"مجله علوم زراعي ايران"
جلد چهارم، شماره ۳، ۱۳۸۱

برآورد پارامترهاي ژنتيكي در كلزا با استفاده از روش هاي مختلف دي آلل گريفينگ

Estimation of genetic parameters in rapeseed (*Brassica napus* L.) using different diallel methods of Griffing approach

سيد سعيد پورداد[۱] و جي. ان. ساچان[۲]

چكيده

تئوري و نحوة تجزيه تلاقي هاي دي آلل توسط تعداد زيادي از دانشمندان بيان و توسعه داده شده است. گريفينگ (Griffing 1956) تجزيه دي آلل را در چهار روش مختلف بيان نمود. هر يك از اين چهار روش در چهار مدل آماري توضيح داده شده است. هدف از اين بررسي مقايسة بين برآورد پارامترهاي ژنتيكي در اين چهار روش مختلف در گياه كلزا (*Brassica napus* L.) است. در اين بررسي هفت لاين كلزا در تمامي حالات ممكن (تلاقي هاي مستقيم و متقابل) با يكديگر تلاقي داده شدند. نتاج حاصله كه شامل 42 F_1 و تلاقي متقابل بود به همراه هفت والد مربوطه در قالب يك طرح بلوك هاي كامل تصادفي در دو تكرار به مقايسه گذارده شدند. تجزيه تركيب پذيري لاين ها از نظر دوازده صفت زراعي با استفاده از روش هاي چهار گانة گريفينگ انجام شد. واريانس هاي افزايشي(σ_A^2) و غالبيت(σ_D^2) و درجة غالبيت (σ_D^2/σ_A^2) براي هر يك از صفات تحت بررسي در چهار روش دي آلل گريفينگ برآورد شد. نتايج نشان داد كه در روش سوم، برآورد واريانس ژنتيكي براي تمامي صفات منفي بود. در روش دوم و چهارم نيز اين برآورد براي تعدادي از صفات منفي شد اما تنها در روش اول برآورد واريانس افزايش و به طبع آن درجة غالبيت براي تمامي صفات تحت بررسي مثبت بود. مقدار عددي واريانس مي بايست همواره مثبت باشد اما با توجه به فرمول هاي برآورد واريانس افزايشي، ديده شد كه هرگاه در جدول‌هاي تجزيه واريانس ميانگين مربعات تركيب پذيري خصوصي (SCA) بزرگ تر از ميانگين مربعات تركيب پذيري عمومي (GCA) شود برآورد واريانس افزايشي منفي خواهد بود. اين وضعيت در روش هاي ۲، ۳ و ٤ مشاهده شد اما در روش اول (دي آلل كامل با والدين) براي صفات تحت بررسي ديده نشد. اين امر به عنوان معياري جهت مقايسة روش هاي دي آلل گريفينگ در نظر گرفته شد. نتايج نشان داد كه در اين بررسي روش اول گريفينگ نسبت به ساير روش ها برآورد بهتري از اجزاء واريانس ژنتيكي را به دست مي دهد.

واژه هاي كليدي: كلزا، تركيب پذيري عمومي، تركيب پذيري خصوصي، واريانس ژنتيكي، واريانس ژنتيك افزايشي.

مقدمه

تلاقی های دی آلل عبارتند از: یک سری از تلاقی های ممکن بین چندین ژنوتیپ که این ژنوتیپ ها ممکن است افراد، کلون ها، لاین های خالص و یا ارقام باشند (Hayman, 1954). تئوری و تجزیه تلاقی های دی آلل توسط تعداد زیادی از دانشمندان از جمله کمپتورن (Kempthorne, 1956) جینکز

تاریخ دریافت: ۱۳۸۰/۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۱/۷/۲۷

۱ و ۲ به ترتیب عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم ۲- استاد دانشگاه جی. بی. پانت هندوستان.

(Jinks, 1954)، هیمن (Hayman, 1954)، لی و کالتسایکز (Lee & Kaltsikes, 1972)، گاردنر و ابرهارت (Gardner & Eberhart, 1966)، کوکرهام (Cokerham, 1963)، گریفینگ (Griffing, 1956a)، و والتر و مورتون (Walter and Morton, 1978) شرح و توسعه داده شده است. تلاقی های دی آلل یکی از متداول ترین و مهم ترین روش های تلاقی جهت برآورد پارامترهای ژنتیکی (جنبهٔ تئوری استفاده از تلاقی های دی آلل) و قدرت ترکیب پذیری لاین ها (جنبهٔ عملی استفاده از تلاقی های دی آلل) است. برآورد پارامترهای ژنتیکی از روش دی آلل بر شش فرضیه استوار است که شامل: ۱- رفتار دیپلوئیدی کروموزوم ها در والدین ۲- خالص بودن والدین ۳- فراوانی ژن ها برابر ۰/۵ باشد ٤- توزیع مستقل ژن ها در والدین ۵- عدم وجود اپیستازی ٦- عدم وجود چند آللی. کوکرهام (Cockerham, 1963) اظهار داشت که فرضیات ۱ و۲ معمولا برآورده می شوند اما باید در مورد بقیه فرضیات با احتیاط عمل نمود. ساکول و بیکر (Sokol and Baker, 1977) این فرضیات را ارزیابی نموده و اعلام نمودند که اگر فراوانی ژنی برابر ۰/۵ نباشد آنگاه ترکیب پذیری عمومی نشان دهندهٔ اثرات افزایشی نبوده بلکه شامل اثرات افزایشی، غالبیت و اپیستازی خواهد بود. کمپتورن (Kempthorne, 1956) اعلام نمود در صورتی که ژن ها به صورت مستقل بین والدین توزیع نشده باشند نتایج حاصل از تجزیه دی آلل قابل اعتماد نیست. گریفینگ (Griffing, 1956a,b) تجزیه دی آلل را در چهار روش مختلف شامل ۱- دی آلل کامل با والدین (والدین، F1 ها و تلاقی های متقابل) ۲- نیم دی آلل با والدین (والدین و F1 ها) ۳- دی آلل کامل بدون والدین (F1 ها و تلاقی های متقابل) ٤- نیم دی آلل بدون والدین (F1 ها) بیان نمود و هر یک از این چهار روش را در چهار مدل آماری تصادفی، ثابت، مخلوط A و مخلوط B توضیح داد. این روش ها بر اساس برآورد واریانس ها و اثرات ترکیب پذیری عمومی (GCA) و خصوصی(SCA) بوده و اجزاء واریانس ژنتیکی از طریق برآورد این ترکیب پذیری ها محاسبه می شود. روش های دی آلل گریفینگ از روش های متداول دی آلل بوده و روش نیم دی آلل (بدون تلاقی های متقابل) به علت سهولت در اجرا بیشترین کاربرد را دارد. روش نیم دی آلل توسط محققین در گیاهان مختلف از جمله گندم، احمدی و همکاران (۱۳۸۱)، قندی و همکاران (۱۳۷٦)، قنادها و همکاران (۱۳۷۹ و ۱۳۷۷)، مهدوی و همکاران (۱۳٦۹) در برنج، هنرنژاد (۱۳۷٤ و ۱۳۷۳)، در ذرت، رامئه و همکاران (۱۳۷۹)، دهقانپور و همکاران (۱۳۷۵)، چوکان (۱۳۷۸)، در آفتاب گردان، عالمی سعید و وجدانی (۱۳۷۱)، در چغندر قند، اوراضی زاده و همکاران(۱۳۸۱)، نظریان فیروزآبادی و همکاران (۱۳۷۷)، در کنجد، منصوری و احمدی (۱۳۷۷)، در توتون، هنرنژاد و شعایی دیلمی (۱۳۷۵ و ۱۳۷٦)، در پنبه، حسینی نژاد (۱۳۷۵ و ۱۳۷٦) مورد استفاده قرار گرفته است. انجام تلاقی های دی آلل مستلزم صرف وقت و هزینهٔ زیادی بوده و برای حصول نتایج دقیق و معتبر انتخاب روش انجام تلاقی های دی آلل بسیار حائز اهمیت است. هدف از این بررسی مقایسهٔ بین برآورد پارامترهای ژنتیکی از طریق این چهار روش مختلف در گیاه کلزا (*Brassica napus* L.) و انتخاب بهترین روش است.

