‌باشد. وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی به ترتیب ۹۱٪ و ۷۲٪ می‌باشد که نشان‌دهنده وراثت‌پذیری بالا برای این صفت می‌باشد. مقادیر وراثت‌پذیری عمومی نشان می‌دهد که اهمیت واریانس ژنتیکی به مراتب بیشتر از واریانس محیطی است. زیرا در اکثر صفات مقدار آن بیشتر از ۸۰٪ بود. با این وجود احتمالاً بخشی از واریانس ژنتیکی مربوط به واریانس اثر متقابل ژنوتیپ × محیط می‌باشد. همچنین پیوستگی ژن‌ها نیز بخشی از تفاوت در وراثت‌پذیری را توجیه می‌کنند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی نیز نشان می‌دهد که میانگین مربعات SCA و GCA معنی‌دار شده که نشان‌دهنده وجود اثرات غیرافزایشی و افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت می‌باشد (جدول ۴). نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی MS(GCA)/ MS(SCA) معنی‌دار می‌باشد که نشان می‌دهد در این صفت اثرات افزایشی ژن‌ها در توارث این صفت در مقایسه با اثرات غالبیت اهمیت بیشتری دارند. همچنین نزدیک بودن ضریب بیکر به یک نشان‌دهنده این است که پیش‌بینی نتاج از طریق محاسبه GCA امکان‌پذیر می‌باشد. بالاتر بودن مقدار واریانس GCA بیانگر برتری اثرات افزایشی ژن‌ها می‌باشد. بنابراین بهتر

Archive of SID

www.SID.ir

نمودن F_1 را می‌توان از طریق تلاقی والدین دارای بالاترین مقادیر GCA به دست آورد. همچنین برتری واریانس ژنتیکی افزایشی برای صفات به این معنی است که علاوه بر هیبریدها و واریته‌های مصنوعی، فرصت‌هایی برای بهبود ژنتیکی از طریق تجمع آلل‌های مطلوب از طریق انتخاب وجود دارد.



شکل ۵- خط رگرسیون و پراکنش والدین برای صفت تعداد روز تا گلدهی در ژنوتیپ‌های کلزا

تعداد شاخه فرعی: معنی‌دار شدن اجزای a و b نشان می‌دهد که اثرات افزایشی و غالبیت هر دو در کنترل این صفت سهیم هستند (جدول ۲). واریانس افزایشی (D) و واریانس غالبیت (H_1) معنی‌دار گردیدند که بیانگر وجود اثرات همزمان افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت می‌باشد (جدول ۳). مقدار واریانس افزایشی کمتر از واریانس‌های غالبیت است که مبین این است که اثرات غالبیت یا فوق غالبیت در کنترل ژنتیکی این صفت دخالت دارند. تفاوت بین اجزاء غالبیت (H_1, H_2) مثبت بود که نشان‌دهنده این است که فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب در کلیه لوکوس‌ها برابر نمی‌باشد. پارامتر ژنتیکی F مثبت و معنی‌دار است بنابراین توزیع آلل‌ها در والدین متقارن نبوده و آلل‌های غالب بیشتر از آلل‌های مغلوب است. با توجه به میانگین درجه غالبیت $\sqrt{\frac{H1}{D}}$ که بزرگتر از یک است می‌توان حالت فوق غالبیت را برای این صفت در نظر گرفت.

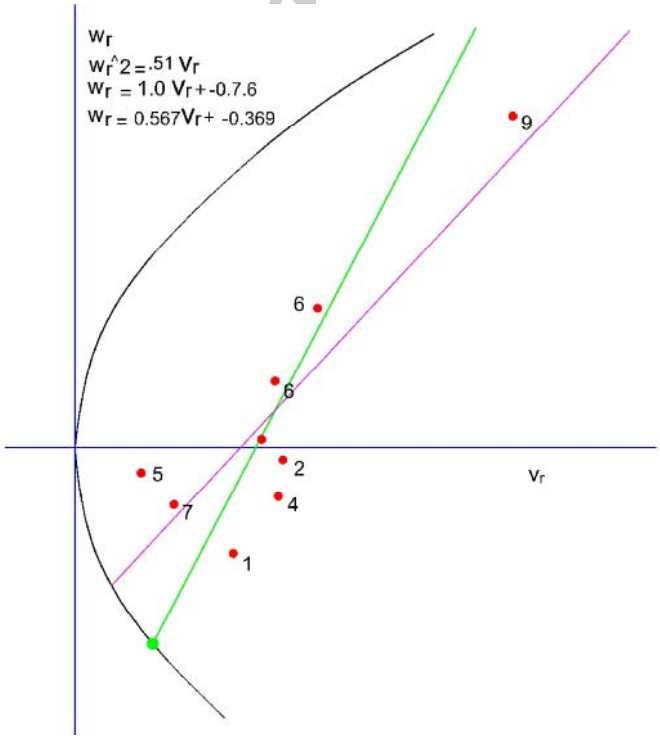
Marijanovic et al. (2007) نتایج مشابهی برای این صفت به دست آوردند. نتایج مشابه و متفاوتی برای نوع عمل ژن‌های کنترل‌کننده این صفات گزارش شده است که شاید به دلیل نوع والدین و نحوه توزیع آلل‌ها در والدین و همچنین اثر متقابل محیط × ژن‌های کنترل‌کننده آنها باشد (Rahimi & Rabiei, 2009). تعادل بین آلل‌های مثبت و منفی (UV) در والدین کمتر از ۰/۲۵ است که نشان‌دهنده عدم توزیع متقارن آلل‌های با اثر مثبت و منفی در والدین است. نسبت ژن‌های غالب به مغلوب (KD/KR) بیشتر از یک است که نشان می‌دهد فراوانی آلل‌های غالب در والدین بیشتر است. جهت غالبیت نیز منفی و معنی‌دار بود که نشان‌دهنده غالب بودن آلل‌های افزاینده می‌باشد. نسبت h2/H2 یا تعداد گروه‌های ژنی کنترل‌کننده این صفت بین ۵ تا ۶ عامل است.

