

صفات مهم مورفولوژیک موثر بر عملکرد دانه کلزا در کشت دوم در گیلان

مهدی رحیمی^۱، بابک ربیعی^۲ و محمد ربیعی^{۳*}

۱- دانشجوی دکتری اصلاح نباتات، گروه اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

۳- نویسنده مسؤول: پژوهشگر موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران (rabiee_md@yahoo.co.uk)

تاریخ پذیرش: ۹۰/۴/۱۵

تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۶

چکیده

به منظور شناسایی صفات وابسته به عملکرد دانه در کلزا، ۸ رقم کلزا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ در موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) بررسی گردید و صفات طول دوره کاشت تا روزت، طول دوره روزت تا گلدهی، طول دوره گلدهی تا رسیدگی، تعداد برگ ساقه آغوش، ارتفاع اولین خورجین از سطح خاک، ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی درجه اول، تعداد ساقه فرعی درجه دوم، تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد خورجین در ساقه فرعی درجه اول، تعداد خورجین در ساقه فرعی درجه دوم، طول خورجین، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و عملکرد دانه اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین رقم‌ها از نظر کلیه صفات مورد مطالعه، اختلاف معنی‌داری وجود دارد که دلالت بر وجود تنوع ژنتیکی بالا در بین رقم‌ها است. عملکرد دانه با وزن هزار دانه و طول دوره گلدهی تا رسیدگی، همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفات تعداد دانه در خورجین و طول خورجین همبستگی منفی و معنی‌دار داشت. رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه نشان داد که صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در خورجین، تعداد ساقه فرعی درجه دوم و ارتفاع اولین خورجین از سطح خاک به ترتیب بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه دارند و ۹۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌کنند. تجزیه ضرایب همبستگی ژنوتیپی به ضرایب مسیر نشان داد که صفت وزن هزار دانه بالاترین اثر مستقیم را نسبت به سایر صفات بر عملکرد دانه دارد؛ اما اثرات غیرمستقیم این صفت از طریق سایر صفات ناچیز بود. نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها نشان داد که سه عامل اصلی و مستقل به نام‌های اجزای عملکرد، تیپ بوته و رشد رویشی، ۷۹/۲۷۵ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌نمایند و مهم‌ترین صفات به عنوان شاخص‌گزینه جهت بهبود عملکرد دانه، به ترتیب صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در خورجین و طول دوره گلدهی تا رسیدگی بودند که به همراه عملکرد دانه، در عامل اول قرار گرفتند. رسم نمودار بای‌پلات حاصل از تجزیه به عامل‌ها و گروه‌بندی صفات با استفاده از تجزیه خوشه‌ای نیز این نتیجه را تأیید و صفات فوق را به عنوان مهم‌ترین صفات جهت بهبود عملکرد دانه در کلزا معرفی نمود.

کلید واژه‌ها: تجزیه عامل‌ها، تجزیه علیت، عملکرد، کلزا، همبستگی

مقدمه

عملکرد دانه دارد و بهبود آنها می‌تواند باعث افزایش عملکرد دانه گردد، در امر به‌نژادی گیاهان بسیار حایز اهمیت می‌باشد. عملکرد یک رقم به پتانسیل ژنتیکی رقم، شرایط آب و هوایی، نوع خاک و مدیریت زراعت بستگی دارد که در این میان عوامل ژنتیکی اهمیت

با توجه به اهمیت گیاه کلزا به عنوان یک گیاه روغنی و جایگاه بالای آن در بین سایر دانه‌های روغنی، افزایش عملکرد دانه و روغن از اهمیت زیادی برخوردار است؛ بنابراین شناخت صفاتی که ارتباط نزدیک با

مستقیم بالای تعداد خورجین در بوته می‌تواند در انتخاب مستقیم ارقام با عملکرد بالا موثر باشد.

سلیمان زاده و همکاران (۱۳۸۶) نشان دادند که عملکرد دانه با صفات تعداد دانه در خورجین و تعداد خورجین در بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت؛ در حالی که با صفات تعداد روز تا رسیدگی و تعداد روز تا گل‌دهی همبستگی منفی و معنی‌داری داشت.

مارجانویچ جیرومیلا و همکاران^۴ (۲۰۰۸) نشان دادند که بین صفات ارتفاع بوته، ارتفاع اولین شاخه فرعی، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد؛ آنها همچنین گزارش کردند که ارتفاع بوته و پس از آن تعداد خورجین در بوته بیشترین اثرات مستقیم را روی عملکرد دانه دارند و بنابراین این صفات معیار انتخاب خوبی در برنامه‌های اصلاحی می‌توانند باشند.

هاشمی و نعمت‌زاده (۱۳۸۷) با مطالعه همبستگی بین صفات و تجزیه مسیر برای عملکرد دانه و اجزای عملکرد در ارقام کلزا بیان کردند که صفت تعداد دانه در خورجین در نسل F_2 و تعداد انشعابات ثانویه در F_3 بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه دارند و می‌توانند شاخص‌های خوبی برای بهبود عملکرد در برنامه‌های اصلاحی باشند.

