

## بررسی اثر محیط بر روی ترکیب پذیری لاین‌های کلزا از نظر صفات زراعی و کیفیت روغن\* Study of environments effect on combining ability of rapeseed lines in agronomic and oil quality traits

سید سعید پورداد<sup>۱</sup> و جی ان ساچان<sup>۲</sup>

### چکیده

ارزیابی لاین‌ها و بررسی ترکیب‌پذیری آن‌ها از مهم‌ترین و پر هزینه‌ترین مراحل تولید بذر هیبرید بوده که از طریق آن می‌توان والدین و تلاقی‌های برتر را شناسایی نمود. تلاقی‌های دای آلل از روش‌های متداول و کارا برای تعیین ترکیب‌پذیری لاین‌ها است. در اکثر تحقیقات انجام شده بررسی ترکیب‌پذیری در یک محیط (سال یا مکان) صورت گرفته است. هدف از این تحقیق، بررسی اثر محیط بر روی برآورد ترکیب‌پذیری لاین‌ها در صفات مختلف کلزا است. در این بررسی هفت لاین کلزا (*Brassica napus* L.) به طور تصادفی انتخاب و در سال ۱۳۷۸ در تمامی حالات ممکن با یکدیگر تلاقی داده شدند. این دورگ‌ها در سال ۱۳۷۹ (محیط ۱) و نیز در سال ۱۳۸۰ در دو تاریخ کاشت متفاوت (محیط ۲ و ۳) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو تکرار بررسی شدند. ۲۱ صفت شامل صفات زراعی و کیفیت روغن اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس مرکب ترکیب‌پذیری روی سه محیط نشان داد که ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) والدین برای تمامی صفات بجز میزان اسید استاریک و نیز ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) دورگ‌ها برای تمامی صفات معنی‌دار است. این نتایج نشان داد که هر دو واریانس افزایشی و غالبیت (غیر افزایشی) در صفات تحت بررسی دارای اهمیت هستند. اثر متقابل محیط و ترکیب‌پذیری عمومی در تمامی صفات بجز میزان اسید استاریک و اثر متقابل محیط در ترکیب‌پذیری خصوصی برای تمامی صفات معنی‌دار بود یعنی ترکیب‌پذیری لاین‌ها و دورگ‌ها از محیطی به محیط دیگر متفاوت بود. برآورد اثرات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی والدین و دورگ‌ها در سه محیط بر روی صفات مختلف از محیطی به محیط دیگر تغییر یافته و گاهی این تغییرات زیاد بود به طوری که با تغییر علامت برآوردها همراه بود. مجموعاً در ۱۱ مورد برآورد اثر GCA و ۴۴ مورد برآورد اثر SCA در محیط‌های مختلف دارای اختلافات معنی‌دار بوده و با تغییر علامت اثرات همراه بود. اما برآورد اثرات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی از طریق داده‌های ادغام شده (ادغام سه محیط) نتایج بهتر و دقیق‌تری را داشت. میانگین صفات تحت بررسی در والدین و دورگ‌ها در محیط‌های مختلف نیز یکسان نبود و از آن جایی که انتخاب والدین و دورگ‌های برتر با استفاده از معیارهای اثرات ترکیب‌پذیری و میانگین صفات صورت می‌گیرد لذا گزینش والدین و دورگ‌های برتر بر اساس نتایج یک سال یا یک مکان همراه با ریسک بوده و ممکن است برنامه‌های اصلاحی را به نتایج مطلوب نرساند لذا بهتر است گزینش‌ها را بر اساس نتایج چند سال و یا مکان انجام داد. در این بررسی تلاقی‌های برتر از نظر صفات عملکرد دانه و روغن، میزان اسید اروسیک روغن و میزان گلوکوزینولات کنجاله معرفی شدند و نتایج نشان داد که والد HNS9801 برای ایجاد هیبریدهایی با عملکرد دانه و میزان روغن بالا بسیار مهم بوده و در برنامه‌های اصلاحی آینده باید مورد توجه بیشتری قرار گیرد. هم‌چنین از نظر میزان گلوکوزینولات والد GSC3A00 و برای کمترین میزان اسید اروسیک والد TERI(OE)R983 ارزشمندترین والدین بودند که در برنامه‌های اصلاحی برای کیفیت روغن باید مدنظر قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: کلزا، محیط، ترکیب‌پذیری، صفات زراعی و کیفیت روغن.

## مقدمه

لاین‌های برتر ممکن است توانایی انتقال خصوصیات برتر خود را به نتاجشان نداشته باشند و لذا نمی‌توان گفت که همواره از تلاقی دو والد برتر نتاج برتر به وجود خواهد آمد. بررسی ترکیب‌پذیری لاین‌های موجود یکی از مهم‌ترین مراحل تولید بذر هیبرید است و از طریق آن می‌توان والدین و تلاقی‌های برتر را شناسایی نمود. تلاقی‌های دای آلل از روش‌های متداول و کارا برای تعیین ترکیب‌پذیری لاین‌ها بوده و از سال ۱۹۴۲ تا کنون مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ اما در اکثر تحقیقات انجام شده بررسی ترکیب‌پذیری در یک محیط (سال یا مکان) صورت می‌گیرد. از آن جایی که ممکن است محیط بر روی این ترکیب‌پذیری تأثیر بگذارد، لذا بررسی اثر محیط می‌تواند اطلاعات ارزنده‌ای در اختیار به‌زادگر قرار دهد.

