مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد پانزدهم، شماره چهارم، ۱۳۸۷
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

بررسی اثرات ژن در کنترل صفات کمی در کلزا از طریق تجزیه و تحلیل دای‌آلل

*آمنه سادات هاشمی[۱]، قربانعلی نعمت‌زاده[۲]، نادعلی بابائیان‌جلودار[۲]، امید قاسمی‌چپی[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، [۲]استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، [۳]کارشناس‌ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران

تاریخ دریافت: ۸۵/۱۰/۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۶/۲

چکیده

جهت تعیین ترکیب‌پذیری، وراثت‌پذیری و اثرات ژن درکنترل صفات کمی گیاه کلزا آزمایشی با شش رقم کلزا (فوستو، آپشن ۵۰۰، کریستینا، گولیاث، شیرالی و پ. ف-٤٥٧٠/٩١) در یک سیستم دای آلل کامل انجام گرفت. پس از تهیه جامعه در حال تفکیک نسل دوم (F_2)، آزمایش در قالب طرح لاتیس ساده با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات زراعی قراخیل (مازندران) پیاده گردید و محاسبات آماری براساس روش اول و مدل I گریفینگ انجام پذیرفت. برآورد اجزای واریانس، مؤید این بود که میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای همه صفات، به‌جز عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته، معنی‌دار بودند. میانگین مربعات تلاقی معکوس نیز برای همه صفات، به‌جز تعداد دانه در غلاف و تعداد انشعاب، از نظر آماری معنی‌دار بودند. این موضوع نشان‌دهنده اثر افزایشی و غیرافزایشی در کنترل همه صفات، بجز تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه است. وجود درجه غالبیت بیش از یک برای همه صفات و قابلیت توارث‌پذیری خصوصی پایین برای آنها، نشان‌دهنده اهمیت بیشتر اثرات غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی اغلب خصوصیات مورد مطالعه می‌باشد. به‌طورکلی رقم آپشن ۵۰۰ و کریستینا، بهترین والد از نظر ترکیب‌پذیری عمومی و تلاقی گولیاث × پ. ف-٤٥٧٠/٩١ بهترین دورگ از نظر ترکیب‌پذیری خصوصی بودند.

واژه‌های کلیدی: کلزا، اثرات ژن، ترکیب‌پذیری، دای‌آلل، همبستگی

مقدمه

میزان عملکرد در واحد سطح، یکی از مهم‌ترین عوامل مورد بررسی در اصلاح گیاهان زراعی از جمله گیاه صنعتی کلزا[۱] می‌باشد. اصلاح عملکرد، بدون مطالعه ژنتیکی و درک صحیح نحوه کنترل ژنتیکی صفات، امکان‌پذیر نیست، و برای انتخاب والدین و بهترین تلاقی‌ها و روش اصلاحی، باید اثرات ژن‌ها در کنترل صفات به خوبی، تجزیه و تحلیل شوند. بدین منظور می‌توان از تکنیک تلاقی دای‌آلل[۲] استفاده نمود (جینکز و هیمن، ۱۹۵۳؛ هیمن، ۱۹۵٤؛ گریفینگ، ۱۹۵٦). تجزیه و تفسیر روش گریفینگ (۱۹۵٦) به آسانی صورت می‌گیرد، به همین دلیل کاربرد بیشتری دارد، اما روش هیمن

*- مسئول مکاتبه: a_hashemi2004@yahoo.com

1- *Brassica napus* L.

2- Diallel

Archive of SID
www.SID.ir

(۱۹۵٤) به‌خصوص در جمعیت‌های هموزایگوت[1] تجزیه و تفسیر پیچیده‌تری دارد (مارسلو و همکاران، ۲۰۰۳). روش هیمن علاوه‌بر پارامترهای ژنتیکی، قادر به تحلیل گرافیکی پارامترها است. به این ترتیب اطلاعات مفیدی برای تجزیه و تحلیل ژنتیکی فراهم می‌شود. ارزیابی تفاوت بالقوه ماهیت ژنتیکی ارقام در کنترل صفات و تفکیک آن‌ها به قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی، را اسپاراکوس و تاتوم (۱۹٤۲) و اثرات معکوس تلاقی را گریفینگ (۱۹۵٦) بیان کرده‌اند. محققان یاد شده به این نتیجه رسیدند که اثرات ترکیب‌پذیری عمومی[2] (GCA) و در نتیجه عمل افزایشی[3] ژن و اثرات ترکیب‌پذیری خصوصی[4] (SCA) در نتیجه عمل غیرافزایشی[5] ژن می‌باشد.