مواد و روش ها

در این بررسی هفت لاین از کلزا (*Brassica napus* L.) به اسامی GSC3A00, TERI(OE) NPN01 R15, TERI(OE) R983, HNS9802 ,HNS9801 و NPN02 به طور تصادفی انتخاب و در سال ۱۳۷۸ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی جی بی پانت هندوستان در تمامی حالات ممکن (تلاقی های مستقیم و متقابل) با یکدیگر تلاقی داده شدند. لاین های TERI(OE)R78 و TERI(OE)R15 زودرس، لاین های HNS9802 و NPN01 متوسط و سایر لاین ها دیررس

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.3.2.7]

بودنـد. از نظـر کیفیـت روغـن لایـن هـای GSC3A00 و TERI(OE)R983 به ترتیب دو صفر و یک صـفر و سـایر لاین ها نرمال بودند. صفات زراعی اندازه گیری شده در والدین در جدول ۱ آورده شده است. نتـایج حاصـله کـه شامل F1 ٤٢ و تلاقی متقابـل بـود بـه همـراه هفـت والـد مربوطه در سـال ۱۳۷۹در کـرت هـایی بـا فاصـله ردیـف ۳۰ سانتیمتر و فاصلهٔ بین بوتهٔ ۱۰ سانتیمتر در قالب طـرح بلـوک هـای کامـل تـصادفی در دو تکـرار بـه مقایـسه گذارده شدند. دوازده صفت زراعی شامل تعـداد روزهـا تا گلدهی، تعداد روزها تا رسـیدن فیزیولوژیـک، تعـداد شاخه های فرعی در بوته، تعداد شاخه های اولیه در بوته، ارتفاع بوته، طول شاخهٔ اصـلی، تعـداد غـلاف در شـاخهٔ اصلی، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه در بوته و درصد روغن بذر بر روی تیمارها اندازه گیـری شـد. درصـد روغـن در نتـاج و والـدین بـا اسـتفاده از دسـتگاه NMR انـدازه گیـری شـد. تجزیـه واریانس از روش های چهارگانهٔ دی آلل گریفینگ و بـا اســتفاده از مــدل تــصادفی (مــدل II) انجــام شــد. واریانس های افزایشی و غالبیـت از طریـق امیـد ریاضـی میانگین مربعات و فرمول های مربوطـه محاسـبه گردیـد. تجزیه هـای آمـاری توسـط نـرم افـزار SPAR1 صـورت گرفت.