هدف برخی از این بررسی‌ها گزینش برای تحمل به تنش خاصی است که والدین و هیبریدها در دو محیط معمولی و دارای تنش مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. تاکرال و همکاران (Thakral et al., 1995) ترکیب‌پذیری لاین‌ها و دورگ‌های خردل هندی (*B. juncea*) را در دو محیط معمولی و تحت تنش شوری مورد بررسی قرار دادند. مندل و مایتی (Mandal & Maity, 1992) ترکیب‌پذیری لاین‌ها و دورگ‌های گندم را در دو محیط معمولی و دارای ۱۰ کیلوگرم در هکتار بررسی نمودند. ساتیش و بهالا (Satish & Bhalla, 1988) نیز ترکیب‌پذیری لاین‌ها و دورگ‌های ذرت را در دو محیط بدون تنش رطوبتی و با تنش رطوبتی (بدون آبیاری و مصرف کم کود) بررسی نمودند. گوپتا و همکاران (Gupta et al., 1986) نیز ترکیب‌پذیری لاین‌ها و دورگ‌های نخود را در شش محیط (دو تاریخ کاشت و سه سطح کود) مورد ارزیابی قرار دادند. گروه دیگری از بررسی‌ها در مناطق و یا سال‌های مختلف به منظور افزایش کارایی گزینش والدین و یا تلاقی‌های برتر صورت گرفته است. بر

روی نخود فرنگی (Singh and Singh, 1990)، سورگوم (Patel & Desai, 1990)، پنبه (Tomar & Singh, 1992)، ذرت (Salem et al., 1986) نیز این بررسی‌ها انجام شده است.

دایرز و همکاران (Diers et al., 1996) هفت واریته و هفت لاین خالص کلزا را به صورت جداگانه با یکدیگر تلاقی داده و والدین و نتاج را در دو محیط مورد مقایسه قرار دادند. آن‌ها تفاوتی بین تنوع ژنتیکی برای عملکرد دانه و سایر صفات بین لاین‌ها و واریته‌ها مشاهده نکردند. هم‌چنین ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) همبستگی زیاده‌تری با عملکرد دانه هیبریدها نشان داد. براندل و مک‌وتی (Brandle & McVatty, 1990) سه لاین خالص کلزا که متعلق به سه منبع مختلف بودند را در طرح فاکتوریل با یکدیگر تلاقی داده و والدین و نتاج را در سه محیط مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که اثر ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) لاین‌ها برای عملکرد دانه معنی‌دار بوده و این صفت توسط ژن‌هایی با اثرات افزایشی کنترل می‌شود.

هدف از این تحقیق بررسی اثرات محیطی بر روی ترکیب‌پذیری لاین‌ها و تلاقی‌های کلزا و مشخص کردن بزرگی آن است.

## مواد و روش‌ها

در این بررسی هفت لاین از کلزا (*Brassica napus* L.) به اسامی TERI(OE)R-15، GSC3A00، HNS-9801، HNS-9802، TERI(OE)R-983، NPN-01 و NPN-02 به طور تصادفی انتخاب و در سال ۱۳۷۸ در تمامی حالات ممکن (تلاقی‌های مستقیم و متقابل) با یکدیگر تلاقی داده شدند. اما از آن جایی که در این بررسی اثرات مادری مد نظر نبوده و از طرف دیگر به علت جلوگیری از حجیم شدن مقاله از بحث در مورد اثرات متقابل پرهیز شده است. در سال ۱۳۷۹ علاوه بر بررسی دورگ‌ها و والدین (محیط ۱) تلاقی‌ها تکرار گردیدند و در سال

۱۳۸۰ دورگ‌ها و والدین در دو تاریخ کشت متفاوت (محیط ۲ و ۳) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو تکرار مقایسه شدند. ۲۱ صفت زراعی شامل تعداد روزها تا گلدهی، تعداد روزها تا رسیدن فیزیولوژی، تعداد شاخه‌های فرعی در بوته، تعداد شاخه‌های اصلی در بوته، ارتفاع بوته، طول شاخه اصلی، تعداد غلاف در شاخه اصلی، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه در بوته و درصد روغن دانه، شاخص برداشت، میزان مجموع گلوکوزینولات‌های کنجاله و میزان اسیدهای چرب پالمیک، استاریک، اولئیک، لینولئیک، لینولنیک، ایکوساینوئیک و اروسیک بر روی تیمارها اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری درصد روغن، اسیدهای چرب و مجموع گلوکوزینولات‌ها به ترتیب از دستگاه‌های NMR، گاز کروماتوگراف و اسپکتروفتومتر چند کاناله استفاده شد. تهیه استر جهت اندازه‌گیری اسیدهای چرب از روش هوگن و بودو (Hougen & Bodo, 1973) و میزان گلوکوزینولات کنجاله با استفاده از سدیم تتراکلرو پالادیت  $[Na(PdCl_4)]$  صورت گرفت.

تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری از روش اول دای آلل گریفینگ (Griffing 1956a,b) با استفاده از مدل تصادفی (مدل II) انجام شد. تجزیه مرکب ترکیب‌پذیری از روش پیشنهادی سینگ (Singh 1973a,b, 1979) انجام شد.

### نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب ترکیب‌پذیری برای والدین و دو رنگ‌ها در سه محیط (جدول ۱) نشان داد که اختلاف محیط‌ها از نظر تمامی صفات تحت بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) والدین برای تمامی صفات بجز میزان اسید استاریک دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بود. هم‌چنین اختلاف بین ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) دورگ‌ها برای صفات میزان

گلوکوزینولات و اسید استاریک در سطح احتمال یک درصد و سایر صفات در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. این نتایج نشان داد که هر دو واریانس افزایشی و غالبیت (غیر افزایشی) در صفات تحت بررسی دارای اهمیت هستند. اهمیت واریانس‌های افزایشی و غالبیت در صفات مختلف کلزا توسط تاکور و سگوال (Thakur & Sagwal, 1997)، کودلا (Kudla, 1997)، لی و کیو (Li & Qiu, 1987) و تاکرال و همکاران (Thakral et al., 1995) نیز گزارش شده است. واریانس اثرات تلاقی‌های متقابل (Reciprocal) نیز برای تمامی صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. این امر نشان داد که اثرات مادری در این صفات اهمیت داشته و در برنامه‌های اصلاحی باید در انتخاب والد مادری دقت لازم را به عمل آورد. سینگ و همکاران (Singh et al., 1996) نیز اثرات مادری را برای عملکرد دانه و روغن و تعداد دیگری از صفات زراعی معنی‌دار گزارش نمودند. اثر متقابل محیط و ترکیب‌پذیری عمومی (محیط  $\times$  GCA) برای تمامی صفات بجز اسید استاریک و اثر متقابل محیط در ترکیب‌پذیری خصوصی (محیط  $\times$  SCA) نیز برای تمامی صفات معنی‌دار بود و نشان داد که ترکیب‌پذیری لاین‌ها و دورگ‌ها از محیطی به محیط دیگر متفاوت است. خلاصه اثرات ترکیب‌پذیری عمومی والدین (جدول ۲) در سه محیط بر روی صفات مختلف نشان داد که این اثرات از محیطی به محیط دیگر متفاوت بوده و گاهی این تغییرات به حدی زیاد است که با تغییر علامت اثرات همراه بوده‌اند. به عنوان مثال در والد HNS-9802 ترکیب‌پذیری عمومی برای صفت تعداد روزها تا رسیدن فیزیولوژیک با هدف زودرسی در محیط ۳ خوب (منفی و معنی‌دار،  $-1/56$ ) و در محیط ۱ ضعیف (مثبت و معنی‌دار،  $1/59$ ) بود. هم‌چنین در این والد برآورد اثر ترکیب‌پذیری عمومی برای صفت شاخص برداشت در محیط ۲ خوب (مثبت و معنی‌دار،  $0/82$ ) و در محیط ۳ ضعیف (منفی و معنی‌دار،  $-0/98$ ) بود. در

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) صفات کمی و کیفیت روغن هیبریدها و والدین کلزا در سه محیط تحت بررسی  
 Table 1. Combining ability analysis (mean squares) over three environments for various quantitative and oil quality characters

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات Mean square										
		شماره روز تا Days to 50% flowering	شماره روز تا Days to maturity	ارتفاع Plant height	طول شاخه اصلی Length of main shoot	شماره شاخه‌های اولیه Primary branches/ plant	شماره شاخه‌های ثانویه Sec. branches/ plant	شماره غلاف در شاخه اصلی Siliqua on main shoot	طول غلاف Siliqua length	شماره دانه در غلاف Seeds/ siliqua	عملکرد دانه در بوته Seed yield	وزن هزار دانه 1000 seed weight
Environment (En)	2	2608.58**	907.93**	12687.75**	1356.49**	3.31**	182.38**	2712.70**	3.50**	87.87**	768.64**	2.35**
تکرار درون محیط (انتخاب ۱)	3	238.91	15.80	384.37	152.44	2.71	3.01	93.89	0.527	2.42	3.34	0.090
Rep./ En (Error 1)												
GCA	6	2334.01**	510.95**	4874.27**	736.18**	10.96**	39.22**	1631.94**	3.33**	30.36**	33.05**	0.454**
SCA	21	254.16**	22.67**	545.14**	167.94**	2.20**	6.61**	143.40**	0.4581**	7.98**	14.03**	0.099**
Reciprocals (Rec)	21	127.42**	15.86**	198.02**	63.04**	0.947**	2.84**	132.48**	0.287**	5.63**	10.78**	0.104**
تربیت‌پذیری عمومی × محیط	12	202.53**	45.47**	394.82**	271.57**	0.660**	8.74**	186.41**	0.234**	3.48*	4.32**	0.163**
GCA × En												
تربیت‌پذیری خصوصی × محیط	42	55.59**	19.73**	137.72**	57.74**	0.501**	1.86**	66.04**	0.234**	8.08**	5.69**	0.089**
SCA × En												
Rec × En	42	51.92**	16.46**	117.91**	74.69**	0.794**	2.66**	80.61**	0.210**	6.94**	6.42**	0.059*
اثرات متقابل × محیط												
Error 2	144	14.85	1.75	36.82	19.29	0.169	0.553	13.57	0.053	1.51	1.39	0.033