جرومِلا و همکاران (۲۰۰۷) اثرات GCA و SCA را در ۵ واریته کلزا، در قالب تلاقی دای‌آلل بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که اثر GCA برای همه صفات بجز عملکرد دانه معنی‌دار است. همچنین سهم اثرات غیرافزایشی برای ارتفاع بوته بیشتر از اثرات افزایشی ژن بود. نسیمی و همکاران (۲۰۰٦) اثرات GCA و SCA معنی‌داری را برای صفات زمان گلدهی، تعداد انشعاب و تعداد غلاف در بوته به‌دست آوردند، اما فقط اثر GCA برای ارتفاع بوته معنی‌دار شد. خان و خان (۲۰۰۵) ۵ واریته کلزا را در همه حالات ممکن تلاقی داده، پارامترهای ژنتیکی صفات تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه، تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه را بررسی کردند. برآورد اجزای واریانس نشان داد که اثرات غیرافزایشی ژن نسبت به اثرات افزایشی از اهمیت بیشتری دارند. برآورد وراثت‌پذیری خصوصی خیلی پایین برای صفت تعداد دانه در غلاف نشان‌دهنده اهمیت اثر غیرافزایشی برای این صفت است، در حالی که صفات دیگر وراثت‌پذیری خصوصی، متوسط نشان دادند. مالیک و همکاران (۲۰۰٤) در یک تجزیه دای‌آلل ۷×۷ یک‌طرفه عملکرد و اجزای آن را مطالعه کردند. آن‌ها دریافتند که اثرات ژن غیرافزایشی برای همه صفات وجود دارد، در حالی‌که اثر افزایشی ژن برای ارتفاع گیاه، انشعابات اولیه و ثانویه و تعداد غلاف در شاخه اصلی مهم است. امیری اوغان و همکاران (۲۰۰۳) با استفاده از طرح تلاقی دای‌آلل، عملکرد ۲۸ ژنوتیپ[6] متشکل از ۲۱ ژنوتیپ نسل F_2 و هفت والد را تحت شرایط تنش خشکی و بدون تنش بررسی کردند. تجزیه دای‌آلل هر دو عمل افزایشی و غیرافزایشی ژن را در کنترل عملکرد دانه در هر دو شرایط محیطی نشان داد. میانگین درجه غالبیت و تحلیل اجزای واریانس، اثر فوق غالبیت[7] و در نتیجه اهمیت بیشتر غالبیت ژنی را در کنترل عملکرد دانه نشان داد. والدین مورد مطالعه از نظر عملکرد دانه، دارای آلل‌های غالب بیشتری نسبت به آلل‌های مغلوب بودند. رامئه و همکاران (۲۰۰۳) ۸ ژنوتیپ کلزا را برای برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات تعداد غلاف در ساقه اصلی، تعداد غلاف در بوته، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه و عملکرد دانه، بررسی کردند. تجزیه واریانس، اثرات GCA و SCA برای همه صفات به غیر از وزن هزار دانه معنی‌دار بود. برای وزن هزار دانه فقط اثر GCA معنی‌دار گردید. قابلیت توارث‌پذیری خصوصی بالا برای وزن هزار دانه، نشان‌دهنده اهمیت بیشتر اثرات افزایشی، در کنترل ژنتیکی این صفات است. تاکور و ساگوال (۱۹۹۷) در یک تجزیه دای آلل نیمه، میانگین مربعات GCA و SCA را برای عملکرد و اجزای آن معنی‌دار گزارش کردند و پیشنهاد کردند که هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی در کنترل این صفات موثرند. پزکزولا (۱۹۹۳) اثرات ترکیب‌پذیری خصوصی معنی‌داری را در برخی تلاقی‌ها، برای صفات عملکرد دانه و وزن هزار دانه مشاهده کردند. آن‌ها همچنین اثرات معکوس معنی‌داری را برای این صفات

1- Hemozygot
2- General Combining Ability
3- Additive
4- Specific Combining Ability
5- Non additive

5- Genotype
6- Over dominance

Archive of SID

www.SID.ir

گزارش کردند. محققان دیگر نیز در اهمیت بیشتر اثرات افزایشی را نسبت به اثرات غیرافزایشی در صفاتی مثل زمان گلدهی (رینگدال و همکاران، ۱۹۸٦)، عملکرد (مهروترا و همکاران، ۱۹۷۸؛ کویان و همکاران، ۲۰۰۳)، ارتفاع بوته، طول غلاف و وزن هزار دانه در کلزا (هبتی نک، ۱۹۹۳) گزارش کردند، اما برخی محققان، اهمیت اثرات غیر افزایشی را در صفات زمان گلدهی و عملکرد دانه (سینگ و یاداو، ۱۹۸۰)، تعداد شاخه‌های فرعی (گروس و همکاران، ۱۹۹۲) و ارتفاع بوته (داهانایاک و گالوی، ۲۰۰٤؛ کودلا، ۱۹۹۳) بیشتر از اثر افزایشی ژن، نشان داده‌اند.

قابلیت ترکیب‌پذیری را می‌توان با مطالعه نسل‌های F_1 و F_2 برآورد نمود و از آن به‌عنوان معیار انتخاب والدین و تلاقی، در برنامه اصلاحی استفاده کرد. تجزیه و تحلیل ترکیب‌پذیری صفات کمی در جوامع F_1 و F_2 را گزارش کردند (امیری اوغان و همکاران، ۲۰۰۳؛ استارمر و همکاران، ۱۹۹۸؛ کرزیمانسک و همکاران، ۱۹۹٤؛ گروس و همکاران، ۱۹۹۲) گزارش کردند. کرزیمانسک و همکاران (۱۹۹٤) با مقایسه نسل‌های F_1 و F_2 حاصل از تلاقی دای آلل در کلزا، دریافتند که اثرات ترکیب‌پذیری خصوصی برای عملکرد دانه در نسل اول معنی‌دار و در نسل دوم غیرمعنی‌دار بود. جاوید و همکاران (۲۰۰۱) نیز بیان کردند که جمعیت F_2 و نسل‌های بالاتر می‌توانند به‌طور مؤثری برای ارزیابی ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) در صفات کمی، مؤثر باشند، اما برآورد ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) پایداری کم و فقدان قابلیت تکرارپذیری را در نسل‌های بالاتر نشان می‌دهد. بولار و همکاران (۱۹۷۹) نشان دادند که ارزیابی نسل‌های F_2 و F_3 نسبت به نسل F_1 تخمین بهتری از قابلیت ترکیب‌پذیری ارائه می‌دهند.

در اصلاح نباتات، همبستگی بین صفات اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا میزان و نوع رابطه ژنتیکی بین دو یا چند صفت را اندازه‌گیری می‌کند. رامئه و همکاران (۲۰۰۳) و کندیل و همکاران (۱۹۹٤) برای صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد غلاف در شاخه اصلی و وزن هزار دانه با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان دادند.

