

بررسی تنوع ژنتیکی ۴۹ ژنوتیپ کلزا (*Brassica napus* L.) در استان گلستان

مرتضی نوریان^{۱*}، امید اظهري^۲، حسن امیری اوغان^۳، بهرام علیزاده^۴ و مصطفی ولیزاده^۵

۱. عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر

۲. پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی کرج

۳. دانشجوی دکتری اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

۴. استادیار موسسه اصلاح و نهال و بذر وزارت جهاد کشاورزی

۵. استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

تاریخ وصول: ۱۳۸۷/۰۹/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱۲/۰۴

چکیده

به منظور بررسی تنوع ژنتیکی ۴۹ رقم و لاین کلزا (*Brassica napus* L.) در استان گلستان، آزمایشی در قالب طرح مربع لاتیس (۷×۷) با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی عراقی محله گرگان در سال ۸۵-۱۳۸۴ اجرا شد. نتایج تجزیه واریانس حاکی از اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها برای تمامی صفات در سطح احتمال ۱ درصد بود. هیبریدهای Hyola 330، Hyola 401 و Y3000 به ترتیب با ۴۰۵۳، ۴۰۳۲ و ۳۵۲۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشتند. صفت تعداد غلاف در بوته با عملکرد دانه بیشترین همبستگی را داشت ($r=0.759^{**}$). نتایج تجزیه علیت نشان داد که بیشترین اثر مستقیم بر روی عملکرد متعلق به صفت تعداد غلاف در بوته بود. همچنین جهت گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها، تجزیه کلاستر به روش UPGMA انجام گرفت و در نهایت ۴۹ ژنوتیپ در ۵ دسته گروه‌بندی شدند. با توجه به ماتریس فاصله اقلیدسی محاسبه شده برای ژنوتیپ‌های مورد آزمایش بیشترین فاصله ژنتیکی (۳/۵۴) و مربوط به PF60/89 و 308X401-B و کمترین مقدار آن (۰/۱۲۱) مربوط به دو ژنوتیپ Hylite-B و Hyola420 بوده است. همچنین تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر مبنای صفات یادداشت‌برداری شده انجام شد و دو مؤلفه اصلی اول توانستند ۹۳/۷ درصد از تغییرات بین ژنوتیپ‌ها را توضیح دهند. در نهایت صفات ارتفاع تا اولین غلاف، تعداد غلاف در شاخه فرعی و عملکرد بیشترین تنوع ژنتیکی را نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: تنوع ژنتیکی، تجزیه علیت، تجزیه کلاستر، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، (*Brassica napus* L.).

مقدمه

منابع ژنتیکی گیاهی، علاوه بر زیربنای توسعه کشاورزی، بعنوان منبعی از سازگاری ژنتیکی همچون سپری در برابر تغییرات محیطی عمل می‌کنند. فرسایش منابع مذکور امنیت غذایی جهان را با تهدید مواجه می‌کند. نیاز به حفظ و بکارگیری منابع ژنتیکی گیاهی به عنوان محافظی در برابر مشکلات غیر قابل پیش‌بینی در آینده بر همگان آشکار است و چشم انداز تضعیف تنوع ژنتیکی به همراه تقاضای روز افزون به این منابع آنها را در مرکز توجه جهانی قرار داده است (۳).

وارته‌های بومی اولیه، اغلب قادر به استقامت در شرایطی هستند که وارته‌های مدرن در آن شرایط به شدت آسیب می‌بینند. بنابراین ثبات عملکرد بهتری را از خود نشان می‌دهند. والاترین ارزش آنها برای بشر در حال و آینده اساساً به خاطر ژن‌هایی است که آنها دارند چه ژن‌هایی که مقاومت به بیماری، کیفیت مواد غذایی و سازگاری به شرایط نامساعد را کنترل می‌کنند و چه آنهایی که در حال حاضر ناشناخته و در آینده می‌توانند بسیار ارزشمند باشند (۳).

بطور کلی تنوع ژنتیکی درون یک جمعیت یا نمونه‌ای که از آن جمعیت گرفته می‌شود، به وضعیت ژنتیکی افراد آن جمعیت یا نمونه، یعنی به تعداد مکان‌های ژنی، ترکیبات آلی، سیستم تولید مثلی و آمیزشی و نیز اندازه آن جمعیت یا نمونه بستگی دارد (۱۴، ۱۵، ۲۱). قسمت عمده واریانس نمونه در برآورد تنوع ژنتیکی از تفاوت سطوح تنوع بین مکان‌های ژنی در طول ژنوم ناشی می‌شود (۱۵، ۲۱). سانگ و همکاران (۱۹۹۸) با بررسی ۳ گونه آمفی‌دیپلوئید براسیکا نشان دادند که تنوع ژنتیکی وسیعی در بین و درون سه گونه مورد آزمایش وجود دارد و دو عامل مهم دورگ‌گیری‌های متعدد بین والدین دیپلوئید و تغییرات ژنومی بعد از پلی-پلوئید شدن را مسئول توسعه تنوع ژنتیکی معرفی کردند. این محققین گزارش نمودند که به وجود آوردن دورگ‌های حاصل از لاین‌های دارای تنوع بیشتر، می‌توان هتروزیس

بیشتری را ایجاد کرد. محققین دیگر اظهار داشتند که تنوع ژنتیکی وسیعی در بین و درون گونه‌های براسیکا وجود دارد که در مراحل مختلف رشد به تنش‌های آبی عکس العمل نشان می‌دهند (۱۶).

اگرچه استفاده از ضرایب همبستگی بین صفات در ارزیابی تنوع ژنتیکی متداول است، با وجود این ضرایب همبستگی رابطه علت و معلولی صفات را بیان نمی‌کنند زیرا در حقیقت این ارتباطات را تعدادی از عوامل شناخته شده پدید می‌آورند (۴). برای مثال هر گونه تغییر در ارتفاع بوته، تغییرات عمده‌ای را در عملکرد دانه به دنبال خواهد داشت با ملاحظه ضرایب همبستگی مشاهده شده و نتایج محققان به نظر می‌رسد که افزایش ارتفاع بوته می‌تواند در افزایش طول ساقه و تعداد برگ بیشتر در گیاه موثر باشد. وجود برگ بیشتر در افزایش سطح فتوسنتز کننده و دریافت نور موثر در فتوسنتز جهت تولید مواد فتوسنتزی بیشتر و نهایتاً رشد گیاه دخیل است. که این تغییرات موجب افزایش عملکرد می‌شود (۲۲).

تعداد غلاف در بوته متغیرترین صفت در بین اجزای عملکرد می‌باشد. توانایی کلزا در تشکیل جوانه‌های گل، گل‌ها و غلاف‌ها بسیار بالاست، اما دستیابی به آن به شرایط داخلی گیاه و به خصوص شرایط محیطی و تاریخ کشت بستگی دارد که موجب تغییر پذیری زیاد در تعداد غلاف‌ها می‌شود و تا چهار برابر و حتی بیشتر می‌تواند تغییر کند (۷، ۹ و ۱۸).