نتایج و بحث

تجزیـه واریـانس سـاده در هـر یـک از چهـار روش دی آلل گریفینگ بر روی عملکـرد دانـه، میـزان روغـن بـذر و ده صـفت زراعـی دیگـر (جـدول هـای ۵ – ۲) نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنـی داری در سـطوح احتمال ۱ و ۵ درصد وجود دارد. در روش های ۱، ۲ و ۳ دی آلل اثر تیمارها به اثرات والدین و هیبریدها تفکیـک شد و نتایج نشان داد که هیبرید ها از نظر تمـامی صـفات زراعــی بجــز وزن هــزار دانــه در روش اول اخــتلاف معنی داری با یکدیگر داشتند. اما اختلاف بین والـدین از نظر صفات طول غلاف و تعداد دانه در غـلاف در روش های ۱ و ۲ و از نظـر عملکـرد دانـه و تعـداد شـاخه هـای اولیــه در بوتــه در روش ۱ غیــر معنــی دار گردیــد. در مجموع نتایج حاکی از آن است که وجود اختلاف معنی دار در تیمارها بیشتر به علت وجود اختلاف معنـی دار در هیبریدها بوده است یعنی تلاقی های حاصله تنوع ژنتیکی مناسبی را ایجاد کرده بود. به علـت وجـود ایـن اخـتلاف معنی دار بـین تیمارهـا تجزیـه ترکیـب پـذیری نیـز بـرای تمامی صفات در چهار روش دی آلل انجام شـد. تجزیـه واریانس ترکیب پذیری (جدول ۶) نشان داد کـه در هـر چهـار روش دی آلـل ترکیـب پـذیری عمـومی(GCA) لاین ها از نظر تمامی صفات بجز تعداد دانه در غلاف در روش ۲ معنی دار بود. این امر حاکی از اهمیت واریـانس افزایشی در توارث این صفات اسـت. در روش هـای ۱ و ۳ ترکیب پذیری خصوصی تمامی صفات تحت بررسـی معنـی دار بـود ولـی در روش هـای ۲ و ٤ صـفات طـول شاخه اصلی، تعداد غلاف در شاخه اصلی و طول غـلاف ودر روش ۲ به تنهایی صفات تعداد شاخه هـای اولیـه در بوته و وزن هزار دانه اختلاف معنی داری را نشان ندادند. این نتایج نشان داد که برای بیشتر صـفات تحـت بررسـی بجـز صـفات مـذکور جـزء واریـانس غالبیـت نیـز مهـم می باشد. اختلاف بین تلاقـی هـای متقابـل نیـز از طریـق روش های ۱ و ۳ آزمون گردیـد و مـشخص شـد کـه در روش ۳ تمامی صـفات ودر روش ۱ تعـداد شـش صـفت اختلاف معنی داری را نشان دادند. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه ترکیب پذیری واریانس های افزایـشی، غالبیـت و درجه غالبیت محاسبه گردید (جدول ۷). مقدار عددی برآورد واریانس غالبیـت ($\sigma D2$) بـرای تمـامی صـفات در چهـار روش دی آلـل مثبـت بـود. امـا بـرآورد واریـانس افزایشی در صفات تحت بررسی نـشان داد کـه در روش سوم واریانس افزایشی برای تمامی صفات منفـی بـرآورد شد و به طبع آن درجهٔ غالبیت نیز منفی گردید. واریانس افزایشی از طریق روش ۲ برای دو صفت عملکرد دانه در بوتـه و تعـداد دانـه در غـلاف و از طریـق روش ٤ بـرای

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.3.2.7]

جدول ۱- میانگین برخی صفات زراعی و کیفیت روغن در والدین کلزا

Table 1. Mean of some agronomic and oil quality characters in parents in *Brassica napus*.

ژنوتیپ ها Genotypes	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی Days to 50% flowering	تعداد روز تا رسیدن Days to maturity	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد دانه در غلاف Seeds/siliqua	تعداد غلاف در ساقه اصلی Siliqua on mian shoot	وزن هزار دانه 1000 seeds weight (g)	عملکرد دانه در بوته Seed yield/ plant (g)	میزان روغن Oil content (%)	شاخص برداشت Harvest Index (%)	میزان گلوکوزینولات Glucosinolate content (%)	میزان اروسیک اسید Erucic acid (%)
HNS9802	48.25	137	152.7	18.55	49.1	3.58	7.55	40.95	15	116.55	16.15
GSC3A00	72.25	145	153.35	19.7	45.3	2.75	7.05	41.1	11.9	27.00	2.0
HNS9801	85	144	192.85	18	56.8	2.95	7.7	44.55	13.95	105.75	38.8
NPN01	64.5	138.25	172.25	18.1	58.5	3.3	8.6	43.7	13.75	148.3	39.85
NPN02	63.5	143.5	148.9	19.15	47.55	3.1	6.85	43.75	16.2	123.6	26.1
TERI(OE)R-983	40.25	126.25	138.4	17.85	29.45	2.7	7.65	43.45	16.35	101.95	2.3
TERI(OE)R-15	37	120.5	155.6	17.05	33.85	3.2	6.9	42.8	12.45	100.75	9.9

جدول ۲- خلاصهٔ نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و صفات زراعی مختلف کلزا در روش دی آلل کامل با والدین (روش ۱ گریفینگ)

Table 2. Summary of analysis of variance(mean of squares) for yield and various agronomic traits in full diallel with parents *Brassica napus* (Griffing method 1)

منبع تغییرات S.O.V.		درجهٔ آزادی df	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی Days to 50% flowering	تعداد روز تا رسیدن Days to maturity	ارتفاع بوته Plant height (cm)	طول شاخهٔ اصلی Length of main shoot (cm)	تعداد شاخه های اولیه در بوته Primary branches/plant	تعداد شاخه های ثانویه در بوته Secondary branches/ plant	تعداد غلاف در ساقهٔ اصلی Siliqua on main shoot	طول غلاف Siliqua length (cm)	تعداد دانه در غلاف Seeds/ siliqua	وزن هزار دانه 1000 seeds weight (g)	میزان روغن Oil content (%)	عملکرد دانه در بوته Seed yield /plant (g)
Replication	تکرار	1	110.37^{*}	26.59^{*}	693.37^{*}	87.01^{ns}	1.21^{ns}	3.16^{ns}	14.08^{ns}	0.02^{ns}	0.96^{ns}	0.11^{ns}	0.20^{ns}	2.70^{ns}
Treatments	تیمار	48	317.73^{**}	128.88^{**}	894.34^{**}	384.88^{**}	2.960^{**}	14.41^{**}	430.51^{**}	0.50^{**}	15.00^{**}	0.23^{**}	3.39^{**}	32.73^{**}
Parents(P)	والدین	6	580.31^{**}	198.79^{**}	1211.23^{**}	471.46^{**}	3.58^{*}	30.37^{**}	539.04^{**}	0.26^{ns}	4.63^{ns}	0.55^{**}	4.47^{*}	5.51^{*}
Hybrids(H)	هیبریدها	41	266.73^{**}	121.71^{**}	869.10^{**}	354.63^{**}	2.92^{**}	11.79^{**}	418.37^{**}	0.53^{**}	15.54^{**}	0.18^{**}	3.29^{**}	31.11^{**}
P. vs H.	والدینvsهیبریدها	1	833.33^{**}	3.75^{ns}	28.05^{ns}	1105.32^{**}	0.41^{ns}	26.07^{**}	271.96^{*}	0.61^{ns}	54.69^{**}	0.36^{*}	0.45^{ns}	262.47^{**}
Error	اشتباه	48	25.72	5.60	166.02	90.44	0.71	2.83	63.99	0.18	6.38	0.08	1.15	7.16

ns, * and ** :Non significant, significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی دار بودن، معنی دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.3.2.7]