هدف از این مطالعه، بررسی قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی، تجزیه گرافیکی، عمل ژن و اهمیت سهم اثرات افزایشی و غالبیت و همبستگی برای صفات مهم زراعی، شامل عملکرد دانه کلزا و اجزای آن در یک تلاقی دای‌آلل ٦×٦ می‌باشد. این اطلاعات در انتخاب روش مناسب اصلاح و همچنین انتخاب والدین و دورگ‌های مطلوب در برنامه‌های اصلاحی کلزا بسیار اهمیت دارد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی: تعداد ۲۵ ژنوتیپ با تنوع بسیار، از موسسه اصلاح بذر کشور(کرج) انتخاب و ارزیابی شدند. در میان این ۲۵ ژنوتیپ، ٦ ژنوتیپ به‌صورت تصادفی انتخاب شدند. قابل توجه است که به دلیل ماهیت ژنتیکی و سیستم آمیزشی (خودگشن) گیاه کلزا و محدودیت تولید بذر F_1، از جامعه F_2 در کنار والدین به جای جامعه F_1 در کنار والدین استفاده گردید. بنابراین تعداد ۳۰ نتاج نسل F_2 حاصل از تلاقی مستقیم و معکوس ٦ رقم کلزا شامل فوستو[1]، آپشن ۵۰۰[2]، گولیاث[3]، کریستینا[4]، شیرالی[5] و پ. ف-٤٥٧٠/٩١[6] در قالب طرح لاتیس ساده با سه تکرار بررسی شدند. این آزمایش، در مزرعه ایستگاه تحقیقات زراعی قراخیل مازندران واقع در قائم‌شهر با طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ٤٦ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳٦ درجه ۲۷ دقیقه و ارتفاع ۱٤/۷ متر از سطح دریا در سال زراعی ۸٤-۱۳۸۳ اجرا شد. عملیات زراعی متداول، شامل آماده‌سازی زمین، سم پاشی و کوددهی به مقادیر

1- Foseto
2- Option500
3- Gholiath
4- Kristina
5- Shiralee
6- P.F-4570/91

Archive of SID

www.SID.ir

۱۳۰ کیلوگرم در هکتار ازت، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر در طول فصل رشد گیاه انجام شد. هر کرت متشکل از ۳ ردیف ۳ متری به فاصله ٤٠ سانتی‌متر بین ردیف و ۷ سانتی‌متر روی ردیف بود. صفات اندازه‌گیری شده شامل این موارد بود: ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، تعداد غلاف در بوته، تعداد غلاف در شاخه اصلی، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف (سانتی‌متر)، تعداد انشعاب، طول شاخه اصلی (سانتی‌متر)، زمان ۵۰ درصد گلدهی (روز)، وزن هزار دانه (گرم) و عملکرد دانه (گرم در مترمربع).

محاسبات آماری: تجزیه واریانس داده‌ها براساس طرح لاتیس ساده در سه تکرار صورت گرفت. از مدل I و روش اول گریفینگ (۱۹۵٦) برای تجزیه واریانس دای آلل و برآورد پارامترهای ژنتیکی از جمله میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی، نسبت میانگین مربعات GCA/SCA، درجه غالبیت و توارث‌پذیری خصوصی و عمومی استفاده گردید.

برای محاسبه واریانس افزایشی و غالبیت از فرمول‌های زیر استفاده شد (گریفینگ، ۱۹۵٦):

$$\sigma^2 A = \frac{4}{1+F}\sigma^2 gca \qquad (۱$$

$$\sigma^2 D = \frac{4}{(1+F)^2}\sigma^2 sca \qquad (۲$$

که در آن σ^2_{gca} و σ^2_{sca} به‌ترتیب واریانس قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی و F ضریب همخونی[1] است. در این مطالعه به‌دلیل استفاده از جمعیت F_2 مقدار ضریب همخونی ۰/۵ در نظر گرفته شد.

همچنین صفاتی که میانگین مربعات اثرات معکوس آن‌ها معنی‌دار نشد، براساس روش هیمن (۱۹۵٤) نیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. بدین‌ترتیب جزء افزایشی (D)، غالبیت (H_1 و H_2) و میانگین کوواریانس اثرات افزایشی و غالبیت برروی تمام نتاج (F) محاسبه گردید، اما به علت یک نسل خودگشنی برای به‌دست آوردن F_2، ضریب F و H نصف معیارهای نمونه‌ای F_1 و ضرایب H_1 و H_2 ربع معیارهای نمونه‌ای F_1 است. بنابراین میانگین درجه غالبیت، نسبت ژن‌های مثبت و منفی و نسبت ژن‌های غالب و مغلوب به‌ترتیب به‌صورت روابط زیر محاسبه می‌شود (جینکز، ۱۹۵٦):

۳) میانگین درجه غالبیت = $\sqrt{1/4\, H_1 / D}$

٤) $H_2 / 4H_1$ نسبت ژن‌هایی که دارای اثرات مثبت و منفی در والدین هستند

۵) نسبت ژن‌های غالب و مغلوب = $(KD/KR) = \dfrac{\sqrt{DH_1} + 1/2\, F}{\sqrt{DH_1} - 1/2\, F}$

نتایج و بحث

کارآیی طرح لاتیس سه گانه نسبت به طرح بلوک کامل تصادفی برتری نشان نداد، بنابراین تجزیه واریانس براساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. براساس نتایج تجزیه واریانس، اختلاف بسیار معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها مشاهده گردید که حاکی از پتانسیل و تفرق ژنتیکی بالا در صفات مورد مطالعه است. بنابراین استفاده از مدل افزایشی- غالبیت برای تجزیه ژنتیکی از طریق دای‌آلل امکان‌پذیر گردید. ضریب تغییرات برای تمام صفات کمتر از ۱۱ درصد بود. کم بودن ضریب تغییرات صفات حاکی از وجود دقت مناسب در اجرای آزمایش می‌باشد (جدول ۱).