بیات و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند که صفات تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی و اصلی، طول خورجین و وزن هزار دانه با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد؛ در حالی که همبستگی صفات روز تا ۹۰ درصد گل‌دهی و روز تا رسیدگی منفی و معنی‌دار است. آنها همچنین نشان دادند که وزن هزار دانه و تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی بیشترین اثر مستقیم مثبت را روی عملکرد دانه دارند و بنابراین گزینش غیرمستقیم از طریق افزایش وزن هزار

فراوانی دارند. بنابراین انتخاب رقم مناسب برای موفقیت در تولید دانه حائز اهمیت می‌باشد. عملکرد در کلزا موازنه‌ای بین رشد رویشی و ظرفیت گیاه از نظر تعداد گل، خورجین و دانه است و زمان پیدایش و طول دوره هر یک از این مراحل اهمیت زیادی در تولید عملکرد کمی و کیفی دارد (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۸). در اصلاح گیاهان، درک و فهم روابط میان صفات در گزینش غیرمستقیم برای صفاتی که به آسانی اندازه‌گیری نمی‌شوند، یا صفاتی که وراثت‌پذیری کمی دارند، بسیار مهم است.

هابیکوت^۱ (۱۹۹۳) بیان داشت که عملکرد دانه در تک بوته به طور شدیدی به تعداد خورجین در بوته وابسته است. هاکان-اوزر و آنسال^۲ (۱۹۹۹) با انجام تجزیه علیت روی ۱۴ رقم کلزای بهاره نشان دادند که تعداد خورجین در بوته دارای اثر مستقیم مثبت بود و نسبت به سایر صفات تاثیر بیشتری روی عملکرد دانه داشت، ولی تعداد دانه در خورجین دارای اثر مستقیم منفی روی عملکرد دانه بود.

رامنه و همکاران (۱۳۸۱) با انجام تجزیه به عامل‌ها در ۳۶ رقم کلزا نشان دادند که چهار عامل مستقل و پنهانی ۷۵ درصد از واریانس کل موجود در ۱۶ صفت را توجیه می‌کنند. از بین چهار عامل فوق، عوامل اول و دوم که به ترتیب عامل فنولوژیک و اجزای عملکرد نامگذاری شدند، ۵۰ درصد از تنوع کل صفات را توجیه کردند و به عنوان عوامل مهم و موثر جهت اصلاح جمعیت معرفی شدند.

تونکتورک و سیفتسی^۳ (۲۰۰۷) گزارش کردند که با افزایش تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، تعداد شاخه‌های فرعی و وزن هزار دانه، عملکرد افزایش می‌یابد و همبستگی مثبت و معنی‌داری بین این صفات و عملکرد دانه وجود دارد؛ آنها همچنین نشان دادند که اثر

1- Habekotte

2- Hakan-ozer & Unsal

3- Tuncturk & Çiftci

4- Marjanovic-Jeromela *et al.*

طول دوره گلدهی تا رسیدگی (FRP)، طول خورجین (SL)، تعداد دانه در خورجین (NGS)، وزن هزار دانه (GW) و عملکرد دانه (GY) مورد ارزیابی قرار گرفت. برای عملکرد دانه، محصول هر کرت به طور جداگانه در رطوبت تقریبی ۱۲ درصد از سطحی معادل ۲ مترمربع از هر کرت پس از حذف بوته‌های حاشیه برداشت و توزین شد و سپس به واحد هکتار تعمیم داده شد و در محاسبات آماری استفاده گردید (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۸).

واریانس ژنوتیپی و فنوتیپی داده‌ها برای دو صفت X و Y بر مبنای امید ریاضی میانگین مربعات^۵ (MS) و میانگین حاصل ضرب‌ها^۶ (MP) تیمارها و خطای آزمایشی طرح آزمایشی و بر اساس روابط زیر محاسبه شدند:

$$\begin{aligned}\sigma_g^2(x) &= MSe(x) \\ \sigma_g^2(x) &= (MSt(x) - MSe(x))/r \\ \sigma_p^2 &= \sigma_g^2(x) + \sigma_e^2(x) \\ \sigma_g^2(y) &= MSe(y) \\ \sigma_g^2(y) &= (MSt(y) - MSe(y))/r \\ \sigma_p^2(y) &= \sigma_g^2(y) + \sigma_e^2(y) \\ \sigma_g(xy) &= MPe(xy) \\ \sigma_g(xy) &= (MPt(xy) - MPe(xy))/r \\ \sigma_p(xy) &= \sigma_g(xy) + \sigma_e(xy)\end{aligned}$$

ضریب تغییرات ژنوتیپی، فنوتیپی، همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی هم از طریق روابط زیر محاسبه گردیدند:

$$\begin{aligned}CV_g(x) &= \frac{\sigma_g(x)}{\bar{x}} \times 100 \\ CV_p(x) &= \frac{\sigma_p(x)}{\bar{x}} \times 100 \\ r_g(xy) &= \frac{\sigma_g(xy)}{\sigma_g(x)\sigma_g(y)} \\ r_p(xy) &= \frac{\sigma_p(xy)}{\sigma_p(x)\sigma_p(y)}\end{aligned}$$

برای انجام تجزیه واریانس از نرم افزار SAS ver.9 (SAS Institute، ۲۰۰۲) استفاده شد. برای محاسبه ضرایب همبستگی بین صفات و تجزیه رگرسیون گام به

دانه و تعداد خورجین را جهت اصلاح عملکرد پیشنهاد نمودند.

هدف از این پژوهش، ارزیابی روابط بین صفات مختلف با عملکرد دانه ارقام مهم کلزا که برای کشت در استان گیلان و مازندران به عنوان کشت دوم پس از برداشت برنج، بهتر از سایر ارقام می‌باشند از طریق روش‌های مختلف آماری بود تا به کمک نتایج حاصل، بهترین صفات به عنوان شاخص‌های انتخاب مناسب جهت افزایش عملکرد دانه معرفی شوند.