جدول ۳- خلاصهٔ نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و صفات زراعی مختلف کلزا در روش نیم دی آلل با والدین (روش ۲ گریفینگ)

Table 3. Summary of analysis of variance(mean of squares) for yield and various agronomic traits in half diallel with parents *Brassica napus* (Griffing method 2)

منبع تغییرات S.O.V.		درجهٔ آزادی df	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی Days to 50% flowering	تعداد روز تا رسیدن Days to maturity	ارتفاع بوته Plant height (cm)	طول شاخهٔ اصلی Length of main shoot (cm)	تعداد شاخه های اولیه در بوته Primary branches/ plant	تعداد شاخه های ثانویه در بوته Secondary branches/ plant	تعداد غلاف در ساقهٔ اصلی Siliqua on main shoot	طول غلاف Siliqua length (cm)	تعداد دانه در غلاف Seeds/ siliqua	وزن هزار دانه 1000 seeds weight (g)	میزان روغن Oil content (%)	عملکرد دانه در بوته Seed yield /plant (g)
Replication	تکرار	1	114.29^{*}	41.14^{*}	617.29^{ns}	236.21^{ns}	1.21^{ns}	6.67^{ns}	2.40^{ns}	0.002^{ns}	10.86^{ns}	0.104^{ns}	1.30^{ns}	9.48^{ns}
Treatments	تیمار	27	279.70^{**}	147.30^{**}	989.21^{**}	337.87^{**}	2.81^{**}	15.56^{**}	354.28^{**}	0.475^{*}	17.75^{**}	0.261^{*}	3.23^{*}	36.11^{**}
Parents(P)	والدین	6	580.31^{**}	198.79^{**}	1211.23^{**}	471.46^{**}	3.58^{ns}	30.37^{**}	539.04^{**}	0.265^{ns}	4.63^{ns}	0.548^{**}	4.47^{*}	5.51^{ns}
Hybrids(H)	هیبریدها	20	138.87^{**}	137.87^{**}	967.51^{**}	254.46^{*}	2.69^{*}	11.13^{**}	306.92^{**}	0.537^{*}	20.29^{**}	0.179^{ns}	2.83^{*}	37.62^{**}
P. vs H.	والدینvsهیبریدها	1	292.60^{**}	27.52^{ns}	91.26^{ns}	1204.39^{**}	0.60^{ns}	15.59^{*}	187.30^{ns}	0.499^{ns}	45.74^{*}	0.183^{ns}	1.29^{ns}	189.51^{**}
Error	اشتباه	27	17.84	6.77	166.21	111.83	1.20	2.84	100.41	0.248	7.05	0.118	1.34	4.56

ns, * and ** :Non significant, significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

ns، * و **به ترتیب عدم معنی دار بودن، معنی دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ .

جدول ۴- خلاصهٔ نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و صفات زراعی مختلف کلزا در روش دی آلل کامل بدون والدین (روش ۳ گریفینگ)

Table 4. Summary of analysis of variance(mean of squares) for yield and various agronomic traits in full diallel without parents *Brassica napus* (Griffing method 3)

منبع تغییرات S.O.V.		درجهٔ آزادی df	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی Days to 50% flowering	تعداد روز تا رسیدن Days to maturity	ارتفاع بوته Plant height (cm)	طول شاخهٔ اصلی Length of main shoot (cm)	تعداد شاخه های اولیه در بوته Primary branches/ plant	تعداد شاخه های ثانویه در بوته Secondary branches/ plant	تعداد غلاف در ساقهٔ اصلی Siliqua on main shoot	طول غلاف Siliqua length (cm)	تعداد دانه در غلاف Seeds/ siliqua	وزن هزار دانه 1000 seeds weight (g)	میزان روغن Oil content (%)	عملکرد دانه در بوته Seed yield /plant (g)
Replication	تکرار	1	171.43*	36.01*	397.13 ns	75.23 ns	0.026 ns	1.38 ns	23.16 ns	0.013 ns	9.79 ns	0.003 ns	0.183 ns	0.352 ns
Treatments	تیمار	41	266.73**	121.71**	869.09**	354.64**	2.92**	11.79**	418.37**	0.534	15.54**	0.176**	3.30**	31.11**
Parents(P)	والدین	20	142.62**	148.18**	979.05**	266.99**	2.84**	11.21**	316.87**	0.537**	19.97**	0.180**	2.98**	37.14**
Hybrids(H)	هیبریدها	20	368.14**	93.18**	790.27**	458.05**	3.14**	12.69**	540.73**	0.553**	11.73*	0.179**	3.40**	26.03**
P. vs H.	والدینvsهیبریدها	1	720.43**	162.92**	246.22ns	39.35ns	0.258ns	5.17ns	1.21ns	0.098ns	3.31ns	0.133ns	7.50**	12.02ns
Error	اشتباه	41	26.79	5.91	172.87	90.88	0.507	2.87	56.79	0.169	5.71	0.032	0.911	7.96

ns, * and ** :Non significant, significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

ns، * و **به ترتیب عدم معنی دار بودن، معنی دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ .

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.3.2.7]

جدول ۵- خلاصهٔ نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و صفات زراعی مختلف کلزا در روش نیم دی آلل بدون والدین (روش ۴ گریفینگ)

Table 5. Summary of analysis of variance(mean of squares) for yield and various agronomic traits in half diallel without parents *Brassica napus* (Griffing method 4)

منبع تغییرات		درجهٔ آزادی	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	تعداد روز تا رسیدن	ارتفاع بوته	طول شاخهٔ اصلی	تعداد شاخه های اولیه در بوته	تعداد شاخه های ثانویه در بوته	تعداد غلاف در ساقهٔ اصلی	طول غلاف	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه	میزان روغن	عملکرد دانه در بوته
S.O.V.		df	Days to 50% flowering	Days to maturity	Plant height (cm)	Length of main shoot (cm)	Primary branches/ plant	Secondary branches/plant	Siliqua on main shoot	Siliqua length (cm)	Seeds/ siliqua	1000 seeds weight (g)	Oil content (%)	Seed yield /plant (g)
Replication	تکرار	1	219.42^{**}	64.40^{**}	277.81^{ns}	248.21^{ns}	0.033^{ns}	3.72^{ns}	8.33^{ns}	0.102^{ns}	45.38^{**}	0.002^{ns}	0.782^{ns}	3.57^{ns}
Treatments	تیمار	20	138.87^{**}	137.87^{**}	967.51^{**}	254.46^{*}	2.69^{**}	11.123^{**}	306.92^{**}	0.537^{*}	20.29^{**}	0.179^{**}	2.83^{**}	37.62^{**}
Parents(P)	والدین	20	15.08	7.13	182.47	119.03	0.664	2.99	98.56	0.234	4.63	0.032	0.953	5.46

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی دار بودن، معنی دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, * and ** :Non significant, significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.3.2.7]

جدول ۶- خلاصهٔ نتایج تجزیه ترکیب پذیری (میانگین مربعات) در روش های مختلف گریفینگ برای ۱۲ صفت زراعی در کلزا

Table 6. Summary of combining ability analysis (mean of squares) in different methods of Griffing approach for 12 agronomic traits in *Brassica napus*

روش دی آلل	منبع تغییرات	درجهٔ آزادی	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	تعداد روز تا رسیدن	ارتفاع بوته	طول شاخهٔ اصلی	تعداد شاخه های اولیه در بوته	تعداد شاخه های ثانویه در بوته	تعداد غلاف در شاخهٔ اصلی	طول غلاف	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه	میزان روغن	عملکرد دانه در بوته
Diallel method	S.O.V.	df	Days to 50% flowering	Days to maturity	Plant height (cm)	Length of main shoot (cm)	Primary branches/ plant	Secondary branches/ plant	Siliqua on main shoot	Siliqua length (cm)	Seeds/ siliqua	1000 seeds weight (g)	Oil content (%)	Seed yield /plant (g)
روش ۱ Method 1	GCA	6	730.3**	357.21**	2454.44**	714.78**	3.28**	33.65*	1225.79**	0.840**	11.51**	0.335**	5.27**	24.17**
	SCA	21	103.1**	23.68**	218.06**	161.31**	1.29**	4.38**	83.7**	0.198*	10.24**	0.109**	1.26*	18.38**
	REC.	21	51.4**	21.55**	102.77ns	74.33ns	1.15**	2.47ns	58.01*	0.136ns	3.61ns	0.054ns	1.09*	12.13**
	Error	48	12.86	2.80	83.01	45.22	0.355	1.41	31.99	0.092	3.19	0.040	0.573	3.58
روش ۲ Method 2	GCA	6	402.27**	266.84**	1648.33**	380.38**	3.27**	20.32**	581.72**	0.352*	4.02ns	0.257**	2.44**	16.68**
	SCA	21	64.73**	18.47**	164.97*	108.52ns	0.871ns	4.20**	61.55ns	0.205ns	10.26**	0.095ns	1.34*	18.45**
	Error	27	8.92	3.39	83.10	55.92	0.599	1.42	50.20	0.124	3.52	0.059	0.671	2.28
روش ۳ Method 3	GCA	6	481.34**	278.42**	1880.53**	574.03**	2.11**	20.97**	1021.49**	0.984**	14.12**	0.171**	4.51**	31.35**
	SCA	14	8517.88**	53706.0**	69847.12**	15014.60**	72.56**	133.64**	5137.25**	83.08**	1253.52**	31.04**	5796.16**	605.26**
	REC.	21	102.74**	43.11**	205.55**	148.66**	2.30**	4.93**	116.02**	0.272**	7.21**	0.108*	2.18**	24.26**
	Error	41	13.40	2.96	86.43	45.44	0.253	1.44	28.39	0.085	2.86	0.016	0.455	3.98
روش ٤ Method 4	GCA	6	147.79**	188.54**	1120.31**	182.30*	1.99**	7.13**	346.24**	0.387*	5.28*	0.081**	1.52*	30.51**
	SCA	14	35.85**	17.68**	210.95*	103.63ns	1.17**	4.89**	70.84ns	0.218ns	12.22**	0.094**	1.37*	13.80**
	Error	20	7.54	3.56	91.23	59.52	0.332	1.50	49.28	0.117	2.31	0.016	0.476	2.73

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی دار بودن، معنی دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, * and ** :Non significant, significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.3.2.7]

جدول ۷- برآورد واریانس های افزایشی و غالبیت و محاسبهٔ درجهٔ غالبیت با روش های مختلف گریفینگ برای ۱۲ صفت زراعی در کلزا

Table 7. Estimation of additive and dominance genetic variances and calculation of dominance ratio in Griffing methods for 12 agronomic characters in *Brassica napus*