اثرات ترکیب‌پذیری: با توجه به جدول۲، میانگین مربعات قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) برای همه صفات به جز عملکرد دانه در هکتار و تعداد غلاف در بوته معنی‌دار شده بود. مقادیر اثرات قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی (G_i) ارقام آزمایشی برای صفات مختلف و نتایج آزمون آن‌ها به روش t- استیودنت[2] در جدول ۳ ارائه شده است. زمانی که اثرات ترکیب‌پذیری عمومی در دو حد مثبت و منفی معنی‌دار می‌باشد، به این معناست که آن والدین به‌ترتیب قادر به انتقال میزان بالا و پائین یک

1- Inbreeding Coefficient

2- T-Student

Archive of SID

www.SID.ir

صفت هستند. بنابراین، با توجه به جدول ۳، ارقام شیرالی و فوستو بهترین ترکیب‌شونده عمومی برای کاهش صفت ارتفاع بوته می‌باشند. این ارقام می‌توانند برای ایجاد پاکوتاهی در برنامه اصلاحی مورد استفاده قرار گیرند. اما رقم کریستینا بالاترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت را برای صفت مذکور دارا است که باعث افزایش ارتفاع بوته می‌شود. رقم کریستینا همچنین بهترین ترکیب شونده عمومی برای صفات تعداد غلاف در شاخه اصلی و تعداد دانه در غلاف می‌باشد که از اجزای مهم عملکرد محسوب می‌شوند، این در حالی است که والد شیرالی کاهنده تعداد دانه در غلاف می‌باشد. رقم آپشن ۵۰۰ بهترین ترکیب شونده عمومی در افزایش طول شاخه اصلی و طول غلاف می‌باشد. از آنجایی که زودرسی کلزا در استان مازندران مهم است، والد پ. ف-٤٥٧٠/٩١ با ترکیب‌پذیری عمومی منفی و معنی‌دار برای صفت زمان گلدهی در ایجاد زودرسی مناسب به نظر می‌رسد. رامئه و همکاران (۲۰۰۳) و تاکور و ساگوال (۱۹۹۷) بیان کردند که والدین با اثر ترکیب‌پذیری عمومی بالا می‌توانند بهترین ترکیبات هیبریدی را تولید کنند. با توجه به این که برخی صفات حد بالای یک صفت و در برخی دیگر حد پایین آن مطلوب است، بنابراین انتخاب والدین مناسب می‌تواند براساس اهداف به نژادگر صورت گیرد.

با توجه به جدول ۲ میانگین مربعات قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) برای کلیه صفات معنی‌دار شده است. طبق جدول ٤ که اثرات ترکیب‌پذیری خصوصی (s_{ij}) تلاقی‌ها و نتایج آزمون آن‌ها به روش t- استیودنت را نشان می‌دهد، تلاقی‌های گولیاث × کریستینا و فوستو × شیرالی بهترین ترکیبات برای صفت روز تا ۵۰ درصد گلدهی است و بنابراین بهترین تلاقی‌ها برای زودرسی محسوب می‌شوند. تلاقی گولیاث × پ. ف-٤٥٧٠/٩١ با ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار وزن هزار دانه بیشتری دارد. تلاقی فوستو × گولیاث نیز با ترکیب‌پذیری خصوصی منفی و معنی‌دار برای ارتفاع، بهترین ترکیب شونده خصوصی برای پاکوتاهی می‌باشد. تلاقی‌های گولیاث × پ. ف-٤٥٧٠/٩١ و کریستینا × پ. ف-٤٥٧٠/٩١ اثر ترکیب‌پذیری خصوصی معنی‌دار و مثبت برای عملکرد دانه نشان دادند. بنابراین برای افزایش عملکرد بهترین هیبریدها می‌باشند. به‌طورکلی برآورد اثرات ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA)، پایداری کم و فقدان قابلیت تکرارپذیری را در نسل‌های بالاتر نشان می‌دهد (جاوید و همکاران، ۲۰۰۱).

طبق جدول ۲ برای هر دو میانگین مربعات قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی، همه صفات به جز عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته معنی‌دار شدند. معنی‌دار شدن همزمان این دو اثر بر این دلالت دارد که در کنترل این صفات هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی نقش دارند، بنابراین انتخاب دوره‌ای متقابل[1] همراه با آزمون نتاج، مناسب‌ترین روش اصلاحی برای بهره‌برداری از هر دو جزء افزایشی و غیرافزایشی می‌باشد. نسیمی و همکاران (۲۰۰٦)، رامئه و همکاران (۲۰۰۳)، امیری اوغان و همکاران (۲۰۰۳) و تاکور وساگوال (۱۹۹۷) نیز برای اغلب صفات هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی را مهم دانستند. اما در صفت عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته تنها میانگین مربعات قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی معنی‌دار شده است که نشان می‌دهد بخش بزرگی از واریانس ژنتیکی این دو صفت در نتیجه نوع غیرافزایشی عمل ژن (اثرات غالبیت و اپی‌استازی[2]) است. و بالاترین واریانس غالبیت (به‌ترتیب ۹۰/۲٦ و ۹٤/۸۷) و کمترین واریانس افزایشی (به‌ترتیب ۲/۱٦ و ۰/۷٦) را نیز به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۵). بنابراین استفاده از روش هیبرید در برنامه‌های اصلاحی، برای این دو صفت مناسب‌تر است. این نتیجه با نتایج جرومالا و همکاران (۲۰۰۷)، مالیک و همکاران (۱۹۹٤) و سینگ و یاداو (۱۹۸۰) مطابقت دارد. نسبت میانگین مربعات GCA/SCA در همه صفات به جز طول غلاف غیرمعنی‌دار بود (جدول ٤). مقادیر معنی‌دار این نسبت

1- Reciprocal Recurrent Selection
2- Epistasis

Archive of SID

www.SID.ir

نشان‌دهنده اهمیت بیشتر اثر افزایشی ژن نسبت به اثر غیرافزایشی در کنترل ژنتیکی صفت مورد نظر است.