مواد و روش‌ها

تعداد ۸ ژنوتیپ کلزا به نام‌های هایولا^۱ ۳۰۸، هایولا^۲ ۴۲۰، هایولا^۳ ۶۰، هایولا^۴ ۴۰۱، هایولا^۵ ۳۳۰، آپشن^۶ ۵۰۴، آر جی اس اس^۳ ۰۰۳ و سین^۴-۳ در سال ۸۵-۱۳۸۴ در موسسه تحقیقات برنج کشور واقع در رشت با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳ دقیقه شرقی از نصف النهار گرینویچ و ارتفاع ۷ متر از سطح دریا کشت شدند. زمین زراعی که قبلاً در آن برنج کشت شده بود، شخم خورده و برای کاشت کلزا آماده گردید. کاشت در ۲۲ آبان ماه ۱۳۸۴ به صورت ردیفی (فاصله بین ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف‌ها ۵ سانتی‌متر) انجام شد. کشت گیاهان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد و ۱۵ صفت شامل: طول دوره کاشت تا روزت (SRP)، طول دوره روزت تا گلدهی (RFP)، تعداد برگ ساقه آغوش (APL)، ارتفاع اولین خورجین از سطح خاک (HFS)، ارتفاع بوته (PH)، تعداد ساقه فرعی درجه اول (NFS)، تعداد ساقه فرعی درجه دوم (NSS)، تعداد خورجین در ساقه اصلی (NSMS)، تعداد خورجین در ساقه فرعی درجه اول (NSFS)، تعداد خورجین در ساقه فرعی درجه دوم (NSSS)،

1 -Hyola308
2 -Option504
3 -RGSS003
4 -Syn-3

5 -Mean squared
6 -Mean product

تجزیه واریانس و کوواریانس به دست آمده است و برآورد امید ریاضی اشتباه آزمایشی از طریق دو منبع ژنوتیپ‌ها و اشتباه آزمایشی می‌تواند کاملاً متفاوت باشد. بنابراین در بعضی موارد به دلیل بیشتر بودن میانگین مربعات و حاصل ضرب ژنوتیپ‌ها در جدول تجزیه واریانس و کوواریانس، ضریب همبستگی ژنوتیپی در بعضی موارد بیشتر از فنوتیپی به دست آمده و گاهی هم علامت آنها برعکس خواهد بود. بررسی ضرایب همبستگی نشان داد که عملکرد دانه با تعداد دانه در خورجین و طول خورجین همبستگی منفی و معنی‌داری به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد داشت. دلیل این همبستگی می‌تواند به خاطر این باشد که وقتی تعداد دانه‌ها و طول خورجین افزایش پیدامی‌کنند، مواد پرورده کمتری به هر دانه رسیده و دانه‌ها ضعیف می‌شوند و بنابراین عملکرد نهایی کاهش می‌یابد. بنابراین با اعمال گزینش منفی برای این دو صفت می‌توان عملکرد دانه را افزایش داد. از طرفی دیگر عملکرد دانه با وزن هزار دانه و طول دوره گلدهی تا رسیدگی همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد که دلیل آن می‌تواند بدان سبب باشد که افزایش طول دوره گلدهی تا رسیدگی باعث می‌شود تا گیاه فرصت بیشتری برای جذب مواد غذایی و نور و تهیه مواد پرورده داشته باشد. از این رو مواد پرورده بیشتری تولید شده و در اختیار دانه‌ها قرار می‌گیرد و در نتیجه وزن آنها افزایش پیدا می‌کند و این افزایش باعث افزایش وزن هزار دانه شده و در نتیجه عملکرد افزایش پیدا می‌کند؛ لذا با اعمال گزینش مثبت برای افزایش دو صفت وزن هزار دانه و طول دوره گلدهی تا رسیدگی به طور غیرمستقیم می‌توان به گزینش ارقام با عملکرد بالا اقدام نمود. همچنین وزن هزار دانه با تعداد دانه در خورجین همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت. دلیل

گام، تجزیه به عامل‌ها و تجزیه خوشه‌ای از نرم افزار SPSS19.0 (SPSS Institute, 2010) و برای پی بردن به روابط علت و معلولی بین عملکرد و اجزای آن از تجزیه علیت (مسیر) با استفاده از نرم افزار Amos 19.0 (آریوکل^۱، 2010) استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در جدول ۱ نشان داده شده است. بین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت که دلالت بر وجود تنوع ژنتیکی بالا در بین ژنوتیپ‌ها داشت که می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار گیرد. برآورد ضرایب تغییرات فنوتیپی (CVp) و ژنوتیپی (CVg) صفات مورد مطالعه نشان داد که صفت طول دوره کاشت تا روزت کمترین و تعداد ساقه‌های فرعی درجه دوم بیشترین ضریب تغییرات فنوتیپی را داشتند. ضرایب تغییرات ژنوتیپی این دو صفت نیز به ترتیب ۴/۰۱ درصد و ۴۸/۷۴ درصد بود که به ترتیب کمترین و بیشترین مقادیر بودند (جدول ۱).