نتایج تحقیقات صورت گرفته بر روی گونه *B.napus* حاکی از آن است که عملکرد بالا در این گونه اغلب با تولید بیشتر غلاف در بوته یا واحد سطح همراه است (۵ و ۲۰). تعداد دانه در هر غلاف، پارامتر دیگری است که عملکرد دانه را تحت تاثیر قرار می‌دهد و بطور طبیعی همبستگی بالایی بین این دو صفت وجود دارد (۱۸).

هدف از اجرای این تحقیق بررسی تنوع ژرم‌پلاسم کلزای موجود در مراکز تحقیقاتی کشور از لحاظ صفات

فنولوژیک و مورفولوژیک، ارزیابی عملکرد، برآورد تفاوت- عملکرد و همچنین انتخاب ارقام برتر برای کشت در منطقه های موجود، مطالعه روابط علیتی مابین عملکرد و اجزای می باشد.

جدول ۱- لیست ژنوتیپ‌های مورد استفاده و منشأ آنها

ردیف	رقم	منشأ	ردیف	رقم	منشأ
۱	PF60/89	آلمان	۲۶	BALERO-B	ایران
۲	PP308/3	ایران	۲۷	308X401-B	ایران
۳	OPTION 500-B	ایران	۲۸	LG-3310-B	ایران
۴	308-B	ایران	۲۹	SW-HIGHLEVEL	?
۵	KRISTINA-B	ایران	۳۰	زرغام (REJENT X COBRA)	ایران
۶	HYLITE 201	?	۳۱	QOUANTUM-17	ایران
۷	SYN-3-B	ایران	۳۲	طلایه	ایران
۸	ساری گل	آلمان	۳۳	HYOLA 42	pacific seeds
۹	HYOLA 308	pacific seeds	۳۴	RGS 003	آلمان
۱۰	LEGACY-B	ایران	۳۵	HYOLA 330	pacific seeds
۱۱	FOSETO-B	ایران	۳۶	QOUANTUM	?
۱۲	1004-B	ایران	۳۷	SWC31600	?
۱۳	1064-B	ایران	۳۸	KIMBERLY	?
۱۴	SHIRALEE -B	ایران	۳۹	HYOLA 60	pacific seeds
۱۵	HYOLA 420	pacific seeds	۴۰	PR 401/16	ایران
۱۶	SYN 3	ایران	۴۱	PP 308/8	ایران
۱۷	NORESMAN-B	ایران	۴۲	CRACHER-JACK	?
۱۸	HYLITE-B	ایران	۴۳	MOZART	?
۱۹	H1100-B	ایران	۴۴	MAGNUM	?
۲۰	EAGLE-B	ایران	۴۵	Y3000	pacific seeds
۲۱	CHINESS-B	ایران	۴۶	RGS 006	?
۲۲	OPTION-500	آلمان	۴۷	HYOLA 401	pacific seeds
۲۳	1002X1002-B	ایران	۴۸	RGS/4504	?
۲۴	BEHMARAM 376	ایران	۴۹	PP401/15E	?
۲۵	1014-B	ایران			

مواد و روش‌ها

ایستگاه درسال ۱۳۳۷ تأسیس گردیده و در ۶ کیلومتری شمال گرگان واقع شده‌است. تعداد ۴۹ ژنوتیپ کلزا (جدول ۱) در قالب طرح لاتیس (۷×۷) با سه تکرار در زمینی به مساحت تقریبی ۱۲۰۰ متر مربع به ابعاد ۱۱ متر در ۱۰۵ متر در تاریخ ۸/۸/۲۵ کشت گردید؛ قبل از کاشت گیاه نمونه-های خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتر تهیه و بر اساس نتایج حاصله، خاک دارای pH= ۷/۵-۸ و EC=۱۵۰۰ میلی‌موس برسانتی متر بود.

مقادیر کودهای فسفره و پتاسه قبل از کاشت به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در مزرعه توزیع گردید. مقدار کود نیتروژنه لازم، به مقدار ۵۰ کیلوگرم (یک سوم) قبل از

در این آزمایش از ۶۶ ژنوتیپ دریافت شده از بخش دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج و ژرم پلاسما دانه‌های روغنی مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان، پس از آزمایش قوه‌نامیه، ۴۹ ژنوتیپ برای آزمایش انتخاب شدند. نام و منشأ هر یک از این ۴۹ ژنوتیپ کلزا در جدول ۱ آورده شده است.

آزمایش در ایستگاه عراقی محله گرگان با موقعیت جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۰ دقیقه طول شرقی و ۴۶ درجه و ۵۵ دقیقه عرض شمالی و با ۶ متر ارتفاع از سطح دریا و متوسط بارندگی سالانه ۴۵۰-۴۰۰ میلیمتر اجرا شد. این

ادامه برای انجام تجزیه خوشه‌ای و برآورد ماتریس فاصله اقلیدسی از نرم افزار NTSYS و بر مبنای روش UPGMA بهره جسته و در نهایت تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با نرم افزار NCSS انجام شد. تجزیه خوشه‌ای بر مبنای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نیز انجام گردید. ضمناً برای برآورد ضریب تغییرات ژنتیکی، با بهره‌گیری از امید ریاضی جدول تجزیه واریانس، واریانس ژنتیکی هر صفت محاسبه شده و بر میانگین آن صفت تقسیم شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس بر پایه طرح مربع لاتیس انجام گرفت و به دلیل معنی دار نبودن اختلاف بلوک‌های جزئی، تجزیه واریانس داده‌ها بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به ۱۴ صفت اندازه‌گیری شده در ۴۹ ژنوتیپ کلزا در جدول ۲ آمده است با توجه به این جدول برای تمامی صفات مورد مطالعه، بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. ضرائب تغییرات ژنتیکی صفات ارتفاع تا اولین غلاف، تعداد غلاف در شاخه فرعی، عملکرد، طول دوره گلدهی، وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف به ترتیب بیشترین مقادیر و صفت طول دوره رشد کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند و این بدان معناست که صفات ارتفاع تا اولین غلاف، تعداد غلاف در شاخه فرعی و عملکرد بیشترین تنوع ژنتیکی را نشان دادند. با بررسی ضرائب همبستگی می‌توان دریافت که صفت مهم عملکرد دانه با صفات‌های تعداد دانه در غلاف، طول غلاف در ساقه اصلی و شاخه‌های فرعی ارتباط قابل توجه و معنی‌داری نشان نداد ولی با صفت ارتفاع بوته همبستگی مثبت ($r=0.0515^{**}$) داشت (جدول ۳). که در مطالعات برخی از محققین نیز چنین گزارش شده است (۱۲ و ۲۲). در برخی ژنوتیپ‌های کلزا همبستگی مثبتی بین ارتفاع گیاه و عملکرد دانه وجود دارد (۱۱). همچنین در این آزمایش عملکرد دانه با وزن

کاشت، یک سوم در مرحله شروع ساقه‌دهی و یک‌سوم در مرحله شروع گلدهی (نیمه دوم اسفندماه ۸۴) استفاده شد. کاشت به صورت خطی و با ماشین مخصوص کاشت آزمایشات انجام گردید.