در مطالعه حاضر در صفات زمان تا ۵۰ درصد گلدهی، عملکرد، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف، تعداد انشعاب، ارتفاع بوته و طول شاخه اصلی، والدین با ترکیب‌پذیری عمومی بالا، ترکیبات هیبریدی خوب ایجاد کردند. این در حالی است که در صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد غلاف در شاخه اصلی و وزن هزار دانه، والدین با بهترین ترکیب‌پذیری عمومی ترکیبات هیبریدی مناسبی تولید نمی‌کنند. این نتایج با نتایج رامئه و همکاران (۲۰۰۳) در صفات ذکر شده مطابقت دارد. به‌طورکلی رامئه و همکاران (۲۰۰۳)، تاکور و ساگوال (۱۹۹۷) بیان کردند که والدین با اثر ترکیب‌پذیری عمومی بالاتر برای تولید هیبریدهای مناسب به‌کار می‌روند اما خولب و همکاران (۱۹۹۸) معتقدند که ترکیب‌پذیری خصوصی بالا همیشه والدینی با ترکیب‌پذیری عمومی خوب ندارند. بنابراین اثر ترکیب‌پذیری عمومی همیشه برای پیش‌بینی بهترین هیبریدها امکان‌پذیر نمی‌باشد.

اثرات معکوس: طبق جدول ۲ میانگین مربعات تلاقی معکوس ((MS(RCA)) نیز در همه صفات به جزء تعداد انشعاب و تعداد دانه در غلاف به‌ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی‌دار شد که نشان‌دهنده وجود اثرات مادری است. جدول ٦ نشان می‌دهد که تلاقی گولیاث×کریستینا برای صفت زمان گلدهی، آپشن× کریستینا برای صفت عملکرد دانه، فوستو×شیرالی برای تعداد غلاف در بوته، فوستو× آپشن برای تعداد غلاف در شاخه اصلی، فوستو× پ. ف-٤٥٧٠/٩١ ، آپشن ٥٠٠× کریستینا و گولیاث × شیرالی برای وزن هزار دانه، فوستو × پ. ف-٤٥٧٠/٩١ برای ارتفاع بوته و فوستو × آپشن ٥٠٠ برای طول شاخه اصلی دارای بیشترین اثرات معکوس مثبت و معنی‌دار بوده است. به‌طورکلی اثر تلاقی معکوس برای صفات تعداد دانه در غلاف و تعداد انشعاب معنی‌دار نشد که نشان می‌دهد این دو صفت تحت تاثیر اثرات مادری قرار ندارند. مطالعات رامئه و همکاران (۲۰۰۳) و پزوکزول (۱۹۹۳) نیز برای این صفات اثرات معکوس معنی‌دار را نشان می‌دهد. فالکونر (۱۹۸۰) با در نظر گرفتن واریانس فنوتیپی، واریانس ناشی از اثرات پایه مادری را در اغلب موارد محیطی دانسته، استدلال نمود که این واریانس تنها در مورد صفاتی که ارتباط مستقیم با والد ماده دارند، خصوصاً در حیوانات، از اهمیت بیشتری برخوردار است.

وراثت‌پذیری: جدول ۳، مقدار وراثت‌پذیری را در صفات مورد مطالعه نشان می‌دهد. بیشترین وراثت‌پذیری خصوصی مربوط به صفت طول غلاف (۰/۲۹) و کمترین آن مربوط به صفت تعداد غلاف در بوته (۰/۰۰۷) می‌باشد. بیشترین مقدار وراثت‌پذیری عمومی به صفت تعداد غلاف در بوته (۰/۹۵) و کمترین آن به صفت طول شاخه اصلی (۰/٦۰) مربوط می‌باشد. 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 اغلب این صفات دارد، بنابراین انتخاب در نسل‌های اولیه نمی‌تواند چندان موفقیت‌آمیز باشد و به نسل‌های پیشرفته برنامه به‌نژادی موکول می‌شود. این نتایج با نتایج رامئه و همکاران (۲۰۰۳) و خان و خان (۲۰۰۵) مطابقت دارد.

تجزیه هیمن: دو صفت تعداد دانه در غلاف و تعداد انشعاب، دارای اثرات معکوس غیرمعنی‌دار بودند، بنابراین تنها در مورد این دو صفت فرض هیمن صادق بود. شاخص‌های آماری و برآورد پارامترهای ژنتیکی برای دو صفت تعداد دانه در غلاف و تعداد انشعاب، در جدول ۷ نشان داده شده‌اند. برآورد جزء افزایشی (D) و اجزای غالبیت (H_1 و H_2) در صفت تعداد دانه در غلاف و انشعاب ثانویه از لحاظ آماری معنی‌دار بودند. این مقدار برای آنها کمتر از اجزای غالبیت (H_1 و H_2) بود. مقدار غیرمعنی‌دار میانگین کوواریانس اثرات افزایشی و غالبیت برروی تمام نتاج (F) برای هر دو صفت نشان می‌دهد فراوانی آلل‌های مغلوب بیشتر از آلل‌های غالب می‌باشد. برآورد ۰/۲۵ برای نسبت ژن‌هایی که دارای اثرات مثبت و

Archive of SID

www.SID.ir

منفی در والدین هستند، حاکی از تقارن توزیع آلل‌های مثبت و منفی در کنترل ژنتیکی صفت تعداد دانه در غلاف می‌باشد. تعداد کل آلل‌های مغلوب در کل والدین (K_D/K_R) برای این صفت کوچک‌تر از یک است که نشان می‌دهد، نسبت آلل‌های مغلوب به آلل‌های غالب بیشتر است.