جدول ۲ ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی صفات مورد بررسی را نشان می‌دهد. برای اکثر صفات بین میزان ضرایب همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی اختلاف چندانی مشاهده نشد. در بعضی موارد همبستگی ژنوتیپی بیشتر از فنوتیپی و از لحاظ علامت برعکس هم به دست آمده‌اند که باید بیان کرد که چون ضریب همبستگی ژنوتیپی بین صفات از طریق رابطه

$$r_g(xy) = \frac{\sigma_g(xy)}{\sigma_g(x)\sigma_g(y)}$$

است و واریانس کوواریانس محاسبه شده و ژنتیکی نیز از طریق تفاوت امید ریاضی میانگین مربعات و میانگین حاصل ضرب ژنوتیپ‌ها و اشتباه آزمایشی در جدول

جدول ۱- خلاصه تجزیه واریانس طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای صفات مورد مطالعه

میانگین مربعات صفات مورد مطالعه														درجه	منابع	
SRP	RFP	FRP	APL	PH	HFS	NFS	NSS	NSMS	NSFS	NSSS	SL	NGS	GW	GY	آزادی	تغییرات
۰/۶۷ ^{NS}	۱/۶۷ ^{NS}	۱/۶۷ ^{NS}	۰/۰۵ ^{NS}	۷/۱۱ ^{NS}	۱۵۸ ^{NS}	۰/۰۲۱ ^{NS}	۰/۵۱ ^{NS}	۲/۱۷ ^{NS}	۰/۲۹۱ ^{NS}	۰/۸۷۵ ^{NS}	۰/۰۷۳ ^{NS}	۰/۲۲۳ ^{NS}	۰/۰۰۲ ^{NS}	۰/۰۰۰۳ ^{NS}	۲	تکرار
۲۶/۷۶ ^{NS}	۲۵/۴۲ ^{NS}	۱۴/۶۵ ^{NS}	۶/۸۶ ^{NS}	۷۷/۶۵۸ ^{NS}	۱۱۵/۲۴ ^{NS}	۳/۷۳ ^{NS}	۲۹/۸۶ ^{NS}	۷۱/۳۷۳ ^{NS}	۱۵۶/۳۸ ^{NS}	۱۳/۷۱ ^{NS}	۰/۴۰۲ ^{NS}	۶۰/۷۴ ^{NS}	۲/۰۹ ^{NS}	۱/۸۱ ^{NS}	۷	ژنوتیپ
۱/۳۸	۴/۵۵	۰/۹۷۶	۰/۰۴۹	۳/۲۳	۲۳/۸۶	۰/۱۲۳	۱/۱۸	۵/۶۴	۱/۷۷	۱/۵۹	۰/۰۴۷	۰/۴۱۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۱۴	اشتباه
۴/۳۲	۸/۷۵	۶/۵۲	۲۷/۶۷	۱۱/۵۶	۱۱/۱۸	۲۰/۱۱	۵۱/۶۷	۲۱/۵۱	۲۳/۷۱	۱۶/۹۴	۶/۸۱	۱۹/۳۸	۲۱/۹۵	۳۱/۵۴		درصد ضریب تغییرات فنوتیپی
۴/۰۱	۶/۸	۶/۳۸	۲۷/۳۷	۱۱/۴۷	۸/۳۷	۱۹/۱۱	۴۸/۷۴	۲۱/۰۳	۲۳/۳۲	۱۴/۳۶	۵/۸۹	۱۹/۱۹	۲۱/۹۵	۳۱/۲۸		درصد ضریب تغییرات ژنوتیپی

^{NS} و ^{NS} به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱٪:

رجمی و همکاران: صفات مهم مورفولوژیک موثر بر عملکرد دانه...

جدول ۲- همبستگی های ژنوتیپی (بالای قطر) و فنوتیپی (پایین قطر) بین صفات مورد مطالعه

صفات	GY	GW	NGS	SL	NGS	GW	GY	صفات
SRP	-۰/۰۲	-۰/۱۵	۰/۹۴	-۰/۱۵	۰/۱۰	-۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۲۰
RFP	-۰/۱۵	۰/۹۴	-۰/۱۵	۰/۱۰	-۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۲۰	۰/۲۰
FRP	۰/۱۵	-۰/۹۴	۰/۱۵	۰/۱۰	-۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۲۰	۰/۲۰
APL	۰/۱۵	۰/۹۴	-۰/۱۵	۰/۱۰	-۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۲۰	۰/۲۰
PH	۰/۱۵	۰/۹۴	-۰/۱۵	۰/۱۰	-۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۲۰	۰/۲۰
HFS	۰/۱۵	۰/۹۴	-۰/۱۵	۰/۱۰	-۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۲۰	۰/۲۰
NFS	۰/۱۵	۰/۹۴	-۰/۱۵	۰/۱۰	-۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۲۰	۰/۲۰
NSS	۰/۱۵	۰/۹۴	-۰/۱۵	۰/۱۰	-۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۲۰	۰/۲۰
NSMS	۰/۱۵	۰/۹۴	-۰/۱۵	۰/۱۰	-۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۲۰	۰/۲۰
NSFS	۰/۱۵	۰/۹۴	-۰/۱۵	۰/۱۰	-۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۲۰	۰/۲۰
NSSS	۰/۱۵	۰/۹۴	-۰/۱۵	۰/۱۰	-۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۲۰	۰/۲۰
SL	۰/۱۵	۰/۹۴	-۰/۱۵	۰/۱۰	-۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۲۰	۰/۲۰
NGS	۰/۱۵	۰/۹۴	-۰/۱۵	۰/۱۰	-۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۲۰	۰/۲۰
GW	۰/۱۵	۰/۹۴	-۰/۱۵	۰/۱۰	-۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۲۰	۰/۲۰
GY	۰/۱۵	۰/۹۴	-۰/۱۵	۰/۱۰	-۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۲۰	۰/۲۰

اعداد بزرگتر از ۰/۷۵ و ۰/۶۲ به ترتیب در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ معنی دار هستند.