اجزاء ژنتیکی	روش دی آلل	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	تعداد روز تا رسیدن	ارتفاع بوته	طول شاخهٔ اصلی	تعداد شاخه های اولیه در بوته	تعداد شاخه های ثانویه در بوته	تعداد غلاف در شاخهٔ اصلی	طول غلاف	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه	میزان روغن	عملکرد دانه در بوته
Genetic component	Diallel method	Days to 50% flowering	Days to maturity	Plant height (cm)	Length of main shoot (cm)	Primary branches/ plant	Secondary branches/ plant	Siliqua on main shoot	Siliqua length (cm)	Seeds/ siliqua	1000 seeds weight (g)	Oil content (%)	Seed yield /plant (g)
	1	51.41	11.90	76.95	66.14	0.533	1.69	29.50	0.06	4.02	0.039	0.391	8.43
واریانس غالبیت	2	55.81	15.08	81.87	52.60	0.272	2.78	11.35	0.08	6.74	0.036	0.669	16.17
	3	4252.24	26851.52	34880.34	7484.58	36.15	66.10	2510.62	41.49	625.33	15.47	2896.99	300.64
σ_D^2	4	28.31	19.12	119.72	44.11	0.838	3.39	21.56	0.101	9.91	0.078	0.894	11.07
	1	90.22	47.80	320.62	79.96	0.292	4.20	163.58	0.092	0.238	0.032	0.575	0.934
	2	75.12	55.19	329.64	60.41	0.533	3.58	115.59	0.033	-1.39	0.036	0.24	-0.390
واریانس افزایشی	3	-1607.31	-10685.52	-13593.32	-2888.11	-14.09	-22.53	-823.15	-16.42	-247.88	-6.17	-1158.33	-114.78
σ_A^2	4	44.78	68.34	363.74	31.47	0.328	0.896	110.16	0.068	-2.78	-0.005	0.06	6.68
	1	0.57	0.25	0.24	0.83	1.83	0.41	0.18	0.61	16.89	1.22	0.68	9.02
درجهٔ غالبیت	2	0.74	0.27	0.25	1.37	0.51	0.78	0.10	2.42	-4.85	1.00	0.28	-41.46
	3	-2.65	-2.51	-2.57	-2.59	-2.57	-2.93	-3.05	-2.53	-2.52	-2.51	-2.50	-2.62
σ_D^2/σ_A^2	4	0.63	0.21	0.33	1.40	2.55	3.78	0.20	1.49	-3.56	-15.60	14.90	1.66

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.3.2.7]

جدول ۸- فرمول های برآورد اجزاء واریانس در روش های مختلف گریفینگ

Table 8. Formula for estimation of variance components in Griffing different methods

Diallel method	روش دی آلل	واریانس ترکیب پذیری عمومی* σ_g^2	واریانس ترکیب پذیری خصوصی** σ_s^2	واریانس اثرات متقابل σ_r^2
Method 1	روش ۱	$\frac{1}{2p}[M_g - \frac{M'_e + p(p-1)M_s}{c}]$	$\frac{p}{2c}(M_s - M'_e)$	$\frac{(Mr - M'_e)}{2}$
Method 2	روش ۲	$(\frac{1}{p} + 2)(M_g - M_S)$	$(M_s - M'_e)$	---------
Method 3	روش ۳	$\frac{1}{2(p-2)}(M_g - M_s)$	$\frac{(M_s - M'_e)}{2}$	$\frac{(Mr - M'_e)}{2}$
Method 4	روش ۴	$\frac{(M_g - M_S)}{p-2}$	$(M_s - M'_e)$	---------

*$\sigma_A^2 = 2\sigma_g^2$, ** $\sigma_D^2 = \sigma_s^2$

σ_A^2: Additive genetic variance

σ_D^2: Dominance genetic variance

Mg:gca mean of squares

Ms:sca mean of squares

Mr: reciprocal mean of squares

Me: Error mean of squares in RBD ANOVA table

M′e = Me/r

r: No. of replications

p: No. of parents

c: p^2-p+1

σ_A^2 : واریانس افزایشی

σ_D^2 : واریانس غالبیت

Mg: میانگین مربعات ترکیب پذیری عمومی

MS: میانگین مربعات ترکیب پذیری خصوصی

Mr: میانگین مربعات اثرات متقابل

Me: میانگین مربعات اشتباه در جدول تجزیه واریانس طرح بلوک های کامل تصادفی

r: تعداد تکرارها

P: تعداد والدین

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.3.2.7]

صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف نیز منفی برآورد شد. اما این برآورد از طریق روش ۱ برای تمامی صفات مثبت بود. پوررداد و ساچان (Pourdad and Sachan, 2001) با برآورد واریانس های افزایشی و غالبیت صفات مختلف زراعی در کلزا از طریق روش هیمن (Hayman, 1960) نتایجی مطابق با نتایج فوق در روش ۱ گریفینگ را گزارش نمودند. در واقع با توجه به ماهیت واریانس می دانیم که مقدار عددی آن می بایست بزرگتر یا برابر صفر باشد. اما از آن جائی که واریانس افزایشی در روش های گریفینگ از طریق غیر مستقیم محاسبه می شود و در واقع برآوردی از واریانس افزایشی جامعه است پس این برآورد می تواند گاهی منفی باشد. روی (Roy, 2000) علت برآورد منفی اجزاء واریانس را کلا چهار مورد ذکر نمود ۱- مدل نامناسب آماری ۲- نمونه گیری نامناسب از جامعه ۳- اشتباه نمونه گیری و ٤- طرح آماری نامناسب. برای پی بردن به علت برآورد منفی واریانس افزایشی فرمول های ارائه شده در روش های مختلف گریفینگ مورد توجه قرار گرفت (جدول ۸). با دقت در این فرمول ها دیده شد که هرگاه در جدول تجزیه واریانس ترکیب پذیری میانگین مربعات ترکیب پذیری خصوصی (MSSCA) بزرگ‌تر از میانگین مربعات ترکیب پذیری عمومی (MSGCA)باشد مقدار عددی واریانس افزایشی منفی برآورد می شود. بزرگی میانگین مربعات ترکیب پذیری خصوصی نسبت به میانگین مربعات ترکیب پذیری عمومی برای برخی از صفات در گزارشات متعددی مشاهده شده است از جمله سینگ و چاودری (Singh & Chaudhary, 1985)، چاودری و همکاران (Chaudhary et al., 2000)، دانا و داسگوپتا (Dana & Dasgupta, 2001)، رامئه و همکاران (۱۳۷۹)، قنادها و همکاران(۱۳۷۷)، هنرنژاد و شعایی دیلمی (۱۳۷۵ و ۱۳۷٦)، منصوری و احمدی (۱۳۷۷)، عالمی سعید و وجدانی (۱۳۷۱)، هنرنژاد (۱۳۷٤)، چوکان (۱۳۷۸)، فرشادفر (۱۳۷٦). هم چنین هرگاه میانگین مربعات اشتباه آزمایشی (M´e) بزرگتر از میانگین مربعات ترکیب پذیری خصوصی باشد، برآورد واریانس ترکیب پذیری خصوصی (σs2) منفی خواهد شد. که این امر در مورد هیچ یک از صفات تحت بررسی و روش های چهارگانهٔ دی آلل مشاهده نشد. برآورد منفی واریانس افزایشی به عنوان معیاری جهت مقایسه روش های چهارگانهٔ گریفینگ در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که در این آزمایش روش اول گریفینگ (دی آلل کامل با والدین) توانست واریانس افزایشی را بهتر برآورد نماید. سینگ و پارودا(Singh and Paroda, 1984) با مقایسهٔ روش های مختلف تجزیه تلاقی های دی آلل اظهار داشتند که روش دوم گریفینگ متفاوت از سایر روش ها بوده و این روش نتوانسته است نتایج واضحی از واریانس افزایشی و غالبیت را در مقایسه با سایر روش ها نشان دهد.