کشت بر اساس نقشه کشت، پس از وقوع بارندگی مطابق با تاریخ کاشت معمول منطقه که با آزمایش‌های تاریخ کاشت تعیین شده، صورت گرفت. هر کرت شامل ۴ خط کاشت به طول سه متر بود. بین دو تیمار فاصله‌ای وجود نداشت و فاصله بین تکرارها سه متر در نظر گرفته شد. بذر بیشتری در هر کرت کشت شد. پس از سبز شدن عملیات تنک کردن انجام شده و تمام کرت‌ها با تراکم ۸۰-۷۰ بوته در متر مربع تنظیم شدند. برای تعیین اجزای عملکرد و اندازه‌گیری صفات مورد بررسی از هر کرت ۱۰ بوته بطور تصادفی از دو ردیف وسط انتخاب و متوسط ارتفاع بوته، ارتفاع تا اولین غلاف، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در ساقه اصلی و فرعی، وزن هزار دانه و تعداد غلاف در بوته محاسبه گردید. برای ارزیابی صفات طول غلاف در ساقه اصلی و فرعی و تعداد دانه در غلاف نیز از هر بوته ۱۰ غلاف (مجموعاً ۱۰۰ غلاف از هر کرت) به طور تصادفی جدا شده و اندازه‌گیری‌ها بر روی این غلاف‌ها انجام شد. در طی فصل رشد از مراحل فنولوژی گیاه شامل تعداد روز از کاشت تا سبز شدن، شروع و پایان گلدهی، تاریخ رسیدگی فیزیولوژیک و طول دوره رشد یادداشت‌برداری شد. همچنین پس از برداشت میزان عملکرد در واحد سطح اندازه‌گیری شد.

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شد. برای بررسی همبستگی دو بدوی صفات اندازه‌گیری شده ضرایب همبستگی پیرسون با نرم افزار SPSS محاسبه شد. همچنین برای تعیین تأثیر-گذارترین صفات بر روی عملکرد تمام رگرسیون‌های ممکنه با استفاده از نرم افزار NCSS برآورد شده و بهترین مدل ممکنه انتخاب شده و تجزیه علیت انجام گرفت. در

نیز با عملکرد همبستگی معنی داری نشان داد ($r=0/357^{**}$). بر اساس نتایج حاصله از تجزیه علیت، صفات تعداد غلاف در گیاه، تعداد دانه در غلاف، طول دوره رشد و وزن هزار دانه، تأثیر گذارترین صفات بر روی عملکرد شناخته شدند. ظهوری و همکاران (۱۳۸۷) نیز این صفات را به همراه شاخص برداشت تأثیر گذارترین صفات بر روی عملکرد دانستند. بیشترین اثر مستقیم مثبت در بین صفات فوق صفت تعداد غلاف در گیاه ($b=0/61$) و کمترین آن به صفت تعداد دانه در غلاف با میزان ($b=0/129$) تعلق داشت (جدول ۴ و شکل ۱). تنها اثر مستقیم منفی در بین صفات وارد شده به مدل، مربوط به وزن هزار دانه بود ($b=-0/332$) که همبستگی منفی و معنی داری نیز با عملکرد دانه داشت. بیشترین اثر غیرمستقیم مثبت، مربوط به اثر تعداد غلاف در گیاه از طریق طول دوره رشد می باشد. ضمناً بیشترین اثر غیرمستقیم منفی، مربوط به اثر وزن هزار دانه از طریق تعداد غلاف در گیاه ($-0/1567$) بود (جدول ۴ و شکل ۱). با توجه به نتایج تجزیه علیت مشخص گردید که به دلیل وجود همبستگی های منفی در بین اجزای (صفات) وارد شده به مدل و در نتیجه منفی شدن اکثر اثرات غیرمستقیم، اثرات مستقیم مثبت تعدیل شده و همبستگی پائین تری با عملکرد دانه دارا بوده و در مقابل، اثر مستقیم و منفی وزن هزار دانه، همبستگی منفی و معنی داری را با عملکرد دانه نشان داد (جدول ۴).

برای انجام تجزیه کلاستر بر روی داده ها از ماتریس فاصله اقلیدسی و روش UPGMA استفاده شد و در نهایت ۴۹ ژنوتیپ مورد مطالعه در این تجزیه در قالب ۵ کلاستر مجزا گروه بندی شدند. ضریب همبستگی کوفتیک برای تجزیه کلاستر در حد مطلوبی ($r=0/749$) برآورد شد که این موضوع، مطلوبیت استفاده از روش UPGMA در تجزیه کلاستر برای داده های فوق را نشان می دهد. لازم ذکر است که نتایج حاصل از گروه بندی به روش حداقل واریانس Ward نیز با اندکی نا هماهنگی نتایج مشابهی را نشان داد.

هزاردانه ارتباط منفی قابل توجهی نشان داد ($r=-0/509^{**}$) که این موضوع می تواند به دلیل همبستگی منفی و معنی دار وزن هزار دانه با صفاتی چون تعداد شاخه فرعی و تعداد غلاف در ساقه اصلی باشد در حالی که عملکرد با این صفات همبستگی مثبت و بالایی دارد. تعداد غلاف در گیاه همبستگی معنی داری با عملکرد دانه نشان داد ($r=0/759^{**}$) و می توان چنین اظهار کرد که یکی از پارامترهای موثر در تعیین عملکرد نهایی دانه این صفت می باشد.

این مسئله با یافته های هابکوت (۱۹۹۳)، تایلور و اسمیت (۱۹۹۲)، عباس دخت (۱۳۷۹) و کمبل و کوندارا (۱۹۷۱) مطابقت دارد. ضمن اینکه قسمت عمده غلاف ها در کلزا در شاخه های اصلی تشکیل می شود و در شاخه های پایین تر در مقایسه با شاخه های بالاتر تعداد غلاف تشکیل شده و تعداد دانه در غلاف کمتر است (۱۹). ماژور و همکاران (۱۹۷۸) نیز بین ارقام کلزا از لحاظ تعداد غلاف در بوته اختلافات معنی داری را مشاهده کردند. در این آزمایش تعداد غلاف در ساقه اصلی ($r=0/624^{**}$) و هم تعداد غلاف در شاخه فرعی ($r=0/711^{**}$) همبستگی بالایی را با عملکرد نشان می دهد. همچنین در این آزمایش تعداد دانه در هر غلاف همبستگی معنی داری را با عملکرد نشان نداد این مسئله با یافته های تورلینگ (۱۹۷۴) مطابقت داشته و با نتایج تایلور و اسمیت (۱۹۹۲) مغایر می باشد. در این رابطه تورلینگ (۱۹۷۴) نحوه تجزیه آماری اجزای عملکرد را به گونه ای نشان داد که هر جزء از جزء قبلی تفکیک می شود و از این رو اثر جبرانی بین اجزای عملکرد جدا خواهد شد و در *B.napus* همبستگی ساده بین تعداد دانه در هر غلاف و عملکرد معنی دار نبود، ولی در صورتی که اثر تعداد غلاف ثابت نگه داشته می شد، تعداد دانه در هر غلاف تأثیر قابل ملاحظه ای بر عملکرد نشان می داد. این در حالی است که اغلب یک رابطه معکوس بین تعداد غلاف و تعداد دانه در هر غلاف وجود دارد. ارتفاع تا اولین غلاف