وجود این همبستگی منفی نیز آن است که افزایش تعداد دانه موجب می شود که مواد پرورده بین تعداد دانه های زیادی تقسیم شده و به دلیل نرسیدن مواد پرورده بیشتر به دانه ها باعث کاهش وزن هر دانه و کاهش وزن هزار دانه شود و در عمل باعث ایجاد همبستگی منفی بین این دو صفت گردد. محققان دیگر (بیات و همکاران، ۱۳۸۷؛ علی و همکاران^۱، ۲۰۰۳؛ اسلام^۲، ۲۰۰۹) نیز همبستگی بین دو صفت وزن هزار دانه و تعداد دانه در خورجین را منفی و معنی دار گزارش کرده اند که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت، در حالی که فنایی و همکاران (فنایی، ۱۳۸۷) همبستگی مثبت و معنی دار بین این دو صفت را گزارش کردند؛ بنابراین افزایش همزمان این دو صفت کاری دشوار به نظر می رسد و لذا با گزینش مثبت بر روی وزن هزار دانه و گزینش همزمان منفی بر روی تعداد دانه می توان به ارقام پر عملکرد در برنامه های به نژادی دست یافت.

بر خلاف نتایج این پژوهش اکبر و همکاران^۳ (۲۰۰۷) و اسلام (۲۰۰۹) همبستگی مثبت و معنی دار بین عملکرد دانه با تعداد خورجین در بوته را گزارش کردند. همچنین باسلاما^۴ (۲۰۰۸) با انجام تحقیقات خود در دو سال نشان داد که عملکرد دانه با تعداد دانه در خورجین همبستگی معنی داری در دو سال نداشت.

نتایج در رگرسیون گام به گام نشان داد که صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در ساقه فرعی درجه دوم و ارتفاع اولین خورجین از سطح خاک به ترتیب دارای بیشترین اثر روی عملکرد دانه بوده و ۹۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند (جدول ۳). بهرام و فرجی (۱۳۸۱) نیز به نتایج کم و بیش مشابهی دست یافتند و نشان دادند که صفات وزن هزار دانه، طول دوره رویش، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و ارتفاع بوته صفات موثر بر

عملکرد دانه می باشند، اما ضریب تبیین مدل آنها ۰/۲۹۳ بود که از نتایج تحقیق حاضر بسیار کمتر بود. برای این که میزان آثار مستقیم و غیر مستقیم صفات بر عملکرد دانه مشخص شود، ضرایب همبستگی ژنوتیپی بین عملکرد دانه و سایر صفات موجود در مدل رگرسیون با استفاده از روش تجزیه علیت تفکیک شد و نتایج در جدول ۴ ارائه گردید. نتایج نشان داد که صفت وزن هزار دانه بیشترین اثر مستقیم و مثبت (۰/۷۷) را بر عملکرد دانه داشت و میزان آثار غیر مستقیم این صفت از طریق تعداد دانه در خورجین مثبت و متوسط (۰/۲۰۲) و از طریق تعداد ساقه فرعی درجه دوم مثبت (۰/۱۶) و ارتفاع اولین خورجین منفی (۰/۱۳-) و ناچیز بود. از اینرو، وزن هزار دانه می تواند معیار گزینش مناسبی برای افزایش عملکرد دانه در کلزا باشد. پس از آن، صفت تعداد دانه در خورجین نیز به دلیل اثر مستقیم منفی و متوسط و اثر غیر مستقیم منفی و بالا (۰/۷۱-) از طریق وزن هزار دانه می تواند معیار مناسبی برای گزینش ژنوتیپ های با عملکرد دانه بالا باشد، به طوری که انتخاب ژنوتیپ های با تعداد دانه در خورجین کمتر ضمن افزایش عملکرد دانه، موجب افزایش وزن هزار دانه شده و از این طریق عملکرد دانه را افزایش می دهد. بیات و همکاران (۱۳۸۷) هم بیشترین اثر مستقیم را برای وزن هزار دانه گزارش کردند که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. همچنین برادران و همکاران (۱۳۸۵) نیز نشان دادند که درصد روغن، وزن هزار دانه و تعداد غلاف در بوته به ترتیب با اثرات مستقیم (۰/۹۵۲-)، (۰/۲۹۲ و ۰/۱۰۳) بیشترین اثرات را روی عملکرد دانه داشتند. در مقابل، تونکترک و سیفتسی (۲۰۰۷) اعلام کردند که تعداد خورجین در بوته بیشترین اثر مستقیم و مثبت را بر عملکرد دانه دارد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت نداشت و دلیل این تفاوت را می توان بیشتر به خاطر شرایط محیطی مختلف و نیز تنوع ژنوتیپ های

مورد بررسی دانست.

مورد بررسی دانست.

مورد بررسی دانست.

مورد بررسی دانست.

1- Ali *et al.*

2- Eslam

3- Akbar *et al.*

4- Basalma

رحیمی و همکاران: صفات مهم مورفولوژیک موثر بر عملکرد دانه...