پونی و همکاران (Pooni et al.,1984) نیز با بررسی رابطهٔ بین برآورد ترکیب پذیری عمومی و خصوصی و برآورد واریانس های افزایشی و غالبیت در چهار روش گریفینگ با استفاده ازمدل تصادفی از طریق تئوریک و آزمایشات مزرعه ای اظهار داشتند که در روش اول گریفینگ امید ریاضی میانگین مربعات ترکیب پذیری عمومی و خصوصی به ترتیب با تعاریف کلی واریانس های افزایشی و غالبیت همخوانی دارد. آن ها پیشنهاد نمودند که روش اول همواره به طور مناسبی واریانس های افزایشی و غالبیت را برآورد می نماید اما روش های ۲، ۳ و ٤ تنها در حالتی که حداقل تعداد والدین شرکت کننده در تلاقی ها ۲۰ والد باشد می تواند برآورد نزدیکی از این واریانس ها را تخمین بزنند.

تلاقی های دی آلل و ارزیابی مواد حاصل از آن جزء روش های پر هزینه در اصلاح نباتات بوده و با توجه به نتایج بررسی حاضر می توان توصیه نمود که برای برآورد اجزاء واریانس ژنتیکی صفات مختلف در کلزا با استفاده از تلاقی های دی آلل بهتراست تلاقی ها به صورت

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.3.2.7]

دی آلل کامل (تلاقی های مستقیم و متقابل) صورت پذیرد.
انجام شده و تجزیه آن از طریق روش اول گریفینگ

منابع مورد استفاده References

احمدی، ج. ع. زالی، ب، یزدی صمدی، ع. طالعی، م. قنادها و ع. سعیدی. ۱۳۸۱.ترکیب پذیری و عمل ژن‌ها در گندم نان در شرایط تنش خشکی با استفاده از تجزیه دی آلل. هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران - کرج.

اوراضی زاده، م. س. ی. صادقیان مطهر و م. مصباح ۱۳۸۱. بررسی ژنتیکی مقاومت به بولتینگ و برخی صفات کمی و کیفی چغندرقند به روش دی آلل. هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران - کرج.

چوکان، ر. ۱۳۷۸. بررسی ترکیب پذیری عمومی و خصوصی ده لاین ذرت برای صفات مختلف در تلاقی دی آلل. مجله نهال و بذر. جلد ۱۵، شماره ۳، صفحه ۲۹۴-۲۸۰.

حسینی نژاد، ز. ۱۳۷۵. بررسی ترکیب پذیری در ارقام زودرس پنبه. چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران - اصفهان.

حسینی نژاد، ز. ۱۳۷۷. بررسی ترکیب پذیری و پدیده هتروزیس در پنبه. پنجمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران - کرج.

دهقانپور، ز. م. مقدم، ب. اهدایی و س. عبد میشانی. ۱۳۷۵. بررسی ترکیب پذیری لاین های انبرد در ذرت دانه سفید. چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران - اصفهان.

رامئه، و. ع. رضایی و ا. ارزانی. ۱۳۷۹. برآورد پارامترهای ژنتیکی برای عملکرد و اجزاء آن در لاین های اینبرد ذرت به روش دی آلل. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۴، شماره ۲، صفحه ۱۰۴-۹۵.

عالمی، سعید. خ. و پ. وجدانی. ۱۳۷۱. بررسی قدرت ترکیب پذیری صفات کمی عملکرد در ارقام آفتاب گردان. مجله نهال و بذر. جلد ۸، شماره ۲ و ۱، ۲۶-۱۸.

فرشادفر، ع. ۱۳۷۶. کاربرد ژنتیک کمی در اصلاح نباتات. جلد دوم، فصل هشتم. انتشارات طاق بستان.

قنادها، م. ر.م.ر. تقویی و م. ترابی ۱۳۷۷. توارث مقاومت به زنگ زرد در لاین های گندم. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۹، شماره ۱، صفحه ۱۳۸-۱۳۱.

قنادها، م. ر. ع. ا. نصراله نژاد قمی و م. ترابی. ۱۳۷۹. برآورد اثر ژن ها و ترکیب پذیری مقاومت گیاه بالغ در تعدادی اثر کالتیوارهای گندم نسبت به نژاد 226E222A+ زنگ زرد به روش دی آلل. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۱، شماره ۱، صفحه ۱۸-۹.

قندی، ا.، ع. زالی و پ. وجدانی. ۱۳۷۶. بررسی ترکیب پذیری عمومی و خصوصی صفات گندم به روش دی آلل کراس. مجله نهال و بذر. جلد ۱۳، شماره ۳، صفحه ۴۰-۳۱.

منصوری، س. و م. احمدی. ۱۳۷۷. بررسی ترکیب پذیری و نوع عمل ژن لاین های کنجد (*Sesamum indicum*) با استفاده از روش دی آلل. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۹، شماره ۱، صفحه ۵۶-۴۷.

مهدوی صفا، د. م. مقدم، ح. کاظمی و م. ر. شکیبا. ۱۳۶۹. تجزیه و تحلیل بیومتریکی برخی صفات مرتبط با مقاومت به خشکی و سرما در گندم پاییزه به روش دی آلل. مجله دانش کشاورزی، جلد ۱، شماره های ۴ و ۳، صفحه ۴۸-۲۶.