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ۴۹ ژنوتیپ کلزا

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات													
		ارتفاع بوته	ارتفاع اولین غلاف	تعداد شاخه فرعی	قطر ساقه	تعداد غلاف ساقه اصلی	تعداد غلاف شاخه فرعی	طول غلاف ساقه اصلی	طول غلاف شاخه فرعی	تعداد غلاف در بوته	طول دوره گلدهی	طول دوره رشد	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه	عملکرد
بلوک	۲	۱۶۷/۲۹ ^{n.s}	۳۰۶/۵۶ ^{n.s}	۱/۵۵ ^{n.s}	۱۲/۸۰ ^{**}	۱۸۲/۲۲ ^{**}	۳۰۲۹/۵۲ [*]	۱/۰۳ ^{n.s}	۰/۸۵ ^{n.s}	۴۵۲۵/۸۷ [*]	۹/۴۸ ^{n.s}	۰/۴۶ ^{n.s}	۱۵/۱۵ ^{n.s}	۰/۳۲ ^{**}	۴۲۵/۳۴ ^{n.s}
ژنوتیپ	۴۸	۹۷۷/۸۷ ^{**}	۱۰۱۳/۵۸ ^{**}	۲/۲۰ ^{**}	۴/۹۱ ^{**}	۹۴/۹۸ ^{**}	۱۶۰۱/۷۲ ^{**}	۱/۳۷ ^{**}	۰/۹۵ ^{**}	۱۷۹۵/۴۲ ^{**}	۱۰۳/۲۰ ^{**}	۵۴/۴۰ ^{**}	۴۶/۱۹ ^{**}	۰/۷۵ ^{**}	۷۷۱۹۳۲/۵۳ ^{**}
خطا	۹۶	۲۶۱/۲۶	۱۶۱/۶۵	۰/۹۵	۱/۵۹	۳۴/۳۶	۸۶۶/۶۳	-/۳۹	۰/۳۱	۹۶۸/۴۰	۱۵/۲۰	۳/۱۵	۲۰/۱۸	۰/۰۵	۱۸۰۷۳۵/۸۸
C.V%		۱۲/۰۶	۱۳/۵۷	۱۹/۷۷	۱۴/۰۵	۱۵/۶۲	۳۱/۴۶	۱۰/۲۵	۹/۵۱	۲۳/۷۴	۱۰/۸۰	۱/۰۳	۲۱/۴۴	۶/۴۳	۱۵/۳۳
G.C.V%		۱۱/۶	۱۸/۳	۱۳/۶	۱۱/۸	۱۲/۳	۱۸/۲	۹/۲	۷/۷	۱۳/۵	۱۵	۲/۴	۱۳/۹	۱۴/۱	۱۶/۳

*معنی دار در سطح احتمال پنج درصد، **معنی دار در سطح احتمال یک درصد، ^{n.s} غیر معنی دار، C.V = ضریب تغییرات، G.C.V = ضریب تغییرات ژنتیکی،