جدول ۳- تجزیه رگرسیون گام به گام عملکرد (وابسته) با سایر صفات مورد مطالعه

ضریب تبیین تجمعی	b در مرحله نهایی	b [†] در مرحله وارد شدن	میانگین مربعات	درجه آزادی	منابع تغییرات	صفت وارد شده به ترتیب
	----	----	۰/۵۱۹ ^{NS}	----	---	عرض از مبدا
	۰/۷۲۹ ^{**}	۰/۹۱۹ ^{**}	۱۲/۳۸۷ ^{**}	۱	رگرسیون	GW
			۰/۰۱۶	۲۲	خطا	
	-۰/۰۳۷ ^{**}	-۰/۰۴۱ ^{**}	۶/۲۵۵ ^{**}	۲	رگرسیون	NGS
			۰/۰۱۱	۲۱	خطا	
	-۰/۰۲۲ [*]	-۰/۰۲۹ ^{**}	۴/۲۰۱ ^{**}	۳	رگرسیون	NSSS
			۰/۰۰۷	۲۰	خطا	
۰/۹۸	۰/۰۰۵ [*]	۰/۰۰۵ [*]	۳/۱۵۹ ^{**}	۴	رگرسیون	HFS
			۰/۰۰۶	۱۹	خطا	

$$GY=0.729GW - 0.037NGS - 0.022NSSS + 0.005HFS$$

NS، * و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱٪.

†: b ضریب رگرسیون جزئی در مدل رگرسیون است.

جدول ۴- تجزیه ضرایب علیت بین عملکرد و صفات وابسته بر اساس همبستگی ژنوتیپی

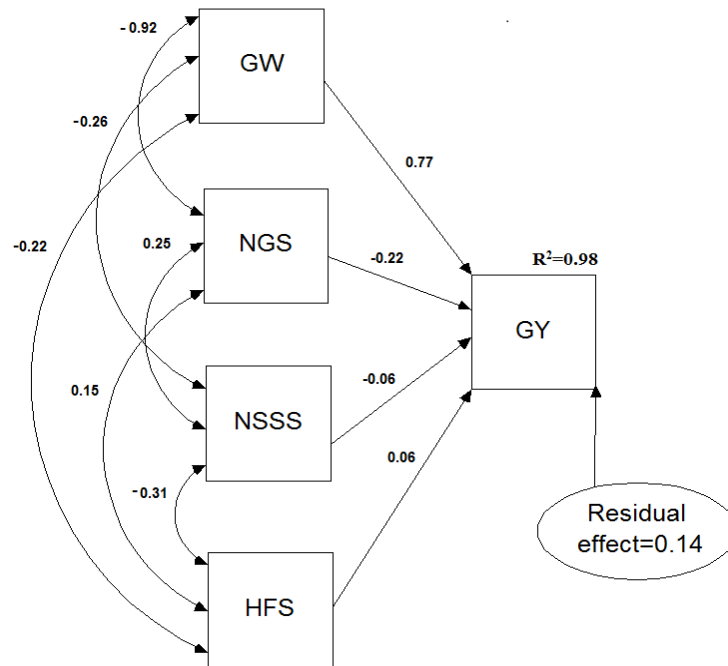
صفات	اثر مستقیم	اثر غیرمستقیم از طریق			
		HFS	NSSS	NGS	GW
GW	۰/۷۷	-۰/۰۱۳	۰/۰۱۶	۰/۲۰۲	---
NGS	-۰/۲۲	۰/۰۰۹	-۰/۰۱۵	---	-۰/۷۱
NSSS	-۰/۰۶	-۰/۰۱۹	---	-۰/۰۵۵	-۲۰
HFS	۰/۰۶	---	۰/۰۱۹	-۰/۰۳۳	-۰/۱۶۹

توجه نمودند که میزان واریانس توجیه شده به وسیله این سه عامل به ترتیب ۳۱/۹۴۲، ۲۸/۱۸۴ و ۱۹/۱۴۹ درصد بود. عامل اول که بیشترین سهم را در توجیه تغییرات صفات داشت، شامل عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در خورجین، طول خورجین و طول دوره گلدهی تا رسیدگی بود که ضرایب عاملی تعداد دانه در خورجین و طول خورجین منفی و بقیه صفات مثبت بودند، به این معنی که صفات مذکور نقش موثری در افزایش عملکرد

شکل ۱ نمودار علیت صفات موثر بر عملکرد را نشان می دهد. ضریب تبیین مدل ۰/۹۸ و مقدار آثار باقی مانده برابر با ۰/۱۴ بود که مربوط به اشتباه آزمایشی و متغیرهای مستقلی است که مورد بررسی قرار نگرفته یا ناشناخته هستند. جدول ۵ نتایج تجزیه به عامل ها را برای صفات مورد مطالعه در ارقام کلزا نشان می دهد. در این تجزیه سه عامل مستقل و پنهانی مجموعاً ۷۹/۲۷۴ درصد از تغییرات کل داده ها و همبستگی معنی دار بین صفات را

بویره اثرات مستقیم صفات بر عملکرد دانه می توان به جای گزینش مستقیم برای عملکرد دانه، به طور غیرمستقیم از طریق عامل های فوق عمل نمود و در نهایت عملکرد دانه را اصلاح کرد. بالا بودن همبستگی و اثرات مستقیم صفات وزن هزاردانه و تعداد دانه در خورجین روی عملکرد و نقش آنها در عامل اول نشان می دهد که برای افزایش عملکرد باید توجه کافی به آنها مبذول گردد؛ زیرا افزایش وزن هزار دانه و کاهش تعداد دانه در خورجین، همان طوری که در تجزیه علیت مشاهده شد، در نهایت موجب افزایش عملکرد دانه خواهد شد. عباس دخت و رمضانپور (۱۳۸۱) نیز گزارش نمودند که سه عامل پنهانی حدود ۹۳/۱۸ درصد از واریانس کل موجود در صفات مهم کلزا را توجیه می کند و این عوامل را عامل عملکرد و اجزای آن، خصوصیات مورفولوژیکی و خصوصیات برداشت نامیدند. نمودار بای پلات حاصل از دو عامل اول و دوم نیز در شکل ۲ ارائه شده است. چنان که ملاحظه می شود