مجله علوم زراعی ایران، جلد پنجم، شماره ۲، زمستان ۱۳۸۲

Table 1. Conted

منبع تغییرات Source of Variation	درجه آزادی d.f	میزان روغن Oil Content	شاخص برداشت Harvest index	Means square							
				گلوکوزینولات Glucosinolate	اسید پالمیتیک Palmitic acid	اسید استئریک Stearic acid	اسید اولئیک Oleic acid	اسید لینولئیک Linoleic acid	اسید لینولئیک Linolenic acid	اسید ایکوسنویک Eicosenoic acid	اسید ارویک Erucic acid
Environment (En)	2	281.30**	46.35**	5317.07**	7.28**	0.900**	1041.87**	49.23**	528.17**	35.10**	80.74**
تکرار درون محیط (انتخاب ۱)	3	3.066	1.75	1468.69	0.296	0.097	34.91	5.54	8.01	3.86	215.61
Rep./En (Error 1)											
GCA	6	23.84**	15.81**	3815.05**	0.434**	0.065	884.92**	158.14**	27.02**	27.76**	1995.79**
ترکیب پذیری عمومی											
SCA	21	1.26**	17.20**	175.68*	0.229**	0.055*	23.58**	14.10**	10.91**	18.82**	44.74**
ترکیب پذیری خصوصی											
Reciprocals (Rec)	21	2.60**	13.73**	293.80**	0.279**	0.109**	18.71**	6.08**	6.51**	11.19**	34.63**
تاثرات متقابل											
GCA × En	12	1.80**	10.24**	333.37**	0.231**	0.044	23.40**	5.76**	8.79**	16.04**	47.19**
تکرار ترکیب پذیری عمومی × محیط											
SCA × En	42	0.846**	7.83**	391.56**	0.357**	0.052*	11.90**	10.65**	10.74**	8.49**	24.32**
تاثرات متقابل ترکیب پذیری خصوصی × محیط											
Rec × En	42	1.90**	5.26**	227.42**	0.276**	0.084**	18.03**	8.92**	11.14**	8.30**	22.91**
تاثرات متقابل اثرات متقابل × محیط											
Error 2	144	0.406	1.19	88.43	0.045	0.032	5.24	2.35	2.12	2.83	9.27

\* and \*\* : Significant at the 5 and 1% levels of probability, respectively.

\* و \*\* : به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱٪.

ادامه جدول ۱

جدول ۲- خلاصه ترکیب پذیری عمومی والدین در تجزیه مرکب سه محیط تحت بررسی برای صفات مختلف

Table 2. Summary of general combining ability of parents for various characters over three environments and pooled analysis

والدین	محیطها	صفات																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
HNS9802	Environments	E <sub>1</sub>	G	P	A	G	A	A	A	A	A	P	A	A	A	A	A	A	A	A	P	A	A	G	
		E <sub>2</sub>	G	A	G	G	P	G	P	G	P	A	A	G	A	A	A	A	A	A	P	A	A	A	A
		E <sub>3</sub>	G	G	G	G	P	G	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	P	A	A	A	A
GSC3A00	Pooled	E <sub>1</sub>	P	P	A	A	A	A	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	G	
		E <sub>2</sub>	A	A	P	G	A	G	G	G	G	G	A	A	A	A	A	A	A	A	P	A	A	A	G
		E <sub>3</sub>	A	P	G	A	A	G	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	P	A	A	A	G
HSN9801	Pooled	E <sub>1</sub>	P	P	P	A	A	A	P	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	G	
		E <sub>2</sub>	P	P	P	G	G	P	G	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	P	A	A	A	P
		E <sub>3</sub>	P	P	P	G	G	A	G	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	P	A	A	A	P
NPN01	Pooled	E <sub>1</sub>	P	P	P	A	A	A	P	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	P	
		E <sub>2</sub>	P	P	P	A	A	A	P	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	P	A	A	A	P
		E <sub>3</sub>	A	A	P	A	A	A	P	G	G	A	A	A	A	A	A	A	A	A	P	A	A	A	P
NPN2	Pooled	E <sub>1</sub>	P	P	P	A	A	A	P	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	P	
		E <sub>2</sub>	P	P	P	A	A	A	P	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	P	A	A	A	P
		E <sub>3</sub>	P	P	P	A	A	A	P	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	P	A	A	A	P
TREI (OE) R 983	Pooled	E <sub>1</sub>	G	G	G	A	A	P	P	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	G	
		E <sub>2</sub>	G	G	G	P	P	A	P	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	P	A	A	A	G
		E <sub>3</sub>	G	G	G	G	P	G	P	P	G	G	A	A	A	A	A	A	A	A	P	A	A	A	G
TERI (OE) R15	Pooled	E <sub>1</sub>	G	G	G	P	A	G	P	P	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	G	
		E <sub>2</sub>	G	G	G	P	A	G	P	P	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A	P	A	A	A	G
		E <sub>3</sub>	A	G	A	P	G	A	P	P	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A	P	A	A	A	G