جدول ۳- همبستگی فنوتیپی پیرسون صفات مورد مطالعه در ۴۹ ژنوتیپ کلزا

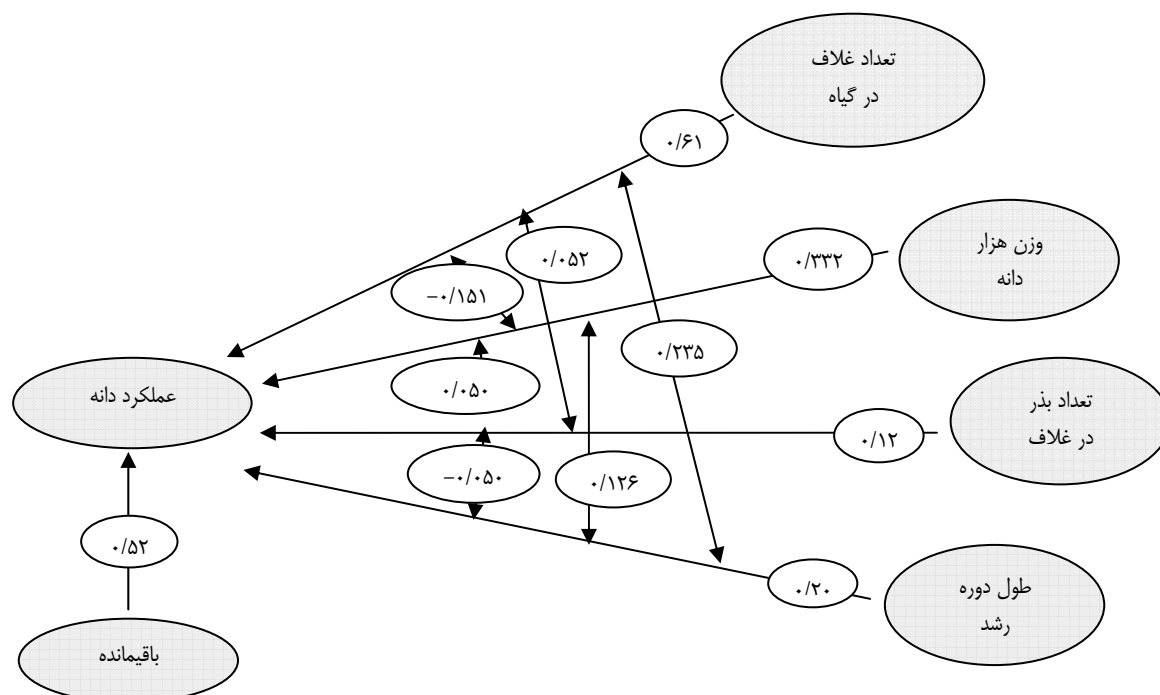
ارتفاع بوته	ارتفاع اولین غلاف	تعداد شاخه فرعی	قطر ساقه	تعداد غلاف در ساقه اصلی	تعداد غلاف در شاخه فرعی	طول غلاف در ساقه اصلی	طول غلاف در شاخه فرعی	تعداد غلاف در بوته	عملکرد	وزن هزار دانه	تعداد دانه در غلاف	طول دوره گلدهی
۰/۶۵۷ ^{**}	۰/۴۲۴ ^{**}	۰/۳۷۸ ^{**}	۰/۵۸۱ ^{**}	۰/۷۷۸ ^{**}	۰/۳۳۹ [*]	۰/۱۸۹	۰/۸۰۷ ^{**}	۰/۳۱۸ [*]	۰/۰۵	۰/۵۳۱ ^{**}	۰/۱۸۸	طول دوره گلدهی
۰/۴۹۶ ^{**}	۰/۹۰۷ ^{**}	۰/۴۱۲ ^{**}	۰/۵۱۶ ^{**}	۰/۱۸۹	۰/۱۰۷	۰/۳۱۸ [*]	۰/۰۵	۰/۵۳۱ ^{**}	۰/۱۸۸	۰/۱۸۸	تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه در غلاف
۰/۷۶۲ ^{**}	۰/۳۶۵ ^{**}	۰/۴۱۲ ^{**}	۰/۵۱۶ ^{**}	۰/۷۷۸ ^{**}	۰/۳۳۹ [*]	۰/۳۱۸ [*]	۰/۰۵	۰/۵۳۱ ^{**}	۰/۱۸۸	۰/۱۸۸	وزن هزار دانه	وزن هزار دانه
۰/۱۸۸	۰/۳۶۵ ^{**}	۰/۴۱۲ ^{**}	۰/۵۱۶ ^{**}	۰/۷۷۸ ^{**}	۰/۳۳۹ [*]	۰/۳۱۸ [*]	۰/۰۵	۰/۵۳۱ ^{**}	۰/۱۸۸	۰/۱۸۸	عملکرد	عملکرد
۰/۵۳۱ ^{**}	۰/۱۸۸	۰/۰۵	۰/۳۱۸ [*]	۰/۷۷۸ ^{**}	۰/۳۳۹ [*]	۰/۳۱۸ [*]	۰/۰۵	۰/۵۳۱ ^{**}	۰/۱۸۸	۰/۱۸۸	تعداد غلاف در بوته	تعداد غلاف در بوته
۰/۶۷۶ ^{**}	۰/۱۰۸	۰/۰۵	۰/۳۱۸ [*]	۰/۷۷۸ ^{**}	۰/۳۳۹ [*]	۰/۳۱۸ [*]	۰/۰۵	۰/۶۷۶ ^{**}	۰/۱۰۸	۰/۱۰۸	طول غلاف در شاخه فرعی	طول غلاف در شاخه فرعی
۰/۲۸۶ [*]	۰/۲۸۶ ^{**}	۰/۱۰۸	۰/۳۱۲ [*]	۰/۸۱۶ ^{**}	۰/۵۱۶ ^{**}	۰/۳۱۲ [*]	۰/۰۵	۰/۶۷۶ ^{**}	۰/۱۰۸	۰/۱۰۸	طول غلاف در ساقه اصلی	طول غلاف در ساقه اصلی
۰/۵۱۵ ^{**}	۰/۳۵۷ [*]	۰/۴۰۳ ^{**}	۰/۸۳۴ ^{**}	۰/۲۸۹ [*]	۰/۴۶۳ ^{**}	۰/۸۳۴ ^{**}	۰/۴۰۳ ^{**}	۰/۲۸۶ [*]	۰/۲۸۶ ^{**}	۰/۲۸۶ ^{**}	تعداد غلاف در شاخه فرعی	تعداد غلاف در شاخه فرعی
۰/۷۹۷ ^{**}	۰/۳۵۷ [*]	۰/۳۵۷ [*]	۰/۷۲۷ ^{**}	۰/۵۵۱ ^{**}	۰/۶۲۴ ^{**}	۰/۷۲۷ ^{**}	۰/۳۵۷ [*]	۰/۵۱۵ ^{**}	۰/۵۱۵ ^{**}	۰/۵۱۵ ^{**}	تعداد غلاف در ساقه اصلی	تعداد غلاف در ساقه اصلی
۰/۴۳۹ ^{**}	۰/۲۵۲ ^{**}	۰/۲۵۲ ^{**}	۰/۴۶۸ ^{**}	۰/۸۸۲ ^{**}	۰/۷۶۰ ^{**}	۰/۸۸۲ ^{**}	۰/۲۵۲ ^{**}	۰/۴۳۹ ^{**}	۰/۴۳۹ ^{**}	۰/۴۳۹ ^{**}	قطر ساقه	قطر ساقه
۰/۴۳۹ ^{**}	۰/۲۵۲ ^{**}	۰/۲۵۲ ^{**}	۰/۴۶۸ ^{**}	۰/۸۸۲ ^{**}	۰/۷۶۰ ^{**}	۰/۸۸۲ ^{**}	۰/۲۵۲ ^{**}	۰/۴۳۹ ^{**}	۰/۴۳۹ ^{**}	۰/۴۳۹ ^{**}	تعداد شاخه فرعی	تعداد شاخه فرعی
۰/۰۲۶	۰/۳۱۰ [*]	۰/۳۱۰ [*]	۰/۲۸۹ [*]	۰/۴۹۲ ^{**}	۰/۳۹۸ ^{**}	۰/۴۹۲ ^{**}	۰/۰۲۶	۰/۳۱۰ [*]	۰/۳۱۰ [*]	۰/۳۱۰ [*]	ارتفاع اولین غلاف	ارتفاع اولین غلاف
۰/۶۷۱ ^{**}	۰/۵۷۵ ^{**}	۰/۳۱۰ [*]	۰/۲۳۲ ^{**}	۰/۰۷۲ ^{**}	۰/۰۹۴ ^{**}	۰/۰۷۲ ^{**}	۰/۳۱۰ [*]	۰/۶۷۱ ^{**}	۰/۶۷۱ ^{**}	۰/۶۷۱ ^{**}	طول دوره رشد	طول دوره رشد

*معنی دار در سطح احتمال یک درصد، **معنی دار در سطح احتمال پنج درصد

جدول ۴- تجزیه علیت برای تعیین رابطه بین اجزای عملکرد و عملکرد دانه در ۴۹ ژنوتیپ کلزا

صفت	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم از طریق			همبستگی با عملکرد
		تعداد غلاف در گیاه	وزن هزار دانه	تعداد بذر در غلاف	
تعداد غلاف در گیاه	۰/۶۱	---	۰/۰۸۲۰	-۰/۰۱۰۱	۰/۷۵۹
وزن هزار دانه	-۰/۳۳۲	-۰/۱۵۰۷	---	۰/۰۵۰۴	-۰/۵۰۹
تعداد بذر در غلاف	۰/۱۲۹	-۰/۰۵۱۹	-۰/۱۲۹۸	---	-۰/۱۳۱
طول دوره رشد	۰/۲۰۴	۰/۲۳۴۹	۰/۱۲۶۲	-۰/۰۴۹۹	۰/۵۱۵