دانه دارند و انتخاب از طریق آنها باعث افزایش و بهبود عملکرد دانه می گردد. این عامل تحت عنوان عامل اجزای عملکرد نام گذاری گردید و به تنهایی در حدود ۳۲ درصد از تنوع صفات مورد مطالعه را توجیه نمود. عامل دوم دارای ضرایب عاملی بالا و مثبت برای صفات تعداد خورجین در ساقه فرعی درجه اول، تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد ساقه فرعی درجه دوم، ارتفاع اولین خورجین و طول دوره روزت تا گلدهی و ضرایب عاملی بالا و منفی برای صفات تعداد خورجین در ساقه فرعی درجه دوم و تعداد ساقه فرعی درجه اول بود. این عامل که به عنوان عامل تیپ بوته نام گذاری گردید، در حدود ۲۸ درصد از تغییرات کل صفات را توجیه نمود. عامل سوم هم که حدود ۱۹ درصد از تغییرات صفات را توجیه نمود، دارای ضرایب عاملی بالا برای صفات ارتفاع بوته، تعداد برگ ساقه آغوش و طول دوره کاشت تا روزت بود و به عنوان عامل رشد رویشی نامگذاری گردید؛ بنابراین با در نظر گرفتن همبستگی صفات با عملکرد و

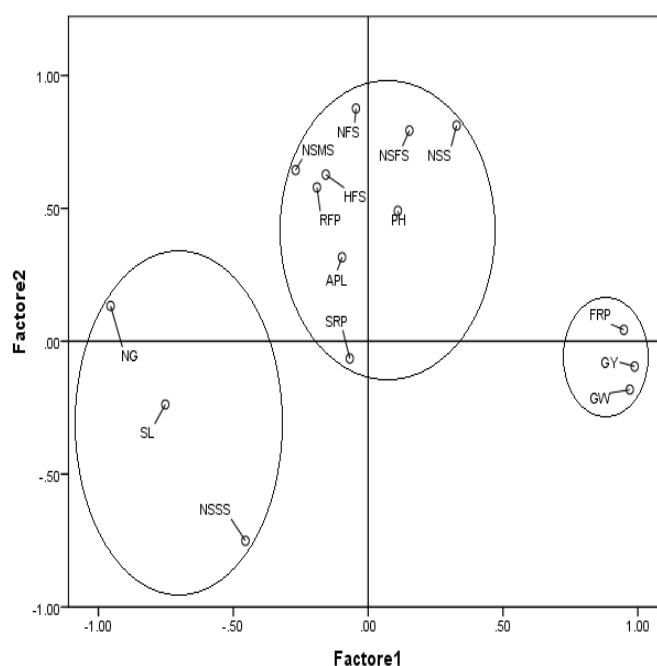


شکل ۱- نمودار علیت با استفاده از ضرایب همبستگی ژنوتیپی

رحیمی و همکاران: صفات مهم مورفولوژیک موثر بر عملکرد دانه...

جدول ۵- نتایج تجزیه به عامل‌ها شامل ماتریس ضرایب عاملی و میزان اشتراک برای صفات مورد مطالعه

صفات	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	میزان اشتراک
GY	۰/۹۸۸	-۰/۰۹۵	۰/۰۱۷	۰/۹۸۵
GW	۰/۹۷۰	-۰/۱۸۲	-۰/۰۰۱	۰/۹۷۳
NGS	-۰/۹۵۵	۰/۱۳۳	-۰/۱۱۰	۰/۹۴۷
SL	-۰/۷۵۲	-۰/۲۳۸	۰/۲۹۲	۰/۷۰۸
NSSS	-۰/۴۵۵	-۰/۷۵۱	۰/۴۶۹	۰/۹۹۱
NSFS	۰/۱۵۳	۰/۷۹۳	۰/۴۴۱	۰/۸۴۸
NSMS	-۰/۲۶۹	۰/۶۴۴	۰/۰۲۷	۰/۴۸۸
NSS	۰/۳۲۸	۰/۸۱۲	۰/۰۷۶	۰/۷۷۳
NFS	-۰/۰۴۵	۰/۸۷۶	۰/۳۴۵	۰/۸۸۹
HFS	-۰/۱۵۷	۰/۶۲۷	۰/۱۰۵	۰/۴۲۹
PH	۰/۱۱۰	۰/۴۹۱	۰/۸۳۱	۰/۹۴۴
APL	-۰/۰۹۷	۰/۳۱۶	۰/۸۲۳	۰/۷۸۶
FRP	۰/۹۴۸	۰/۰۴۳	-۰/۱۳۰	۰/۹۱۷
RFP	-۰/۱۹۰	۰/۵۷۹	-۰/۲۵۶	۰/۴۳۷
SRP	-۰/۰۶۸	-۰/۰۶۵	۰/۸۷۹	۰/۷۸۲
	۳۱/۹۴۲	۲۸/۱۸۴	۱۹/۱۴۹	-----
درصد تجمعی واریانس	۳۱/۹۴۲	۶۰/۱۲۶	۷۹/۲۷۵	-----