به دلیل معنی‌دار شدن جزء b در این صفت تجزیه گرافیکی انجام شد. قطع محور Wr توسط خط رگرسیون

Archive of SID

www.SID.ir

در بخش منفی حاکی از وجود فوق غالبیت در کنترل این صفت می‌باشد (شکل ۶). در نتیجه برای افزایش و بهبود این صفات می‌توان از پدیده هتروزیس بهره برد. پراکنش والدین در اطراف خط رگرسیون نشان می‌دهد که والدین شماره ۵ و ۷ به دلیل نزدیک بودن به محور مختصات دارای کوچک‌ترین مقادیر Vr و Wr و یا حداکثر ژن‌های غالب هستند (۷۵ درصد) در حالی که والد شماره ۹ به دلیل دوری از محور مختصات دارای کمتر از ۲۵ درصد ژن‌های غالب می‌باشد. وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی به ترتیب ۹۳٪ و ۸٪ می‌باشد. Pal et al. (1981) وراثت‌پذیری عمومی بالایی برای تعداد شاخه فرعی گزارش کردند. وراثت‌پذیری عمومی بالا و وراثت‌پذیری خصوصی پایین و اختلاف قابل ملاحظه آنها دلالت بر سهم اندک واریانس افزایشی در مقایسه با واریانس غیرافزایشی در کنترل این صفت دارد. بنابراین انتخاب در نسل‌های اولیه نمی‌تواند چندان موفقیت‌آمیز بوده و باید به نسل‌های پیشرفته به‌نژادی موکول شود (Hashemi et al., 2008). نتایج حاصل از تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی نیز نشان می‌دهد که میانگین مربعات SCA و GCA معنی‌دار شده که نشان‌دهنده وجود اثرات غیرافزایشی و افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت می‌باشد (جدول ۴). نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی MS(GCA)/ MS(SCA) معنی‌دار نمی‌باشد که نشان می‌دهد در این صفت اثرات غیرافزایشی ژن‌ها اهمیت بیشتری دارند. همچنین ضریب بیکر نیز تا حدودی از یک فاصله دارد که دلالت بر سهم بیشتر اثرات غیرافزایشی دارد. با توجه به پایین بودن و معنی‌دار نشدن نسبت MS(GCA)/ MS(SCA) سهم اثرات افزایشی در توارث این صفت کمتر بوده و این امر منجر به پایین آمدن وراثت‌پذیری آن نیز شده است. بنابراین در اصلاح این صفت پاسخ به گزینش موفقیت‌آمیز نبوده و برنامه‌های تولید هیبرید و دورگ‌گیری ارجح‌تر می‌باشد. طبق جدول ۵ والدین ۶ و ۹ بیشترین اثرات GCA مثبت را دارا هستند.



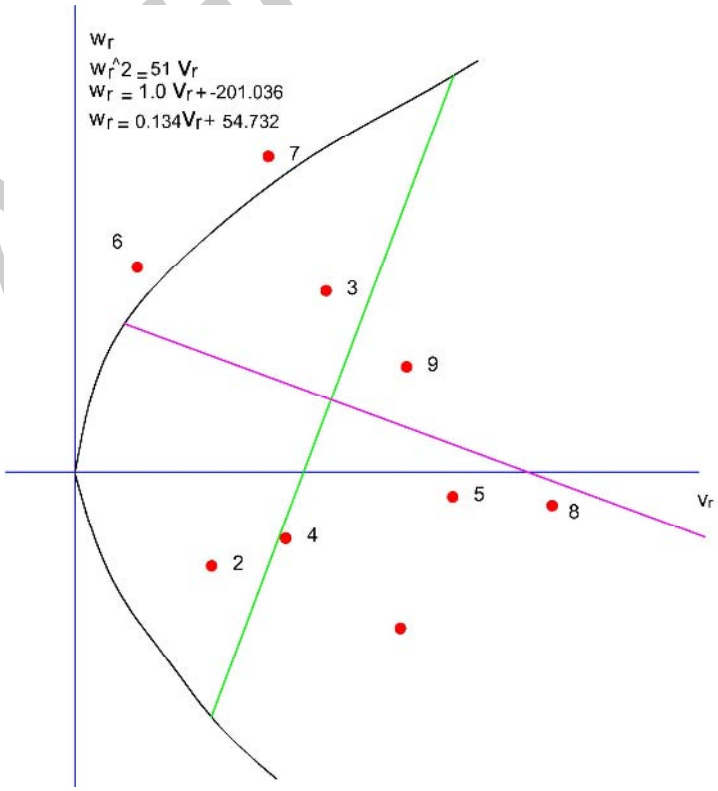
شکل ۶- خط رگرسیون و پراکنش والدین برای صفت تعداد شاخه فرعی در ژنوتیپ‌های کلزا