اثر باقیمانده=۰/۵۲۵



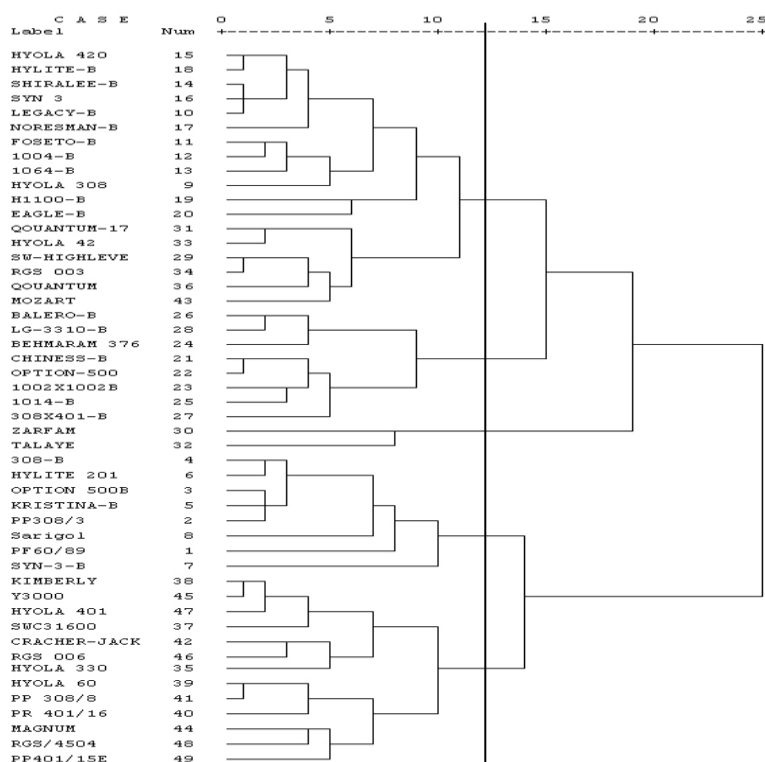
شکل ۱- دیاگرام تجزیه علیت و مقادیر اثرات مستقیم و غیر مستقیم صفات و اجزای عملکرد بر روی عملکرد دانه

اثر وزن هزار دانه از طریق تعداد غلاف در گیاه (۰/۱۵۶۷-) بود (جدول ۴ و شکل ۱). با توجه به نتایج تجزیه علیت مشخص گردید که به دلیل وجود همبستگی‌های منفی در بین اجزای (صفات) وارد شده به مدل و در نتیجه منفی شدن اکثر اثرات غیرمستقیم، اثرات مستقیم مثبت تعدیل شده و همبستگی پائین‌تری با عملکرد دانه دارا بوده و در مقابل، اثر مستقیم و منفی وزن هزار دانه، همبستگی منفی و معنی‌داری را با عملکرد دانه نشان داد (جدول ۴). برای انجام تجزیه کلاستر بر روی داده‌ها از ماتریس فاصله اقلیدسی و روش UPGMA استفاده شد و در نهایت ۴۹

کلاستر اول ۱۸ ژنوتیپ، کلاستر دوم ۸ ژنوتیپ، کلاستر سوم ۲ ژنوتیپ، کلاستر چهارم ۸ ژنوتیپ و کلاستر پنجم ۱۳ ژنوتیپ را در بر گرفتند (شکل ۲). با توجه به ماتریس فاصله اقلیدسی محاسبه شده برای ژنوتیپ‌های مورد آزمایش بیشترین فاصله در بین ژنوتیپ‌ها مربوط به 308X401-B و PF60/89 به میزان ۳/۵۴ و کمترین مقدار آن مربوط به دو ژنوتیپ HYLITE-B و HYOLA420 به میزان ۰/۱۲۱ بدست آمده است. بیشترین اثر غیرمستقیم مثبت، مربوط به اثر تعداد غلاف در گیاه از طریق طول دوره رشد می‌باشد. ضمناً بیشترین اثر غیرمستقیم منفی، مربوط به

۵) نشان داد که ۱۰ مؤلفه اصلی با ریشه راکد غیرصفر بدست آمد که در بین آنها دو مؤلفه اول بیشترین تغییرات داده‌ها را توجیه می‌نمایند (جدول ۵). اولین مؤلفه اصلی به تنهایی ۵۹/۶۸٪ از واریانس داده‌ها و مؤلفه اصلی دوم به همراه مؤلفه اصلی اول در مجموع ۹۳/۷۶٪ واریانس تجمعی را توجیه می‌کردند. بدین ترتیب، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از مؤلفه اصلی اول و مؤلفه اصلی دوم برای بررسی و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها کافی است و نیاز به مؤلفه‌های دیگر نخواهیم داشت. با توجه به مقادیر مؤلفه‌های اصلی اول و دوم نمودار Biplot رسم شده و ارقام گروه‌بندی شدند (شکل ۳). بالاترین اجزای بردارهای مشخصه در مؤلفه‌های اصلی اول و دوم، مربوط به تعداد غلاف در گیاه بود؛ این موضوع نشان می‌دهد که بیشترین مهمترین تغییرات داده‌ها، ناشی از صفات مرتبط با عملکرد می‌باشد، در ضمن همبستگی این صفات با هم زیاد بوده و با مابقی صفات همبستگی کمتری دارند.

ژنوتیپ مورد مطالعه در این تجزیه در قالب ۵ کلاستر مجزا گروه‌بندی شدند. ضریب همبستگی کوفتیک برای تجزیه کلاستر حد مطلوبی ($r = 0.749$) برآورد شد. که این موضوع، مطلوبیت استفاده از روش UPGMA در تجزیه کلاستر برای داده‌های فوق را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که نتایج حاصل از گروه‌بندی به روش حداقل واریانس Ward نیز با اندکی ناهماهنگی نتایج مشابهی را نشان داد. کلاستر اول ۱۸ ژنوتیپ، کلاستر دوم ۸ ژنوتیپ، کلاستر سوم ۲ ژنوتیپ، کلاستر چهارم ۸ ژنوتیپ و کلاستر پنجم ۱۳ ژنوتیپ را در بر گرفتند (شکل ۲). با توجه به ماتریس فاصله اقلیدسی محاسبه شده برای ژنوتیپ‌های مورد آزمایش بیشترین فاصله در بین ژنوتیپ‌ها مربوط به PF60/89 و 308X401-B به میزان ۳/۵۴ و کمترین مقدار آن مربوط به دو ژنوتیپ HYLITE-B و HYOLA420 به میزان ۰/۱۲۱ بدست آمده است. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای کلیه صفات در ۴۹ ژنوتیپ مورد مطالعه (جدول



شکل ۲- دندروگرام تجزیه خوشه ای ۴۹ ژنوتیپ مورد مطالعه براساس ۱۴ صفت زراعی و مورفولوژیک به روش UPGMA

جدول ۵- ریشه‌های راکد و مقادیر واریانس مولفه‌های اصلی

مولفه‌ها	ریشه‌های راکد	درصد واریانس	واریانس تجمعی
مولفه اصلی اول	۵۴۴۱۶/۸۷۳	۵۹/۶۸۵	۵۹/۶۸۵
مولفه اصلی دوم	۳۱۰۷۰/۷۰۱	۳۴/۰۷۸	۹۳/۷۶۳

قرار گرفته است می‌توان با طراحی آزمایشات بیشتر رقم Y3000 را برای این منطقه مورد ارزیابی و توصیه قرار داد.

- توانایی ژنوتیپ‌های مختلف کلزا در تشکیل دانه در غلاف متفاوت است در بین اجزای عملکرد، با کاهش یک جزء، اجزای دیگر در صدد جبران آن برمی‌آیند. برای مثال از آنجایی که معمولا وزن هزاردانه کمتر دست خوش تغییر می‌گردد (به شدت تحت تاثیر عوامل ژنتیکی است)، لذا باید بیشترین تغییرپذیری در تعداد دانه در غلاف بوجود آید. از این جهت انتخاب ارقامی که تعداد دانه در غلاف بیشتر دارند برای حصول به عملکرد بالا مفید است، زیرا عملکرد با تعداد دانه در واحد سطح همبستگی بالایی دارد. همچنین عملکرد بالای دانه همبستگی زیادی با عملکرد روغن دارد که خود باعث افزایش عملکرد روغن که هدف اصلی از کشت کلزا می‌باشد، می‌شود البته افزایش تعداد دانه در غلاف دارای محدودیت است، زیرا بیشتر تحت تأثیر عوامل ژنتیکی است تا عوامل محیطی.