کشت در زمان معمول در سال ۱۳۸۹ (E<sub>1</sub>)، کشت در زمان معمول در سال ۱۳۹۰ (E<sub>2</sub>)، کشت در هنگام در سال ۱۳۸۰ (E<sub>3</sub>)،

ترکیب شونده خوب (G)، ترکیب شونده متوسط (A) و ترکیب شونده ضعیف (P)

E<sub>1</sub> = Timely sowing in 1999-2000; E<sub>2</sub> = Timely sowing in 2000-2001; E<sub>3</sub> = Late sowing in 2000-2001; Pooled = Pooled analysis over three environment.  
G = Good combiner; A = Average combiner; P = Poor combiner

- 1 = Days to 50% flowering
- 2 = Days to maturity
- 3 = Plant height
- 4 = Length of main shoot
- 5 = No. of primary branches
- 6 = No. of secondary branches
- 7 = No. siliqua on main shoot
- 8 = Siliqua length
- 9 = No. of seeds/ siliqua
- 10 = Seed yield/ plant
- 11 = 1000- seeds weight
- 12 = Oil content
- 13 = Harvest index
- 14 = Glucosinolate concentration
- 15 = Palmitic acid
- 16 = Stearic acid
- 17 = Oleic acid
- 18 = Linoleic acid
- 19 = Linolenic acid
- 20 = Eicosenoic acid
- 21 = Erucic acid

جدول ۳- برآورد اثر ترکیب پذیری خصوصی تلاقی ها برای شش صفت مهم در تجزیه مرکب و سه محیط تحت بررسی

Table 3. Estimation of specific combining ability effect of crosses in six important characters over three environments and pooled analysis

Sl. No	Cross	عملکرد دانه در برته						درصد روغن						شاخص برداشت					
		تلاقی		Seed yield / plant		Oil content (%)		Harvest Index		E <sub>1</sub>		E <sub>2</sub>		E <sub>3</sub>		P			
1	HNS9802 × GSC3A00	-1.10	0.64	0.96**	0.17	-0.46	0.13	-0.86*	-0.35	-0.17	1.03*	-1.12*	-0.05						
2	HNS9802 × HNS9801	0.63	-0.23	0.97**	0.46	-0.13	-0.21	-0.15	-0.19	-1.14	-0.98*	-0.99*	-1.01*						
3	HNS9802 × NPN01	0.03	0.44	0.32	0.26	0.13	0.28	0.69	0.31	-0.18	1.80**	0.76	0.83*						
4	HNS9802 × NPN2	-0.84	0.07	-0.23	-0.38	0.16	0.12	0.91*	0.55*	-0.74	2.13**	2.74**	1.27**						
5	HNS9802 × TER(OE)R983	1.28	0.40	-0.01	0.55	-0.05	-0.13	-0.81*	-0.36	0.04	1.22*	-1.03*	0.42						
6	HNS9802 × TER(OE)R15	1.83	1.48**	-1.01**	0.77	-0.01	-0.36	-0.63	-0.36	1.18	-1.16*	-0.93*	-0.59						
7	GSC3A00 × HNS9801	3.13*	2.95**	1.65**	2.57**	0.77	-0.06	0.83*	0.53*	3.35**	2.43**	2.71**	2.95**						
8	GSC3A00 × NPN01	1.20	0.30	-0.39	0.37	0.91	0.81*	-0.76*	0.30	-1.29	1.84**	-0.66	0.08						
9	GSC3A00 × NPN2	5.65**	0.11	-0.92**	1.61**	-0.09	-0.71	-0.86*	-0.61*	4.67**	-2.54**	-1.60**	0.16						
10	GSC3A00 × TER(OE)R983	-1.06	-1.12**	-0.62	-0.93	0.83	-0.29	0.65	0.41	-0.95	-0.83	-0.06	-0.77						
11	GSC3A00 × TER(OE)R15	-1.95	-0.27	0.29	-0.65	0.04	-0.42	-0.60	-0.31	-0.36	2.01**	-1.09*	-0.02						
12	HNS9801 × NPN01	2.55*	3.83**	1.14**	2.51**	0.31	0.34	-0.77*	-0.05	3.77**	-0.56	0.80	1.45**						
13	HNS9801 × NPN2	1.32	-1.19**	-0.31	-0.06	1.12*	0.15	0.17	0.43	0.25	-2.17**	-0.55	-0.84*						
14	HNS9801 × TER(OE)R983	2.05	-1.05**	-0.61	0.13	-0.84	-0.30	-0.54	-0.54*	0.96	1.34**	-0.81	0.34						
15	HNS9801 × TER(OE)R15	-1.60	-1.21**	-0.42	-1.08*	-1.79**	-0.36	0.25	-0.61*	-1.55	0.55	1.36**	-0.09						
16	NPN01 × NPN2	-3.53**	-0.24	0.27	-1.17*	-1.11*	-0.70	-0.53	-0.61*	-3.96**	-0.90	-0.30	-1.73**						
17	NPN01 × TER(OE)R983	-1.35	-0.53	1.44**	-0.15	-0.94	0.20	0.77*	0.00	0.14	-0.90	3.73**	0.83*						
18	NPN01 × TER(OE)R15	4.59**	-0.24	0.08	1.47**	0.99	0.50	0.95**	0.80**	4.53**	2.76**	3.92**	3.55**						
19	NPN2 × TER(OE)R983	1.81	0.52	-0.36	0.65	0.67	-0.64	-0.33	-0.15	2.80*	-1.01*	-1.44**	-0.17						
20	NPN2 × TER(OE)R15	1.46	0.31	1.24**	1.00*	-0.24	0.29	0.65	0.18	-0.33	2.00**	0.89*	1.43**						
21	TER(OE)R983 × TER(OE)R15	-2.05	0.85*	-0.31	-0.50	0.05	-0.10	0.02	0.02	-4.10**	-0.40	-2.23**	-1.39**						
	CD at 5%	2.41	0.73	0.64	0.87	1.10	0.75	0.70	0.47	2.29	0.92	0.83	0.80						
	CD at 1%	3.28	1.00	0.87	1.18	1.49	1.02	0.95	0.64	3.11	1.26	1.13	1.09						