تعداد غلاف در بوته: معنی‌دار شدن اجزای a و b نشان می‌دهد که اثرات افزایشی و غالبیت هر دو در کنترل این صفت سهیم هستند و در میان اجزاء غیرافزایشی تنها جزء b2 که نشان‌دهنده توزیع نامتقارن ژن‌ها است، معنی‌دار شده است. واریانس افزایشی (D) معنی‌دار نگشته ولی واریانس غالبیت (H_1) معنی‌دار

www.SID.ir

گردید که بیانگر وجود اثرات غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت می‌باشد. مقدار واریانس افزایشی کمتر از مقادیر واریانس‌های غالبیت است که مبین این است که اثرات غالبیت یا فوق غالبیت در کنترل ژنتیکی این صفت دخالت دارند. همچنین تفاوت بین اجزاء غالبیت (H_1, H_2) نیز مثبت می‌باشد که نشان می‌دهد فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب کنترل‌کننده صفت در کلیه لوکوس‌ها برابر نمی‌باشد. نسبت ژن‌های غالب به مغلوب (KD/KR) بیشتر از یک است که نشان می‌دهد فراوانی آلل‌های غالب در والدین بیشتر است. جهت غالبیت نیز مثبت و معنی‌دار است یعنی والدین دارای ژن‌های افزایشی کمتری هستند و در این صورت آلل‌های کاهنده غالب می‌باشند.

به دلیل معنی‌دار شدن جزء b در این صفت تجزیه گرافیکی انجام شد. قطع محور Wr توسط خط رگرسیون در بخش مثبت حاکی از وجود غالبیت نسبی در کنترل این صفت می‌باشد (شکل ۷). بررسی Labana & Jindal (1982) در کلزا حاکی از نقش مهم اثرات غالبیت در کنترل این صفت می‌باشد. پراکنش والدین در اطراف خط رگرسیون نشان می‌دهد که والدین شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۸ به دلیل نزدیک بودن به محور مختصات دارای کوچک‌ترین مقادیر Vr و Wr و یا حداکثر ژن‌های غالب هستند (۵۰-۷۵ درصد) در حالی که والدین شماره ۹ به دلیل دوری از محور مختصات دارای کمتر از ۲۵ درصد ژن‌های غالب می‌باشد. میزان وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی این صفت به ترتیب ۸۵٪ و ۲۱٪ می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی نیز نشان می‌دهد که میانگین مربعات SCA و GCA معنی‌دار نشده که نشان‌دهنده سهم بیشتر اثرات غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت می‌باشد. نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی MS(GCA)/ MS(SCA) معنی‌دار نمی‌باشد که نشان می‌دهد در این صفت اثرات غیرافزایشی (غالبیت) در کنترل صفت دخالت بیشتری دارند. همچنین ضریب بیکر نیز تا حدودی از یک فاصله دارد که این حالت نیز بر سهم بیشتر اثرات غیرافزایشی دلالت می‌کند. در مورد این صفت نیز که واریانس ژنتیکی غیرافزایشی به افزایشی برتری دارد، تولید هیبرید حائز اهمیت بوده و توجه به آن پیشنهاد می‌شود. طبق جدول ۵ والدین ۴، ۶ و ۹ بیشترین اثرات GCA مثبت را دارا هستند.



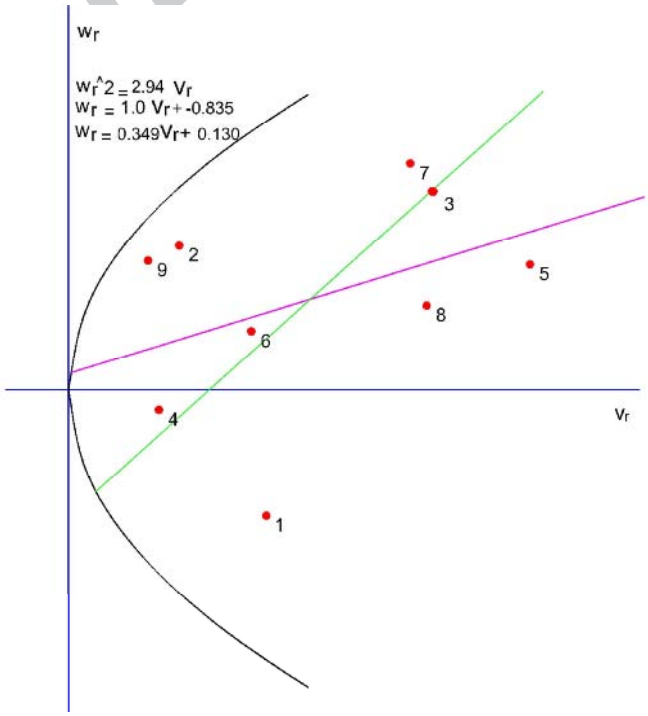
شکل ۷- خط رگرسیون و پراکنش والدین برای صفت تعداد غلاف در بوته در ژنوتیپ‌های کلزا