- تنوع ژنتیکی در بین این ژنوتیپ‌ها وجود دارد که با آزمایشات دقیق‌تری می‌توان اثر محیط و ژنوتیپ را از هم تفکیک نمود.

- این آزمایش با توجه به نتایج تحقیقات سایر محققین هر ساله طراحی و اجرا شود تا ژنوتیپ‌های مناسب منطقه در کنار هم نیز مقایسه شده و تکرار آن در چند سال و چند مکان جهت بدست آوردن پایدارترین ژنوتیپ‌ها نیز توصیه می‌گردد.

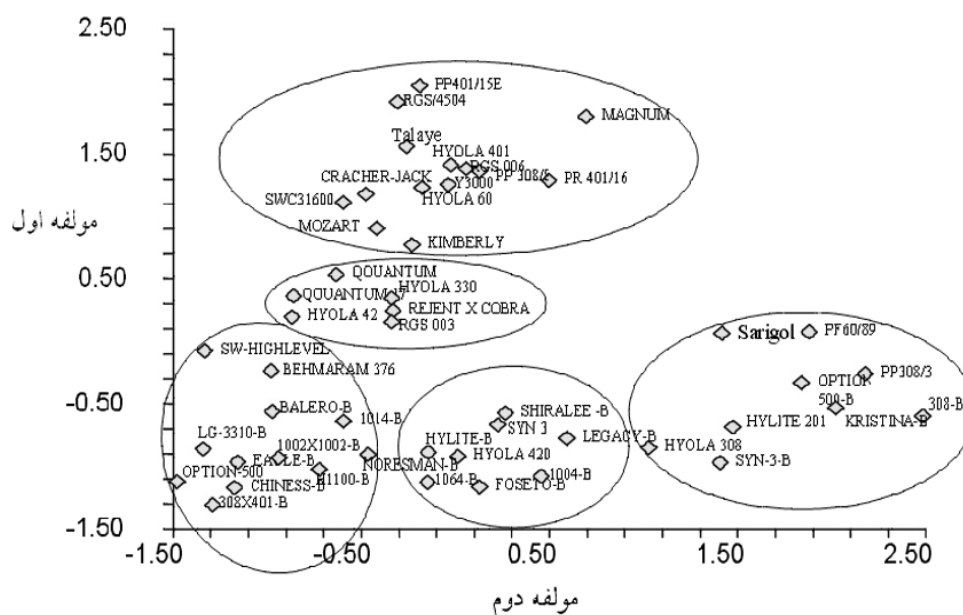
- با توجه به اینکه در این آزمایش ۴۹ ژنوتیپ مورد استفاده قرار گرفت و از لحاظ تنوع ژنتیکی تفاوت‌های قابل توجهی در صفات مورد بررسی نشان دادند، می‌توان با

همچنین برای گروه‌بندی توسط مولفه‌های اول و دوم تجزیه کلاستر بر مبنای مولفه اول و دوم انجام گرفت که در شکل ۴ آمده است و در نتیجه مطابق شکل ۵ کلاستر قابل تشخیص می‌باشد که دقیقا با نتایج گروه‌بندی Biplot رسم شده مطابقت می‌کند.

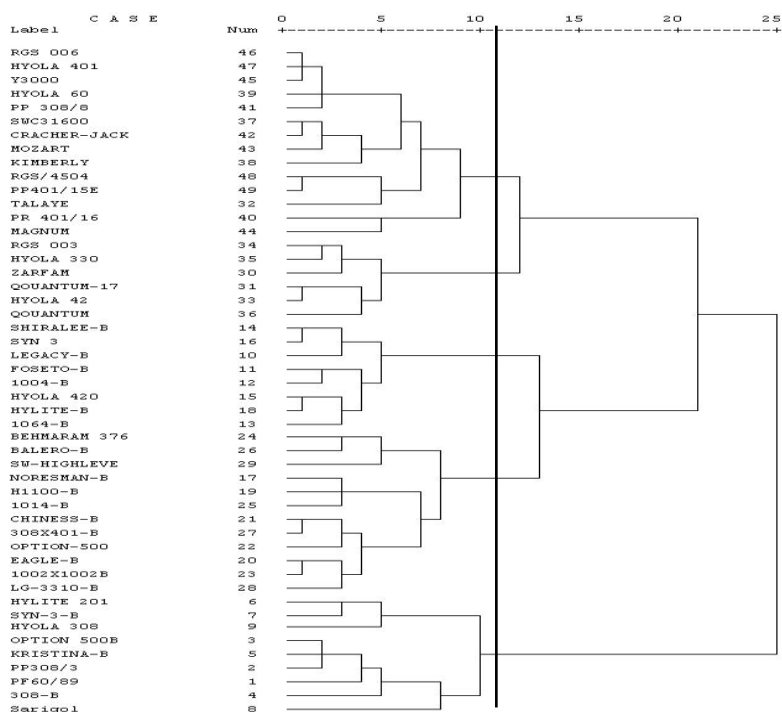
با توجه به نتایج این پژوهش و مطالعات گذشته:
- اگرچه شرایط محیطی هر منطقه در به فعلیت رساندن پتانسیل بالقوه عملکرد دانه ارقام و افزایش عملکرد دانه آنها تاثیر بسزایی دارد، اما اختلاف ایجاد شده بین ژنوتیپ‌ها را در وهله اول به اختلاف آنها از لحاظ تولید اجزای عملکرد می‌توان نسبت داد. در این آزمایش هیبریدهای Hyola 401، Hyola 330، Y3000 و Hyola 308 بیشترین عملکرد را نشان دادند. از لحاظ صفت تعداد غلاف در ژنوتیپ‌های Hyola 401، Y3000 و Hyola 60 کمترین تعداد غلاف را تولید نمودند. با توجه به اینکه دو ژنوتیپ اولی بیشترین عملکرد را داشته و موثرترین صفت در اجزای عملکرد توسط تجزیه علیت صفت تعداد غلاف در گیاه به مقدار $b = 0/61$ بود به نظر می‌رسد که اجزای عملکرد می‌توانند اثرات خود را به صورت غیرمستقیم از طریق سایر صفات نشان دهند یا با تغییر در سایر صفات اثر جبرانی خود را بروز دهند.

- بطور کلی در اکثر صفات مورد بررسی هیبریدهای گروه Hyola و Y3000 جزو ۱۰ ژنوتیپ برتر قرار گرفتند که این نشان‌دهنده خصوصیات مطلوب آنهاست. با استناد به آزمایشات گذشته در استان گلستان رقم Hyola 401 بیشترین سازگاری را داشته و جزو ارقام برتر می‌باشد. با توجه به اینکه رقم Y3000 با Hyola 401 در یک کلاستر

مطالعه دقیق‌تر آنها و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر در هر کلاستر که فاصله ژنتیکی بیشتری با یکدیگر دارند در تولید ارقام هیبرید و ارقام مصنوعی به منظور بهره جستن از هتروزیس استفاده کرد.