\* and \*\*: Significant at the 5 and 1% levels of probability, respectively.  
 CD = Critical difference  
 \* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪  
 CD = اختلاف معیار (معدل حداقل اختلاف معنی دار یا LSD است).

بررسی اثر محیط بر روی ترکیب پذیری

Table 3. Conted

ادامه جدول ۳

Sl. No	Cross	علایق	گلوکزینولات Glucosinolate						اسید اولئیک Oleic acid						اسید ایزوسیک Erenic acid					
			E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	P	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	P	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	P						
1	HNS9802 × GSC3A00		15.62	-2.41	-1.59	3.87	1.12	-2.23	3.30*	0.73	-0.90	1.66	-5.31**	-1.52						
2	IHNS9802 × HNS9801		-6.17	-7.38	12.37**	-0.40	0.58	-0.37	-0.47	-0.09	-2.27	3.40	-3.44	-0.77						
3	IHNS9802 × NPN01		-7.46	-14.48**	18.43**	-1.17	-1.46	-0.96	-0.84	-1.09	1.64	7.28**	7.81**	5.58**						
4	IHNS9802 × NPN2		-8.17	11.02*	-14.38**	-3.85	-2.50	3.34*	-3.28*	-0.81	-0.48	-2.46	3.42	0.16						
5	HNS9802 × TERI(OE)R983		-15.15	0.71	2.83	-3.87	-0.65	3.28*	4.47**	2.37**	2.14	-6.18*	-0.63	-1.55						
6	HNS9802 × TERI(OE)R15		2.26	16.69**	-1.56	5.80	6.45**	-1.55	-0.76	1.38	-2.07	-2.40	-0.53	-1.67						
7	GSC3A00 × HNS9801		1.22	-17.53**	-7.01	-7.77*	-0.51	-1.21	-2.71	-1.48	0.39	-0.13	3.83*	1.36						
8	GSC3A00 × NPN01		0.92	-15.92**	14.02**	-0.33	-0.06	-0.54	-0.69	-0.43	0.05	-3.11	3.78	0.24						
9	GSC3A00 × NPN2		18.02*	3.08	4.11	8.40*	0.46	-3.07*	2.24	-0.12	0.00	5.15*	5.13*	3.43**						
10	GSC3A00 × TERI(OE)R983		4.66	11.48*	-5.54	3.54	3.08*	6.06**	-0.56	2.86**	-0.40	-2.38	-3.43	-2.07*						
11	GSC3A00 × TERI(OE)R15		-9.88	7.77	-7.70	-3.27	-3.02*	1.33	2.59	0.30	0.69	-2.92	-5.96**	-2.73*						
12	HNS9801 × NPN01		-18.88*	23.23**	-4.03	0.11	1.26	3.26*	-0.07	1.48	-0.47	-6.12*	-2.94	-3.17**						
13	HNS9801 × NPN2		4.64	-13.74**	10.97*	0.62	1.35	0.58	-1.60	0.11	-0.57	6.90**	5.22**	3.85**						
14	HNS9801 × TERI(OE)R983		2.18	22.25**	-13.19**	3.75	-2.48	-2.85*	-0.88	-2.07*	1.28	-7.90**	-0.77	-2.46*						
15	HNS9801 × TERI(OE)R15		12.96	0.57	9.89*	7.81*	-0.40	-0.69	-2.82	-1.31	1.99	1.31	1.41	1.57						
16	NPN01 × NPN2		12.34	11.49*	-4.33	6.50	2.73	1.05	-0.64	1.05	-0.03	-5.87*	-6.67**	-4.19**						
17	NPN01 × TERI(OE)R983		-0.22	-20.40**	3.51	-5.70	-0.62	-3.74*	0.34	-1.34	-0.80	1.45	2.59	1.08						
18	NPN01 × TERI(OE)R15		-8.05	-5.66	3.52	-3.39	-2.25	-1.45	-0.03	-1.24	-0.09	5.06*	-1.82	1.05						
19	NPN2 × TERI(OE)R983		-26.19**	-1.90	3.12	-8.33*	1.06	2.72	5.66**	3.15**	0.15	-1.49	-0.95	-0.77						
20	NPN2 × TERI(OE)R15		-8.52	-14.58**	-2.20	-8.43*	-0.29	1.68	0.14	0.51	-0.02	-0.99	-2.45	-1.15						
21	TERI(OE)R983 × TERI(OE)R15		9.98	-1.11	0.47	3.11	2.76	1.51	-0.93	1.12	-1.27	-1.02	-1.43	-1.24						
	CD at 5%		16.65	9.34	8.30	6.95	2.99	2.81	2.97	1.69	2.76	4.82	3.83	2.25						
	CD at 1%		22.66	12.71	11.29	9.45	4.08	3.82	4.05	2.30	3.75	6.57	5.21	3.06						