Archive of SID

www.SID.ir

تعداد دانه در غلاف: این صفت از صفات تعیین‌کننده عملکرد محسوب می‌شود، هرچه تعداد دانه در غلاف بیشتر باشد مخزن بزرگتری برای مواد فتوسنتز تولیدشده توسط گیاه ایجاد می‌گردد (Tayo & Morgan, 1979). در این صفت نیز معنی‌دار شدن اجزای a و b نشان می‌دهد که اثرات افزایشی و غالبیت هر دو در کنترل این صفت سهیم هستند، علاوه بر این اجزاء b_1، b_2 و b_3 نیز معنی‌دار شده‌اند که می‌توان نتیجه گرفت که در کنترل این صفت غالبیت یک جهتی تأثیر دارد (جدول ۲)، بررسی Kumar et al. (2001) نیز حاکی از برتری دو جزء واریانس غالبیت نسبت به جزء واریانس افزایشی برای صفت تعداد دانه در نخود می‌باشد. توزیع ژن‌ها نیز به صورت نامتقارن است و علاوه بر این مقداری از غالبیت باقیمانده که اجزاء b_1 و b_2 قادر به توصیف آن نیستند نیز معنی‌دار است (جدول ۳). نسبت ژن‌های غالب به مغلوب (KD/KR) بیشتر از یک است که نشان می‌دهد فراوانی آلل‌های غالب در والدین بیشتر است. جهت غالبیت نیز منفی و معنی‌دار است یعنی آلل‌های افزاینده غالب می‌باشند.

به دلیل معنی‌دار شدن جزء b در این صفت تجزیه گرافیکی انجام شد. قطع محور Wr توسط خط رگرسیون در بخش مثبت حاکی از وجود غالبیت نسبی در کنترل این صفت می‌باشد (شکل ۸). پراکنش والدین در اطراف خط رگرسیون نشان می‌دهد که والد شماره ۴ به دلیل نزدیک بودن به محور مختصات دارای کوچک‌ترین مقادیر Vr و Wr و یا حداکثر ژن‌های غالب هستند (۵۰-۷۵ درصد) در حالی که والدین شماره ۵، ۷، ۳ و ۸ به دلیل دوری از محور مختصات دارای کمتر از ۲۵ درصد ژن‌های غالب می‌باشد. میزان وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی این صفت به ترتیب ۷۰٪ و ۲۱٪ می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی نیز نشان می‌دهد که میانگین مربعات SCA و GCA معنی‌دار نشده که نشان‌دهنده سهم بیشتر اثرات غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت می‌باشد (جدول۴). نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی MS(GCA)/ MS(SCA) معنی‌دار نمی‌باشد که نشان می‌دهد در این صفت اثرات غیرافزایشی (غالبیت) در کنترل صفت دخالت بیشتری دارند. همچنین ضریب بیکر نیز تا حدودی از یک فاصله دارد که این حالت نیز بر سهم بیشتر اثرات غیرافزایشی دلالت می‌کند. در این



شکل ۸- خط رگرسیون و پراکنش والدین برای صفت تعداد دانه در غلاف در ژنوتیپ‌های کلزا

Archive of SID

www.SID.ir

صفت هیچکدام از اثرات GCA مثبت معنی‌دار نمی‌باشد (جدول ۵). کمتر بودن سهم اثر افزایشی ژن‌ها پیشنهاد می‌کند که گزینش برای این صفت نمی‌تواند موفقیت‌آمیز باشد و پاسخ به گزینش در مورد این صفت نمی‌تواند دیده شود. در مورد این صفت نیز استفاده از دورگ‌گیری و بهره‌برداری از هتروزیس توصیه می‌شود.