شکل ۳- نمودار Biplot با استفاده از مؤلفه‌های اصلی اول و دوم



شکل ۴- دندروگرام تجزیه خوشه ای ۴۹ ژنوتیپ مورد مطالعه براساس مؤلفه‌های اول و دوم UPGMA

- پیشنهاد می‌شود ژنوتیپ‌های برتر حاصل در این تحقیق جهت بررسی و مقاومت آنها در برابر تنش‌های محیطی از قبیل خشکی و شوری در استان گلستان و علاوه بر آنها، رشد قبل از زمستان و تحمل به سرما در سایر مناطق کشور ارزیابی شوند.

- مطالعه تنوع ژنتیکی از طریق مارکرهای مورفولوژیک بدلیل تحت تاثیر قرار گرفتن توسط شرایط محیطی و تنش-ها، نمی‌تواند در مفهوم مطلق تنوع ژنتیکی را نشان دهد، پیشنهاد می‌گردد که از طریق مارکرهای ملکولی نیز این مطالعه تنوع صورت پذیرد.

منابع

- 12- Mendham, N. J., shipway, P. A., and scott, R. K. 1981. The effect of delayed sowing and weather on growth, development and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci. Camb., 96: 389-416.
- 13- Namkoong, G. 1988. Sampling for germplasm collections. HortScience, 23: 79-81.
- 14- Nei, M., and Chesser, R. K. 1983. Estimation of fixation indices and gene diversities. Annals of Human Genetics, 47: 253-259.
- 15- Nei M. 1987. Molecular evolutionary genetics. Columbia University Press, New York, USA. 512 pp.
- 16- Rao, M. S. S., Mendham, N. J., and G. C. Buzza. 1991. Effect of the apetalous flower character on radiation distribution in the crop canopy, yield and its components in oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agr. sci. camb., 117: 189-196.
- 17- Song, k., Tang, K., Osborn, T. and lu, p. 1998. Genome variation and evolution of Brassica amphidiploids. <http://www.actahort.org>.
- 18- Taylor, A. J., and Smith, C. J. 1992. Comparative physiology of divergent type of winter rapeseed. In: Proc. Int. Canola Conf. Saskatoon, Canada. P: 180.
- 19- Tayo, T. O., and Morgan, D. G. 1975. Quantitative analysis of growth, development and distribution of flowers and pods in oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci. 85: 103-110.
- 20- Thurling, N. 1974. Morphological determinants of yield in Rapeseed (*Brassica campestris* and *Brassica Napus*). II. Yield components. Australian Journal of Agricultural Research, 25: 711-721.
- 21- Weir, B. S. 1990. Genetic data analysis. Sinauer Associates, Sunderland.
- 22- Zia-Ul-Qamar, G., and Khan, M. M. 1998. Path analysis at seedling traits and yield component in *Brassica napus* L. J. of Animal and Plant Sci., (Pakistan). 8: 115-117.
- ۱- اظهري، ا.، عليزاده، ب.، اميري اوغان، ح.، اصغري ذكريا، ر.، پيغمي، ف. ۱۳۸۵. خلاصه مقالات نهمين كنگره زراعت و اصلاح نباتات ايران. تهران. ۲۲۹.
- ۲- عباس دخت، ح. ۱۳۷۷. بررسی سازگاری، آنالیز رشد و مقایسه عملکرد ارقام کلزای پاییزه به عنوان کشت دوم بعد از برنج. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه گیلان.
- ۳- عبدمیشانی، س. و شاه نجات بوشهری، ع. ۱۳۷۷. اصلاح نباتات تکمیلی (جلد اول) انتشارات دانشگاه تهران.
- 4- Ali, H. B. M., Lysak, A., and Schubert, I. 2005. Chromosomal localization of rDNA in the Brassicaceae. Genome. 48: 341-346.
- 5- Allen, E. J., and Morgan, D. G. 1972. A quantitative analysis of the effects of nitrogen on the growth, development and yield of oilseed rape. J. Agric. Sci., 78: 315-324.
- 6- Campbell, D. C., and Kondara, Z. P. 1978. Relationship among growth patterns, yield components and yield of rapeseed. Can. J. Plant Sci., 58: 87-93.
- 7- Chapman, J. F., scarisbrik, D. H., and Planiels. R. W. 1984. Field studies on 14C-assimilate Fixation and movement in oil-seed rape (*B. napus*). J. Agric. sci., 102: 23-31.
- 8- Habekotte, B. 1993. Quantitative analysis of pod formation. Field Crop Res., 38: 21-33.
- 9- Kimber, D. S., and McGregor, D. L. 1995. Brassica Oilseeds Production and Utilization. CAB International.
- 10- Major, D. J., Bole, J. B., and Charne Tski, W. A. 1978. Distribution of photosynthetic products after CO₂ assimilation by stem, leaves and pods of rape plants. Can. J. Plant Sci., 28: 783-787.
- 11- Mandel, A. K., and Bahl, P. N. 1980. Estimates of variability and genetic correlation in chickpea. Ann. Agric. Res., 1: 136-140.

Evaluation of Genetic Diversity among 49 Canola (*Brassica napus* L.) Genotypes in Golestan Province

M. Nouryan^{*1}, O. Azhari², H. Amiry Oghan³, B. Alizadeh⁴ and M. Valizadeh⁵

1-Academic member of Islamic Azad University, branch of Azadshahr

2-M.Sc, Agricultural Biotechnology, Institute of Iran

3-University of Tabriz (Ph.D student of Plant breeding)

4-Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Karaj. Iran

5-Professor, University of Tabriz.

Received: 24/11/2008

Accepted: 22/02/2009

Abstract

In order to study the genetic diversity among 49 genotypes of canola (*Brassica napus* L.) a 7×7 Lattice square design on the basis of randomized complete block design (RCBD) with 3 replications was performed in Agriculture Research Station of Gorgan (Araghymohaleh) province during 2005-2006. Analysis of variance showed significant difference (at 1% level) in all studied traits. HYOLA 401, HYOLA 330 and Y3000 hybrids had the highest grain yield with 4053, 4032 and 3524 Kg/ha, respectively. Among the studied traits, pods per plant, had the highest correlation with grain yield ($r = 0.759^{**}$). According to the results of path analysis, pods per plant had the highest direct effect on grain yield. The result of genotypes clustering with UPGMA method classified genotypes into five clusters. According to Euclidean distance, highest distance (3.54) and lowest distance (0.121) were observed between PF60/89-308×401-B and HYLITE-B--HYOLA420, respectively. On the basis of principles component analysis, 93% of variation could be accounted for by the first and second principle components. Finally, height to first pod, pods per secondary stems as well as grain yield denoted the highest genetic diversity.

Keywords: Canola (*Brassica napus* L.), cluster analysis, genetic diversity, path analysis, principle component analysis