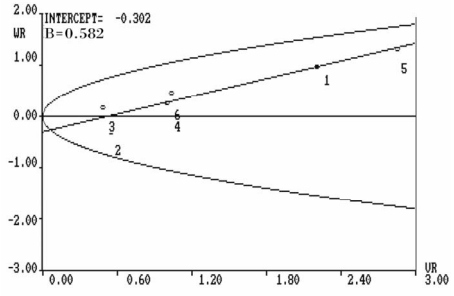
برآورد کمتر از ۰/۲۵ برای نسبت ژن‌ها با اثرات مثبت و منفی، حاکی از عدم تقارن توزیع آلل‌های مثبت و منفی در کنترل ژنتیکی صفت تعداد انشعاب می‌باشد، بنابراین فراوانی ژن‌های دارای اثرات مثبت کمتر است. تعداد کل آلل‌های مغلوب در کل والدین (K_D/K_R) برای این صفت بزرگ‌تر از یک است. درجه غالبیت برای صفت تعداد دانه در غلاف ۱/۴۳ و برای صفت تعداد انشعاب ۱/۲۵ محاسبه گردید که این موضوع، بر وجود اثر فوق غالبیت برای هر دو صفت دلالت می‌کند.

مقادیر ارزش فنوتیپی والدینی که دارای بیشترین غالبیت و مغلوبیت هستند، نشان‌دهنده حدود ممکن انتخاب در مسیر غالبیت می‌باشند که بیشتر از آن مقادیر انتخاب نمی‌تواند مؤثر باشد. قطع محور W_r در بخش منفی توسط خط رگرسیون برای هر دو صفت حاکی از وجود اثر فوق غالبیت ژن‌ها در کنترل ژنتیکی این صفات است (شکل ۱ و ۲). این نتایج با نتایج خان و خان (۲۰۰۵) مطابقت دارد. والدین ۲ و ۳ (به‌ترتیب آپشن ۵۰۰ و گولیاث) برای صفت تعداد دانه در غلاف و والدین ٤، ۵ و ٦ (به‌ترتیب کریستینا، شیرالی و پ. ف-٤٥٧٠/٩١) برای صفت تعداد انشعاب با کمترین فاصله از مبدا مختصات از بیشترین آلل‌های غالب برخوردار هستند.

جدول ۷- برآورد اجزای ژنتیکی تنوع، نسبت‌های اجزای ژنتیکی و وراثت‌پذیری صفات مورد بررسی در تلاقی دای‌آلل کلزا به روش هیمن.

منبع تغییرات	تعداد دانه در غلاف	تعداد انشعاب
جزء افزایشی (D)	۰/٦٨٣*±۰/۳۳	۰/۲۵۷*±۰/۲۲
میانگین کوواریانس اثرات افزایشی و غالبیت بر روی تمام نتاج (F)	-۰/۱۵۷^{ns}±۰/۸۲	۰/۰۸۸ ^{ns}±۰/۰۱
واریانس غالبیت (H_1)	۰/۸۵۷*±۰/۸۵	۰/۱۳۱*±۰/٤۸
اثر غالبیت (H_2)	۰/۸۸٤*±۰/۷٦	۰/۱۱۰*±۰/۵٦
میانگین درجه غالبیت	۱/٤۳	۱/۲۵
نسبت ژن‌هایی که دارای اثرات مثبت و منفی در والدین هستند	۰/۲۵	۰/۲۱
نسبت ژن‌های غالب به مغلوب در والدین	۰/۸۱۳	۱/٦۳
وراثت‌پذیری عمومی	۰/٦۲	۰/۳۰
وراثت‌پذیری خصوصی	۰/۵۱	۰/۵۱

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ^{ns} غیرمعنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد.

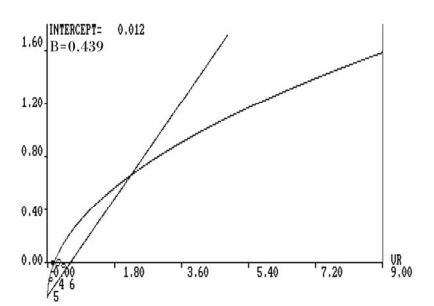


شکل ۱- نمودار تجزیه گرافیکی تعداد دانه در غلاف،

۱- فوستو، ۲- آپشن۵۰۰، ۳- گولیاث، ٤- کریستینا، ۵- شیرالی، ٦- پ. ف-٤٥٧٠/٩١.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- نمودار تجزیه گرافیکی تعداد انشعاب،

۱-فوستو، ۲-آپشن ۵۰۰، ۳-گولیاث، ٤-کریستینا، ٥- شیرالی، ٦- پ. ف-٤٥٧٠/٩١.

همبستگی: ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی بین صفات مورد بررسی در مورد نتاج حاصل از تلاقی دای‌آلل ٦ × ٦ کلزا در جدول ٨ نشان داده شده است. از میان اجزای عملکرد، صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد انشعاب، تعداد غلاف در شاخه اصلی، وزن هزار دانه و طول شاخه اصلی همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی مثبت و معنی‌داری با عملکرد نشان می‌دهند. شباهت نتایج همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی نشان می‌دهد که واریانس و کوواریانس آثار محیطی ناچیز بوده، تأثیر محیط در این روابط بسیار کم است. با توجه به سهم بیشتر اثر غیرافزایشی ژن برای عملکرد دانه و سهم بیشتر اثر افزایشی ژن برای صفات تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه و طول شاخه اصلی و همبستگی آن‌ها با عملکرد دانه، بازده انتخاب برای عملکرد، از طریق گزینش برای صفات فوق افزایش خواهد یافت. این نتایج با نتایج رامئه و همکاران (۲۰۰۳) و کندیل و همکاران (۱۹۹٤) مطابقت دارد. عدم وجود همبستگی معنی دار صفات زمان ۵۰ درصد گلدهی و ارتفاع بوته با عملکرد دانه، امکان گزینش گیاهانی با خصوصیات مطلوب مثل زودرسی و پاکوتاهی را بدون کاهش چشمگیری در عملکرد دانه، امکان‌پذیر می‌سازد. همبستگی بین صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف منفی شد. با توجه به این که این دو صفت از اجزای مهم عملکرد هستند، همبستگی منفی ممکن است منجر به انتخاب نامطلوب گردد. برای بهبود اجزای عملکرد با وابستگی منفی، ممکن است نوترکیبات مناسب از طریق تلاقی انتخابی دای‌آلل با شکستن لینکاژ[1] نامطلوب یا اصلاح موتاسیونی[2] به‌دست آید (احمد و همکاران، ۲۰۰۳).