شاخص کلروفیل برگ: معنی‌دار نشدن جزء a و معنی‌دار شدن جزء b نشان‌دهنده اهمیت نقش اثرات غالبیت در کنترل این صفت می‌باشد (جدول۲). واریانس افزایشی (D) معنی‌دار نگشته ولی واریانس غالبیت (H_1) معنی‌دار گردید که بیانگر وجود اثرات غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت می‌باشد (جدول ۳). تفاوت بین اجزاء غالبیت (H_1, H_2) مثبت بود که نشان‌دهنده این است که فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب در کلیه لوکوس‌ها برابر نمی‌باشد. پارامتر ژنتیکی F معنی‌دار نشده، لذا با توجه به این پارامتر نمی‌توان در خصوص توزیع آلل‌ها در والدین نظری داد. میانگین درجه غالبیت برای عملکرد بیشتر از ۱ بود که مبین حالت فوق غالبیت برای ژن‌های کنترل‌کننده این صفت بود. تعادل بین آلل‌های مثبت و منفی (UV) در والدین کمتر از ۰/۲۵ است که نشان‌دهنده عدم توزیع متقارن آلل‌های با اثر مثبت و منفی در والدین است. نسبت ژن‌های غالب به مغلوب (KD/KR) بیشتر از یک است که نشان می‌دهد فراوانی آلل‌های غالب در والدین بیشتر است. جهت غالبیت نیز منفی و معنی‌دار بود که نشان‌دهنده غالب بودن آلل‌های افزاینده می‌باشد. به دلیل معنی‌دار شدن جزء b در این صفت تجزیه گرافیکی انجام شد. قطع محور Wr توسط خط رگرسیون در بخش منفی حاکی از وجود فوق غالبیت در کنترل این صفت می‌باشد (شکل ۹). در نتیجه برای افزایش و بهبود این صفات می‌توان از پدیده هتروزیس بهره برد. پراکنش والدین در اطراف خط رگرسیون نشان می‌دهد که والدین شماره ۵، ۴ و ۸ به دلیل نزدیک بودن به محور مختصات دارای کوچک‌ترین مقادیر Vr و Wr و یا حداکثر ژن‌های غالب هستند (۷۵ درصد) در حالی که والدین شماره ۶ و ۹ به دلیل دوری از محور مختصات دارای کمتر از ۲۵ درصد ژن‌های غالب می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی نیز نشان می‌دهد که میانگین مربعات GCA در این صفت معنی‌دار نشده ولی میانگین مربعات SCA معنی‌دار شده است (جدول ۴). بنابراین انتخاب باعث بهبود ژنتیکی این صفت نخواهد شد و یا مقدار آن بسیار اندک خواهد بود (Teklewold & Becker, 2005). همچنین دور بودن ضریب بیکر از یک نشان‌دهنده این است که نقش اثرات SCA در پیش‌بینی نتاج بیشتر است. هرگاه میانگین مربعات ترکیب‌پذیری خصوصی بزرگتر از میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی‌باشد، مقدار عددی واریانس افزایشی منفی برآورد می‌شود (Singh & Chaudhary, 1995). در این صفت نیز به دلیل بزرگتر بودن مقدار عددی SCA از GCA واریانس افزایشی منفی برآورد شده است (جدول ۵). اثرات SCA بیانگر انحراف از غالبیت در مدل های تک ژنی گریفینگ و هیمن می‌باشد. این اثر نشان‌دهنده ترکیب‌پذیری خصوصی بالاست که منجر به ایجاد بالاترین وضعیت در برخی از تلاقی‌های بخصوص می‌شود.

طول غلاف: معنی‌دار شدن اجزای a و b نشان می‌دهد که اثرات افزایشی و غالبیت هر دو در کنترل این صفت سهیم هستند (جدول۲). پارامترهای ژنتیکی واریانس افزایشی (D) و واریانس غالبیت (H_1) معنی‌دار گردید که بیانگر وجود اثرات همزمان افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت می‌باشد (جدول۳).

تفاوت بین اجزاء غالبیت (H_1, H_2) نیز مثبت می‌باشد که نشان می‌دهد فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب کنترل‌کننده صفت در کلیه لوکوس‌ها برابر نمی‌باشد. مقدار واریانس افزایشی بیشتر از مقادیر واریانس‌های غالبیت است که مبین این است که اثرات افزایشی در کنترل ژنتیکی این صفت دخالت دارند. نسبت ژن‌های غالب به مغلوب (KD/KR) کمتر از یک است که نشان می‌دهد فراوانی ژن‌های مغلوب در والدین بیشتر است. جهت غالبیت نیز مثبت و معنی‌دار است که نشان می‌دهد آلل‌های کاهنده غالب می‌باشد. با توجه به میانگین درجه غالبیت $\sqrt{H1/D}$ که برای صفت طول غلاف کوچک‌تر از ۱ بود برای این صفات می‌توان حالت غالبیت نسبی را در نظر گرفت. در مورد این صفت به نظر نمی‌رسد بتوان از طریق دورگ‌گیری آنها را افزایش