\* and \*\*: Significant at the 5 and 1% levels of probability, respectively.

\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱٪.

CD = Critical difference

\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱٪.

ادغام سه محیط) نتایج بهتر و دقیق تری را نشان داد. میانگین صفات تحت بررسی در والدین و دورگ‌ها در محیط‌های مختلف نیز یکسان نبود و از آن جایی که انتخاب والدین و دورگ‌های برتر با استفاده از معیارهای اثرات ترکیب پذیری و میانگین صفات صورت می‌گیرد لذا گزینش والدین و دورگ‌های برتر بر اساس نتایج یک ساله همراه با ریسک بوده و بهتر است گزینش‌ها بر اساس نتایج چند سال و یا مکان انجام گیرد.

نتایج نشان داد که بهترین تلاقی‌ها در هر یک از محیط‌ها برای چهار صفت بسیار مهم تحت بررسی شامل تلاقی  $GSC3A00 \times HNS9801$  که دارای بیشترین عملکرد دانه در بوته برای محیط‌های ۱ و ۲ و تلاقی  $HNS9801 \times HNS9802$  برای محیط ۳ بود. برای حصول بیشترین میزان روغن در محیط‌های ۱ و ۳ تلاقی  $HNS9801 \times NPN2$  و برای محیط ۲  $HNS9801 \times NPN01$  پیشنهاد می‌گردد. از نظر میزان گلوکوزینولات موجود در کنجاله نیز تلاقی  $GSC3A00 \times TERI(OE)R15$  برای محیط ۱، تلاقی  $GSC3A00 \times TERI(OE)R983$  برای محیط ۲ و ۳ و تلاقی  $GSC3A00 \times NPN2$  برای محیط ۱ پیشنهاد می‌شوند. از نظر کمترین میزان اسید اروسیک در روغن نیز تلاقی  $GSC3A00 \times TERI(OE)R983$  برای محیط ۱ و ۲ و تلاقی  $TERI(OE)R983 \times TERI(OE)R983$  برای محیط ۳ پیشنهاد می‌شود.

با توجه به تلاقی‌های برتر فوق می‌توان چنین نتیجه گرفت که والد  $HNS9801$  برای ایجاد هیبریدهایی با عملکرد دانه و میزان روغن بالا بسیار مهم بوده و در برنامه‌های اصلاحی آینده باید مورد توجه بیشتری قرار گیرد. هم‌چنین از نظر میزان گلوکوزینولات والد  $GSC3A00$  و برای کم‌ترین میزان اسید اروسیک والد  $TERI(OE)R983$  ارزشمندترین والدین بوده و در برنامه‌های اصلاحی برای کیفیت روغن باید مدنظر قرار گیرند.