نتیجه‌گیری

با توجه به نسبت میانگین مربعات GCA/SCA و وراثت‌پذیری خصوصی، اهمیت اثرات افزایشی ژن برای صفت طول غلاف بیشتر است، بنابراین، کارایی انتخاب برای این صفت بالاست، اما در صفات دیگر، هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی مهم هستند. این نتایج با نتایج تجزیه هیمن در مورد صفات تعداد دانه در غلاف و تعداد انشعاب مطابقت دارد. بنابراین، انتخاب دوره‌ای متقابل همراه با آزمون نتاج، مناسب‌ترین روش اصلاحی برای این صفات می‌باشد. والدین فوستو و شیرالی برای پاکوتاهی، کریستینا برای افزایش تعداد غلاف در شاخه اصلی و تعداد دانه در غلاف، آپشن ۵۰۰ برای افزایش طول شاخه اصلی و طول غلاف و پ. ف-٤٥٧٠/٩١ برای زودرسی بهترین ترکیب شونده عمومی و تلاقی‌های فوستو × گولیاث برای پاکوتاهی، گولیاث × کریستینا برای زودرسی و گولیاث × پ. ف-٤٥٧٠/٩١ برای وزن هزار دانه و عملکرد، بهترین ترکیب شونده خصوصی هستند.

1- Linkage
2- Mutation Breeding

Archive of SID

www.SID.ir

محاسبه درجه غالبیت برای اکثر صفات، حاکی از وجود عمل فوق غالبیت ژن‌ها در کنترل آن‌ها بود. با وجود این، چیانگ و اسمیت (۱۹۶۷) اظهار داشتند که سهم نامساوی بوته‌های F_2 در میانگین این نسل ممکن است اثرات فوق غالبیت ایجاد کند. از آنجا که تلاقی معکوس در اکثر صفات معنی‌دار شده است، واقعی بودن این اثر تائید شده، باید به اثرات مادری در کنترل این صفات توجه کرد. نتایج تلاقی معکوس پیشنهاد می‌کند که انجام سینگل کراس[1] ممکن است با اثرات معکوس مخلوط شود (باتاد و همکاران، ۱۹۸۰).

تجزیه دای‌آلل به‌طور گسترده‌ای برای عملکرد و اجزای آن انجام گرفته است. همه این مطالعات برآوردهای متغیری از ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی و بزرگی اثرات افزایشی و غیرافزایشی برای صفات مختلف به‌دست آوردند. این تفاوت ممکن است در نتیجه تفاوت مواد ژرم پلاسم استفاده شده و شرایط آب و هوایی مختلف تحت آزمایش باشد (سبحان و همکاران، ۲۰۰۳). تجزیه دای آلل در این تحقیق اطلاعات با ارزشی را در مورد چگونگی کنترل ژنتیکی صفات کمی فراهم می‌آورد.

سپاسگزاری

از ریاست ایستگاه تحقیقات زراعی قراخیل آقای مهندس علی‌تبار، آقای مهندس ابراهیم‌نژاد و کلیه پرسنل آن ایستگاه به جهت همکاری صمیمانه سپاسگزاری می‌نماییم.

منابع

1.Ahmad, H.M., Khan, B.M., Khan, S., Kissana, N.S., and Laghari, S. 2003. Path coefficient analysis in bread wheat. Asian J. Plant Sci. 2:491-494.

2.Amiri Oghan, H., Moghaddam, M., Ahmadi, M.R., and Davari, S.J. 2003. Investigation of gene action and heritability of stress resistance indexes in rapeseed. Journal of Iran Agri. Sci. 35:73-83.

3.Bhatad, S.S., Shobhane, M.R., and Vnchangaonkar, P.K. 1980. Heterosis and combining ability in *Gossypium arboreum* L.. Indian J. Agric. Sci. 50:310-316.

4.Bhullar, G.S., Gill, K.S., and Khana, A.S. 1979. Combining ability analysis over F_1-F_5 generation in diallel cross of bread wheat. Theor. Appl. Genet. 55:77-80.

5.Chiang, M.S., and Smith, J.D. 1967. Diallel analysis of the inheritance of quantitative characters in grain sorghum. II. Gene action, the number of effective factors and heritability. Can. J. Genet. Cytol. 9:823-830.

6.Dahanayake, S.R., and Galwey, N.W. 2004. Diallel analysis of vernalisation responses in spring rape (*Brassica napus* L.): a basis for adaptation to a Mediterranean environment. Aust. J. Agri. Res. 50:1417-1424.

7.Falconer, D.S. 1980. Introduction of quantitative genetics. Roland Press, New York, 438pp.

8.Griffing, B. 1956 . A generalized treatment of the use of diallel crosses in quatiative inheritance . Heredity 10: 31-50.

9.Gross, F., Leon, J., and Dipenbrock, W. 1992. Yield formation and yield structure of winter oilseed rape (*Brassica napus*). II. Comparison of parental lines and their F_1 and F_2 generation. J. Agron. and Crop Sci. 169 :94-103.

10.Habetinek, J. 1993. Heterosis and combining ability in a diallel cross of five varieties of winter Swede rape (*Brassica napus* L.). Fakulta Agron. 55 :153-160.

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

12.Javaid, A., Masood, S., and Minhas, N.M. 2001. Analysis of combining ability in wheat (*Triticum aestivum* L.) using F_2 generation. Pakistan J. Biol. Sci. 4 :1303-1305.