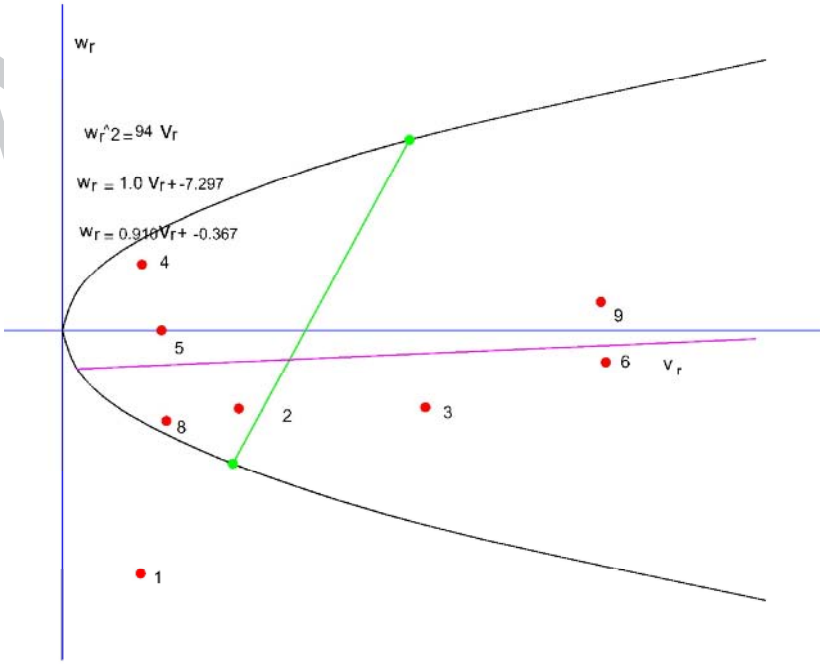
Archive of SID

www.SID.ir

داد، بلکه بایستی این صفت از طریق اصلاح والدین در نسل‌های اولیه برای این صفت و استفاده از والدین با مقادیر زیاد این صفت بهبود یابند (Chogan et al., 2007).

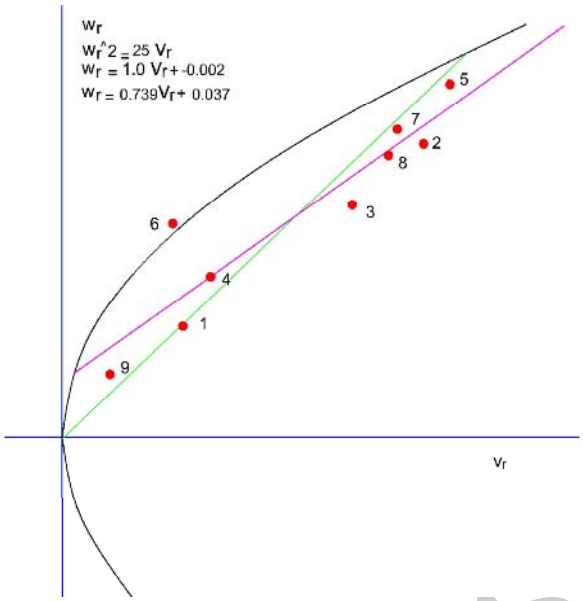
به دلیل معنی‌دار شدن جزء b در این صفت تجزیه گرافیکی انجام شد. قطع محور Wr توسط خط رگرسیون در بخش مثبت نیز حاکی از وجود غالبیت نسبی در کنترل این صفت می‌باشد (شکل ۱۰). پراکنش والدین در اطراف خط رگرسیون نشان می‌دهد که والد شماره ۴ به دلیل نزدیک بودن به محور مختصات دارای کوچک‌ترین مقادیر Vr و Wr و یا حداکثر ژن‌های غالب هستند (۷۵ درصد) در حالی که والدین شماره ۱، ۴، ۳ و ۶ به دلیل دوری از محور مختصات دارای کمتر از ۲۵ درصد ژن‌های غالب می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی نیز نشان می‌دهد که میانگین مربعات SCA و GCA معنی‌دار شده که نشان‌دهنده وجود اثرات غیرافزایشی و افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت می‌باشد (جدول ۴). نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی MS(GCA)/ MS(SCA) معنی‌دار می‌باشد که نشان می‌دهد در این صفت اثرات افزایشی ژن‌ها در توارث این صفت در مقایسه با اثرات غالبیت اهمیت بیشتری دارند. معنی‌دار نشدن واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی برخی صفات از جمله طول غلاف بیانگر نقش اثرات افزایشی ژن در کنترل این صفات می‌باشد. برای بهبود این گونه صفات می‌توان از روش‌های اصلاحی که در ارتباط با جزء افزایشی واریانس می‌باشند، استفاده نمود. همچنین نزدیک بودن ضریب بیکر به یک نشان‌دهنده این است که پیش‌بینی نتاج از طریق محاسبه GCA امکان‌پذیر می‌باشد. طبق جدول ۵ والدین ۲، ۱ و ۴ بیشترین اثرات GCA مثبت را دارا هستند.

پایداری غشاء سلولی: در مورد صفت پایداری غشاء سلولی تنها جزء a معنی‌دار شده که نشان‌دهنده وجود اثرات افزایشی در کنترل این صفت می‌باشد (جدول ۲). با توجه به معنی‌دار نشدن جزء b در این صفت نیز امکان برآورد پارامترهای ژنتیکی و انجام تجزیه گرافیکی امکان‌پذیر نمی‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی نشان می‌دهد تنها میانگین مربعات GCA معنی‌دار شده و این امر بیانگر وجود اثرات افزایشی در مورد این صفت است (جدول۴)، همچنین نزدیک بودن ضریب بیکر به یک بر سهم بیشتر اثرات افزایشی در کنترل این صفت تأکید می‌کند. Mohammadi (2007) در مطالعه این صفت بر روی گندم نان اثرات غالبیت را نسبت به اثرات افزایشی



شکل ۹- خط رگرسیون و پراکنش والدین برای صفت شاخص کلروفیل برگ در ژنوتیپ‌های کلزا

www.SID.ir



شکل ۱۰- خط رگرسیون و پراکنش والدین برای صفت طول غلاف در ژنوتیپ‌های کلزا

مهم‌تر دانست. در مورد اصلاح این صفت به دلیل سهم بیشتر اثرات افزایشی گزینش انفرادی یا توده‌ای توصیه می‌شود.