نظریان فیروزآبادی، ف. س. ی. صادقیان و ح. میرزایی. ۱۳۷۷. بررسی چگونگی توارث پذیری برخی از خصوصیات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی در گیاهچه های جوان چغندرقند به روش دی آلل. پنجمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران – کرج.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.3.2.7]

هنرنـژاد، ر. ۱۳۷۳. خـصوصیات ژنتیکـی و قابلیـت ترکیـب پـذیری واریتـه هـای بـرنج (*Oryza sativa* L.). مجلـه علـوم کشاورزی ایران. جلد ۲۵، شماره ۴، صفحه ۵۰-۳۱.

هنرنژاد، ر. ۱۳۷۴. مطالعه ای در ترکیب پذیری و همبستگی برخی از صفات زراعی در شش رقم برنج. مجله نهال و بـذر. جلد ۱۱، شماره ۴، صفحه ۵۲-۳۷.

هنرنژاد، ر. و م. شعایی دیلمی. ۱۳۷۵. ترکیب پذیری و وراثت پذیری برخی صفات کمی و کیفی در جمعیت های متنوع (F2) توتون (*Nicotiana tabacum*). مجله نهال و بذر. جلد ۱۲، شماره ۴، صفحه ۵۸-۴۹.

هنرنژاد، ر. و م. شعایی دیلمی. ۱۳۷۶. اثر ژن ها و قابلیت ترکیب پذیری برخی صفات کمی و کیفی واریتـه هـای توتـون. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۸، شماره ۴، صفحه ۱۴۶-۱۲۱.

Chaudhary, A. K., L. B. Chaudhary and K. C. Sharma. 2000. Combining ability estimates of early generation inbred lines derived from maize populations. Indian J. of Genetics and Plant Breeding. **60(1):**55-61.

Cockerham,C.C. 1963. Estimation of genetic variances. In; statistical genetics and plant breeding, W.D. Hanson and H.F. Robinson, (eds)., pp.53-94. NASNRC Publ. 982.

Dana, I. and T. Dasgupta. 2001. Combining ability in blackgram. Indian J. of Genetics and Plant Breeding. **61(2):**170-171.

Gardner, C. O. and S. A. Eberhart. 1966. Analysis and interpretation of the varity cross diallel and related populations. Biometerics **22:**439-452.

Griffing, B. 1956a. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Aust. J. Biot. Sci. **9:**463-493.

Griffing, B. 1956b. A generalized treatment of use of diallel crosses in quantitative inheritance. Heredity. **10:**31-50.

Hayman, B. I. 1954. The analysis of variance of diallel tables. Biometerics, **10:**235-244.

Hayman, B. I. 1960. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics, **39:**789-809.

Jinks, J. L. 1954. The analysis of heritable variation in diallel crosses of *Nicotiana rustica* varieties. Genetics, **39:**767-788.

Kempthorne, O. 1956. The theory of diallel cross. Genetics, **41:**451-459.

Lee, J. and P. J. Kaltsikes. 1972. Supplemental information on the use of computer program for the Jinks-Hyman diallel analysis of data from F1, F2 and F3 generations. Crop Sci. 12:pp.633.

Pooni, H. S., J. L. Jinks and R. K. Singh. 1984. Methods of analysis and the estimation of the genetic parameters from a diallel set of crosses. Heredity, **52(2):**243-253.

Pourdad, S. S. and J. N. Sachan. 2001. Studies on heterosis, inbreeding depression and combining ability for important economic traits and inheritance of erucic acid in *Brassica napus* (L.). Ph.D., Thesis, G. B. Pant Univ. of Agri. & Tech. Pantnagar, India. 254p.

Roy, D. 2000. Plant breeding: Analysis and exploitation of variation. NAROSA Publishing House. New Delhi.

Singh, O. and R. S. Paroda. 1984. A comparison of different diallel analyses. Theor. Appl. Genet. **67:**541-545.

Singh, R. K. and B. D. Chaudhary. 1985. Biometerical methods in quantitative genetic analysis. Kalyani

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.3.2.7]

Publishers. New Delhi.

Sokol, M. J. and R. J. Baker. 1977. Evaluation of the assumptions required for the genetic interpretation of diallel experiments in self pollinating crops. Can. J. of Plant Sci., **57:**1185-1191.

Walter, D. E. and J. R. Morton.1978. On the analysis of variance of half diallel table. Biometerics, **34:**91-94.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.3.2.7]

Estimation of genetic parameters in rapeseed (*Brassica napus* L.) using different diallel methods of Griffing approach

S. S. Pourdad[1] and J. N. Sachan[2]

ABSTRACT

The theory and analysis of diallel crosses have been defined and developed by many scientists. Griffing in 1965 described the diallel analysis in four methods with four models. In this study estimation of genetic parameters through different methods of Griffing approach was compared. Seven lines of *Brassica napus* L. were crossed in all possible combinations including reciprocal crosses. Forty two F_1s together with seven parents were planted using randomized complete block design with 2 replications. Combining ability analysis was carried out for 12 agronomic characters on the basis of four methods of Griffing's approach. Estimation of additive (σ_A^2) and dominance (σ_D^2) genetic variances and calculation of dominance ratio (σ_D^2/σ_A^2) was carried out for these methods. The estimation of additive and dominance genetic variances in the method 3 were negative for all characters and in method 2 and 4 they were negative only for some characters. However, in method 1 additive genetic variance was positive for all characters. Considering the estimation formula for additive and dominance genetic variances it was concluded that, when mean square specific combining ability (SCA) is greater than mean square of general combining ability (GCA), estimation of additive genetic variance is negative. This situation was observed in methods 2, 3,and 4 but not in method 1. It was indicated that components of genetic variances was better estimated in method 1 than the other methods in this study. Results indicated that the method 1 provided consistent estimation of additive and dominance genetic variance and was superior in comparison with the other Griffing methods.

Keywords: Canola, Combining ability, Specific combining ability, Genetic variance, Additive genetic variance.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.3.2.7]

1- Scientific members, Dryland Agriculture Research Institute.
2- Prof., G. B. Pant University of Agric.and Tech., G. B. Pant India