13.Jermola, A.M., Marinkovic, R., and Miladinovic, D. 2007. Combining abilities of rapeseed (*Brassica napus* L.) varities. Genetica 39:53-62.

1- Single Cross

Archive of SID

www.SID.ir

14.Jinks, J.L., and Hayman, B.I. 1953. The analysis of diallel crosses. Maize Genet. Coop. News. 27 :48- 54 .
15.Jinks, J.L. 1956. The F_2 and backcross generation from a set of diallel crosses. Heredity 10:1-30.
16.Kandil, A.A., Mahandes, S.I., and Mahrous, N.M. 1994. Genotypic and phenotypic variability, heritability and interrelationships of some characters in oilseed rape (*Brassica napus* L.). Assiut J. Agri. Sci. 25 :155-166.
17.Khan, F.A., and Khan, R.S.A. 2005. Inheritance pattern of quantitative characters in *Brassica napus.* Int. J. Agri. Boil. 7:420-423.
18.Khulbe, R.K., Pant, D.B., and Rawat, R.S. 1998. Combining ability analysis for yield and its component in Indian mustard. J. Oilseeds Res. 15:219-226.
19.Krzymansk, J., Pietka, T., Krotka, K., and Michalski, K. 1994. Combining ability and heterosis in diallel crosses of double-zero winter Swede rape. II. F_1 and F_2 generation. Oilseed Crop. XVI th Polish Res. Con. 15 :21-32.
20.Kudla, M. 1993. Combining ability of inbred lines and heterosis effects in hybrids of winter Swede rape . Biuletyn Instytutu Hodowli AkIimatyzacji Roslin 186: 3- 11.
21.Malik, S.I., Malik, H.N., Minttas, N.M., and Munir, M. 2004. General and specific combining ability studies in maize diallel crosses. Int. J. Agri. Boil. 6:856-859.
22.Marcelo, J., Viana, S., and Matta, F. 2003. Analysis of general and specific combining abilities of popcorn population including selfed parents. Genet. and Mol. Breed. 26:465-471.
23.Mehrotra, N., Chaudhary, B.D., and Mehrotra, N. 1978. Inheritance studies in *Brassica juncea* Coss. Proceeding of 5th International Rapeseed Conference. Vol. 1 , Session. C. Breeding. Abstracts.
24.Nassimi, A.W., Sardar, A., Hassan, G., Naushad, A. 2006. Combining ability analysis for maturity and other traits in rapeseed (*Brassica napus* L.). J. Agron. 5:523-526.
25.Pszczol, J. 1993. Estimation of combining ability for selected traits in winter Sewede rape in two sets of diallel crosses. Postepy Naulc Rolniczych 5:40-45.
26.Qian, W., Liu, R., and Meng, J. 2003. Genetic effects on biomass yield in interspecific hybrids between *Brassica napus* and *B. rapa*. Euphytica 134: 9-15.
27.Rameah, V., Rezai, A., and Saeidi, G. 2003. Estimation of genetic parameters for yield, yield components and glucosinolate in rapeseed (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci. Technol. 5:143-151.
28.Ringdahl, E.A., McVetty, P.B.E., and Sernyk, J.L. 1986. Inheritance of earliness, height, and leaf number in crosses of early maturing rapeseed. Can. J. Genet. Cytol. 28 : 1009-1015
29.Singh. H., and Yadav, C.K. 1980. Gene action and combining ability for seed yield flowering and maturity in rapeseed. Indian J. Agric. Sci. 50:655-660.
30.Sparaqus, G.F., and Tatum, L.A. 1942. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. J. Am. Soc. Agron. 34:923-932.
31.Starmer, K.P., Brown, J., and Davis, J.B. 1998. Heterosis in spring canola hybrids grown in the Northern Idaho. Crop Sci. 38:376-380.
32.Subhan, M., Qasim, M., Ahmad, R.D., Khan, M.U., Khan, M.A., and Amin, M.A. 2003. Combining ability for yield and its components in up-land cotton. Asian J. Plant Sci. 2:519-522.
33.Thakur, H.L., and Sagwal, J.C. 1997. Heterosis and combining ability in rapeseed (*Brassica napus* L.) Indian J. Genet. 57:163-167.

Archive of SID

www.SID.ir

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 15(4), 2008
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

Study of Gene Effects for quantitative traits in rapeseed via diallel analysis

***A.S. Hashemi[1], G.A. Nematzadeh [2], N. Babaeian Jelodar[2] and O. Ghasemi[3]**
[1]Former M.Sc student, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Sari Uni. of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Professor, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Sari Uni. of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Expert in Mazandran Institute of Agriculture and Natural Resources.

Abstract

In order to determine combining ability, heritability and gene effects controlling quantitative traits of rapeseed (*Brassica napus* L.), 6 varieties (Foseto, Option 500, Gholiath, Kristina, Shiralee and P. F-4570/91) were used in a compelet diallel crosses system. The experiment was carried out a simple lattice with a three replications at Agricultural Research Station Gharakhil (Mazandran) during 2003-2004. Analysis of variance showed that there were significant general (GCA) and specific (SCA) combining ability for the investigated characters except for grain yield and number of pod per plant. Also mean squares reciprocal crosses for all traits except number of seed per pod and number of secondary branches were significant. The additive and nonadditive effects for all of traits except for grain yield and number of pod per plant were significant. In this study degree of dominance for most traits was more than 1 and the narrow sense heritability of the most traits was low. This indicates the importance of non-additive effects controlling the evaluated traits. In general, Option 500 and Kristina varieties were the best parents and Goliath×P.F-4570/91 is the best cross for yield performance.

Keyword: Rapeseed; Gene effect; Combining ability; Diallel; Correlation

Archive of SID

*- Corresponding Author; Email: a_hashemi2004@yahoo.com

www.SID.ir