والد  $GSC3A00$  اثر ترکیب پذیری عمومی برای صفت تعداد غلاف در شاخه اصلی در محیط ۳ ضعیف (منفی و معنی دار،  $-3/31$ ) و در محیط ۲ خوب (مثبت و معنی دار،  $3/17$ ) بود. اثر ترکیب پذیری عمومی برای میزان اسید پالمیتیک در این والد نیز در محیط ۲ ضعیف (منفی و معنی دار،  $-0/20$ ) و در محیط ۳ خوب (مثبت و معنی دار،  $0/15$ ) برآورد گردید. نتایج نشان داد که هیچ یک از والدین دارای قابلیت ترکیب پذیری عمومی خوبی برای تمامی صفات در سه محیط نبودند. تاکور و سگوال (Thakur & Sagwal, 1997) نیز نتایج مشابهی را گزارش نمودند. بنابراین می‌توان گفت که بهتر است برای محیط‌های مختلف از هیبریدها یا ارقام مختلف استفاده کرد. برآورد اثر ترکیب پذیری خصوصی دورگ‌ها در محیط‌های مختلف برای تمامی صفات محاسبه گردید اما به علت حجم زیاد تنها اطلاعات مربوط به شش صفت مهم آورده شد (جدول ۳) نتایج نشان داد که اختلاف بین این برآوردها از محیطی به محیط دیگر زیاد بوده و همانند برآورد اثر ترکیب پذیری عمومی در موارد زیادی اختلافات با تغییر علامت نیز همراه بوده است. به‌عنوان مثال در تلاقی  $GSC3A00 \times NPN-02$  اثر ترکیب پذیری خصوصی برای عملکرد دانه در بوته در محیط ۳ منفی و معنی دار ( $-2/91^{**}$ ) و در محیط ۱ مثبت و معنی دار ( $4/72^{**}$ ) بود. برآورد اثر  $SCA$  در تلاقی  $GSC3A00 \times NPN-01$  برای صفت درصد روغن در محیط ۳ منفی و معنی دار ( $-0/76^*$ ) و در محیط ۲ مثبت و معنی دار ( $0/81^*$ ) بود. تعداد برآوردهای  $SCA$  معنی دار با علامت‌های مختلف در صفات شاخص برداشت، میزان گلوکوزینولات و اسید اولئیک به ترتیب ۵، ۶ و ۱ بود. در نهایت برای تمامی صفات تحت بررسی مجموعاً در ۱۱ مورد برآورد اثر  $GCA$  و ۴۴ مورد برآورد اثر  $SCA$  در محیط‌های مختلف دارای اختلافات معنی دار با تغییر علامت اثرات همراه بوده است. اما برآورد اثرات ترکیب پذیری عمومی و خصوصی از طریق داده‌های ادغام شده

## References

- Brandle, J. E. and P. B. E. McVetty. 1990. Geographical diversity, parental selection and heterosis in oilseed rape. *Can. J. Plant Sci.* 70: 935-940.
- Diers, B. W., P. B. E. McVetty and T. C. Osborn. 1996. Relationship between heterosis and genetic distance based on Restriction Fragment Length Polymorphism Markers in oilseed rape (*Brassica napus*). *Crop Sci.* 36: 79-83.
- 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.
- Gupta, K. R., B. S. Dahiya and K. P. Singh. 1986. Combining ability studies over environments in pea. *Crop improvement.* 13: (2), 134-137.
- Hougen, F. W. and V. Bodo. 1973. Extraction and methanolysis of oil from whole or crushed rapeseed for fatty acid analysis. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 50: 230-234.
- Kudla, M. 1997. General and specific combining ability of inbred lines and cultivars of winter oilseed rape. *Biuletyn, Instytutu, Hodowli-i-Aklimatyzacji, Roslin.* 201: 361-371.
- Li, J. H. and J. Qiu. 1987. Genetic analysis of quantitative characters of erucic acid and other fatty acids in *Brassica napus* L. *Oil Crops of China.* 4: 7-11.
- Mandal, A. B. and S. S. Maity. 1992. Combining ability analysis over environments (boron) in wheat. *Experimental Genetics.* 8: (1-2), 53-57.
- Patel, R. H. and K.B. Desai. 1990. Combining ability analysis over environments in sorghum. *Gujarat-Agricultural University Research Journal.* 15 (2), 18-22.
- Salem, A. H. A. A. Galal and F. A. Al-Zeir. 1986. Diallel analysis of combining ability in maize under different environments. *Egyptian J. of Genet. And Cytology.* 15: (2), 231-239.
- Satish, P. and S. K. Bhalla. 1988. Analysis of combining ability in maize under stress and non-stress environments. *Crop improvement.* 15: (1), 73-77.
- Singh, D. 1973a. Diallel analysis over different environments-I. *Indian J. of Genetic.*, 33: 127-136.
- Singh, D. 1973b. Diallel analysis for combining ability over several environments-II. *Indian J. of Genet.*, 33: 469-481.
- Singh, D. 1979. Diallel analysis for combining ability over environments. *Indian J. of Genet.*, 39: 383-386.
- Singh, M. N. and R. B. Singh. 1990. Combining ability analysis over environments in diallel crosses of pea. *Indian J. Genetic. & Pl. Breeding.* 50: (4), 356-363.
- Singh, J. N., C. Mahesh, Yadav and I. A. Singh. 1996. Genetical studies for yield and oil content in *Brassica juncea* (L.) Czern & Coss. *Indian J. Genet.* 56 (3): 299-304.

- Thakur, H. L. and J. C. Sagwal. 1997. Heterosis and combining ability in rapeseed (*Brassica napus* L.). *Indian J. Genet.* **57** (2): 163-167.
- Thakral, N. K., H. Singh and H. Singh. 1995. Genetic components of seed yield and oil content under normal and saline environments in Indian mustard. *Cruciferae News letter.* **17**: 70-71.
- Tomar, S. K. and S. P. Singh. 1992. Combining ability analysis over environments in Asiatic cotton (*Gossypium arboreum* L.). *Indian J. of Genet. and Pl. Breeding.* **52** (3): 264-269.