نتایج این تحقیق نشان داد که اگرچه ژن‌های با هر دو نوع اثر افزایشی و غیرافزایشی در کنترل صفات مورد مطالعه نقش داشتند، اما سهم هریک از این اثرها در کنترل هر یک از صفات متفاوت بود.

پراکنش والدین در اطراف خط رگرسیون نشان داد که برای اکثر صفات والدین شماره ۱، ۲، ۳ و ۵ دارای ژن‌های غالب بیشتری نسبت به سایر ارقام هستند، در حالی که والد شماره ۹ ژن‌های مغلوب بیشتری برای اکثر این صفات دارد. در مورد والدینی که دارای آلل‌های مغلوب هستند، نبایستی با افراد واجد مقدار پایین صفات تلاقی داده شوند.

REFERENCES

1. Afarinesh, A., Farshadfar, E. & Chogan, R. (2003). Genetic analysis of drought tolerance in maize (*Zea mays* L.) using diallel method. *Seed and Plant*, 20(4), 457-473. (In Farsi).
2. Akbar, M. T., Atta, B. M. & Hussain, M. (2008). Combining ability studies in *Brassica napus* L. *International Journal of Agriculture Biology*, 10, 205-8.
3. Ali, N., Javidfar, F., Jafarieh, E. & Mirza, M. Y. (2003). Relationship among yield components selection cretira for yield important in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 35(2), 167-174, 2003.
4. Amiri Oghan, H., Moghaddam, M., Ahmadi, M. R. & Davari, S. J. (2003). Investigation of gene action and heritability of stress resistance indexes in rapeseed. *Journal of Iran Agriculture Science*, 35, 73-83. (In Farsi).
5. Amiri Oghan, H., Moghaddam, M., Ahmadi, M. R., Valizadeh, M. & Shakiba. M. R. (2002). Heritability of seed yield and yield components in rapeseed (*Brassica napus*) under drought stress and normal conditions. *Seed and Plant*, 18, 179-199. (In Farsi).
6. Baker, R. J. (1987). Issues in diallel analysis. *Crop Sicence*, 18, 533-536.
7. Cheema, K. L. & Sadaqat, H. A. (2004). Potential and genetic basis of drought tolerance in canola (*Brassica napus*): I. Generation mean analysis for some phenological and yield components. *International Journal of Agriculture Biology*, 6, 74-81.
8. Chogan, R., Zamani, M. & Nasiri, B. (2007). Heterosis and combining ability of some quantitave traits in rice using diallel method. *Journal of Iranian Agricultural Science*, 36(4), 603-614. (In Farsi).
9. Ehdaie, B. & Ghaderi, A. (1976). *Diallel method*. Shahid Chamran University Press.
10. Farshadfar, E. (1998). *Application of biometrical genetics in plant breeding*. (1st ed.) Razi University of Kermanshah Publications. Pp. 527. (In Farsi).
11. Griffing, B. (1956). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing

Archive of SID

www.SID.ir

system. *Australian Journal of Biological Science*, 9, 463-439
12. Hallauer, A. R. & Eberhart, S. A. (1966). Evaluation of synthetic varieties of maize for yield. *Crop Science*, 6, 423-427.
13. Hashemi, A., Nematzadeh. G. A., Babaeian Jelodar, N. & Ghasemi, O. (2008). Study of gene effects for quantitative traits in rapeseed via diallel analysis. *Journal of Agriculture Science and Natural Resources*, 15(4), 81-96. (In Farsi).
14. Hayman, B. I. (1954a). The analysis of variance of diallel crosses. *Biometrics*, 10, 235-244.
15. Hayman, B. I. (1954b). The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*, 39, 789-809.
16. Islam, M. S., Srivastava, P. S. L. & Deshmukh, P. S. (1998). Genetic studies on drought tolerance in wheat. I. Relative leaf water content memberance stability and stomatal frequency. *Annals of Agricultural Research*, 19(4), 458-462.
17. Jinks, J. L. & Hayman, B. L. (1953). The analysis of diallel crosses. *Maize Genetic Crop News*, 27(1), 48-54.
18. Johnson, G. R. (1973). Diallel analysis of leaf area heterosis and relationships to yield in maize. *Crop Science*, 13, 178-180.
19. Jorgenson, R. B., Andersen, B., Landbo, L., Mikelsen, T. R., Dias, J. S., Ceute, I. & Monteriro, A. A. (1997). Spontananeous hybridization between oilseed rape (*Brassica napus* L.) and weedy relatives. *Journal of Oil seed Research*, 12, 180-183.
20. Kocheva, K. & Gorgiev, G. (2003). Evaluation of the reaction of two contrasting barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars in response to osmotic stress with PEG 6000. *Bulgarian Journal of Plant physiology*, 290-294.
21. Krishna, R. R., Katiyar, P. & Ahmad, Z. (1979). Fractional diallel analysis for combining ability in Bengal gram. *Indian Journal of Genetics*, 39(2), 171-177
22. Kumar, P., Yadav, T. P., Raj, L., Gupta, S. K., Thakral, N. K., Kumar, P. & Raj, L. (1997). Combining ability and heterosis for oil content in toria (*B. campestris*). *Cruciferae Newsletter*, 19, 87-8
23. Kumar, S., Van Rheenen, H. A. & Singh, O. (2001). Genetic Analysis of growth rate and progress towards flowering in chickpea. *Indian Journal of Genetics*, 61(1), 45-49
24. Labana, K. S. & Jindal, S. K. (1982). Genetics of seed yield and its components in Indian colza. *Indian Journal of Agriculture Science*, (Abstract).
25. Marijanovic-Jeromela, A., Marinkovic, R. & Miladinovic, D. (2007). Combining abilities of rapeseed (*Brassica napus* L.) varieties. *Genetika*, 39(1), 53-62.
26. Marinkovic, R., Jeromila, A. & Marjanovic, R. (1998). Genetic control of plant height and height to the first lateral branch in rapeseed (*Brassica napus* L.). In: Proceedings of *the 2nd balkan symposium on field crops*, 16-20 June, Novi Sad, Yugoslavia.
27. Mather, K. & Jinks, J. L. (1982). *Biometrical Genetics*. (3rd ed.). Chapman and Hall, London, UK.
28. Micheal, J., Harpel, K. & Pooni, S. (1998). *Genetic analysis of quantitative traits*. Reprinted in by study, thornes (publisher) Ltd. Pp. 96-111.
29. Mohammadi, M. (2007). *Genetic study of charecters related to drought tolerance in bread wheat by using diallel method*. M. Sc. dissertation. Razi University of Kermanshah.
30. Mohammadi, A. A., Saeidi, G. & Arzani, A. (2010). Genetic analysis of some agronomic traits in flax (*Linum usitatissimum* L.). *Australian Journal of Crop Science*, 4(5), 343-352.
31. Moll, R. H. & Stuber, C. W. (1974). Quantitative genetics: Imperical results relevant to plant breeding. *Adv Agronomy*, 26, 277-313.
32. Morley-Jones, R. (1965). Analysis of variance of the half-diallel table. *Heredity*, 20, 117-121.
33. Omidi, H., Tahmasebi Sarvestani, Z., Ghalavand, A. & Modarres Sanavi, S. A. M. (2005). Evaluation of tillage systems and row distances on grain yield and oil content in two canola (*Brassica napus*) cultivars. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 7(2), 97-111. (In Farsi).
34. Patel, J. D., Elhalwagy, M., Falak, I. & Tulsieram, L. (1991). S1 per se recurrent selection in three spring canola (*Brassica napus* L.). In: Proceedings of *the 10th international rapeseed congress*. Canberra-Australia (CD).
35. Pourdad, S. S. & Sachan, J. N. (2003). Study in Heterosis and inbreeding depressing in Agronomic and oil quality characters of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Seed and Plant*, 19, 29-33.
36. Rabiei, B. & Bayat, M. (2009). A study of seed germination and seedling growth indices of rape (*Brassica napus* L.) cultivars through seed vigour tests. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 40(2), 93-105. (In Farsi).
37. Rahimi, M. & Rabiei, B. (2009). Estimation of gene action and heritability of important agronomic traits in rice (*Oryza sativa* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 10 (40), 362-376. (In Farsi).
38. Rameah, V., Rezai, A. & Saeidi, G. (2003). Estimation of genetic parameters for yield, yield components and glucosinolate in rapeseed (*Brassica napus* L.). *Journal of Agriculture Science and Technology*, 5,

Archive of SID

www.SID.ir

143-151. (In Farsi).
39. Sachan, J. N. & Singh, B. (1998). Genetic analysis of quantitative characters in a cross of Indian mustard. *Indian Journal of Agricultural Science*, 58, 176-9.
40. Sheoran, R. K., Yadav, I. S., Singh. A., Singh, R., Singh, A. & Singh, R. (2000). Combining ability analysis for various characters in brown sarson (*B. campestris* L.). *Cereal Reserach Communication*, 28, 81-6.
41. Singh, M., Lallu, R. L., Srivastava, R. K. & Singh, M. (2002). Combining ability studies for seed yield its component characters and oil content in Indian mustard (*Brassica juncea* L.). *Progressive Agriculture*, 2, 125-8.
42. Singh, R. K. & Chaudhary, B. D. (1995). Biometrical *methods in quantitative genetic analysis*. Kalayani SXEOLVKHU 1HZ' HOKL/ XGKLDQD ,QGLD 3S
43. Stamer, K. P., Brown, J. & Davis, J. B. (1998). Heterosis in spring canola hybrids grown in Northern Idaho, *Crop Science*, 38, 376-380.
44. Teklewold, A. & Becker, H. C. (2005). Heterosis nd combining ability in a diallel crossof Ethiopian mustard inbred lines. *Crop Science*, 45, 2629-2635.
45. Wang, W. R., Liu, H. J., Fang, G. H., Zhao, H., Li, Y. L., Qian, X. F. & Sun, C. C. (1999). Analysis of hetrosis and combinig abilities of five rapeseed cultivars (lines) in *Brassica napus* L. *Acta Agriculture Shanghai*, 15(2), 45-50.

Archive of SID

www.SID.ir