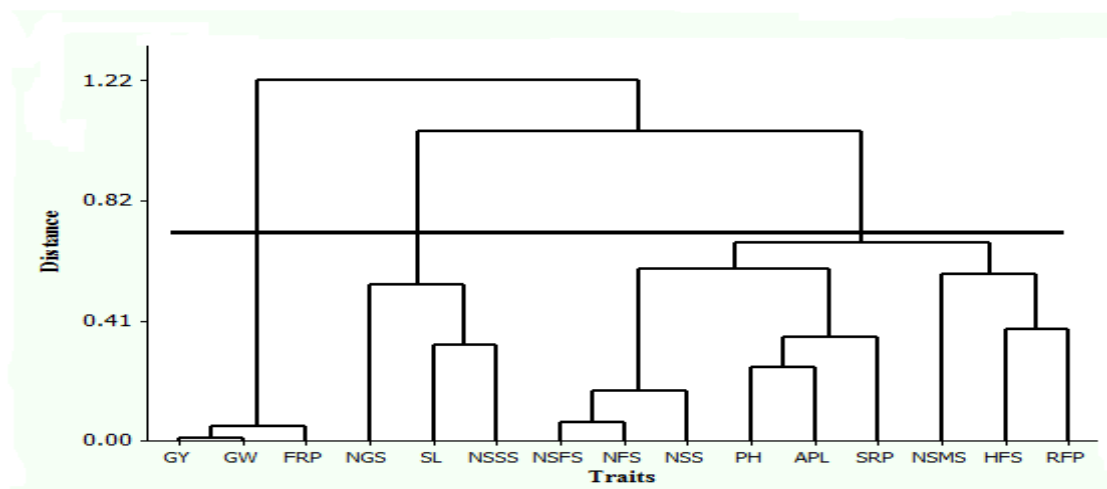
شکل ۲- نمودار بای پلات حاصل از دو عامل اول و دوم برای گروه‌بندی صفات مورد مطالعه

دانه در خورجین، طول خورجین و تعداد خورجین در ساقه‌های فرعی درجه دوم که اثر مستقیم آنها بر عملکرد دانه منفی بود (جدول ۴، شکل ۱)، باعث می‌شود که مواد پرورده بیشتری در زمان پر شدن دانه‌ها به آنها رسیده و منجر به بزرگ تر و درشت تر شدن دانه‌ها و افزایش وزن آنها شود و در نهایت از این طریق می‌توان در راه تولید ارقام پرمحصول کلزا بویژه برای کاشت در شالیزارها پس از برداشت برنج گام موثری برداشت.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از ضرایب همبستگی ساده، رگرسیون گام به گام، تجزیه علیت، تجزیه عامل‌ها و تجزیه خوشه‌ای به منظور گروه‌بندی صفات و شناسایی صفات موثر بر عملکرد دانه در کلزا مطابقت زیادی داشت، به طوری که تمامی نتایج حاکی از اثر بالا و مثبت وزن هزار دانه و طول دوره گلدهی تا رسیدگی و اثر منفی تعداد خورجین بر عملکرد دانه، تعداد دانه در خورجین و طول خورجین بود. بنابراین جهت دستیابی به عملکرد دانه بالا در کلزا لازم است که گزینش برای صفاتی نظیر وزن هزار دانه، طول دوره رسیدگی، تعداد دانه در خورجین، طول خورجین و تعداد خورجین به ویژه در ساقه‌های فرعی به طور همزمان انجام گیرد تا به نتایج مطلوب دست یافت و در تولید ارقام پرمحصول کلزا گام موثری برداشت.

این دو عامل به خوبی توانستند صفات مورد مطالعه را در سه گروه قرار دهند. بر این اساس، عملکرد دانه به همراه صفات وزن هزار دانه و طول دوره روزت تا گلدهی در یک گروه و همبستگی و روند تغییرات مشابهی داشتند؛ همچنین صفات تعداد دانه در خورجین، طول خورجین و تعداد خورجین در ساقه‌های فرعی درجه دوم نیز در گروه دوم قرار گرفتند و روند تغییرات مشابهی داشتند. سایر صفات مورد مطالعه نیز در گروه سوم قرار گرفتند. بنابراین نتایج بای‌پلات نیز موید این نکته بود که وزن هزار دانه بیشترین تاثیر را روی عملکرد دانه دارد و می‌توان با افزایش آن، عملکرد دانه را در ارقام کلزا اصلاح نمود. برای شناسایی صفات موثر بر عملکرد دانه و انتخاب معیارهای مناسب گزینش برای اصلاح آن، از تجزیه خوشه‌ای نیز استفاده شد. اگرچه از تجزیه خوشه‌ای عموماً برای گروه‌بندی افراد یا ژنوتیپ‌ها استفاده شده است؛ اما می‌توان از این تجزیه برای گروه‌بندی صفات نیز استفاده نمود (رومسبرگ^۱، ۱۹۸۴). نمودار تجزیه خوشه‌ای با روش UPGMA با استفاده از معیار فاصله اقلیدسی در شکل ۳ ارائه شده است. با برش دندروگرام از فاصله ۰/۷، صفات مورد مطالعه به سه خوشه تقسیم شدند. در خوشه اول صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه و طول دوره گلدهی تا رسیدگی، در خوشه دوم تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در شاخه فرعی درجه دوم و طول خورجین و بقیه صفات در خوشه سوم قرار گرفتند. مقایسه گروه‌بندی صفات بر اساس تجزیه خوشه‌ای و بای‌پلات حاصل از تجزیه به عامل‌ها، مطابقت کامل این دو نوع تجزیه را نشان داد و حاکی از این بود که با گزینش صفات موجود در گروه اول و افزایش ارزش این صفات می‌توان به طور غیرمستقیم عملکرد دانه را افزایش داد. همچنین گزینش منفی بر روی صفات خوشه دوم در مرحله بعد می‌تواند منجر به تولید ارقام پرمحصول شود؛ زیرا کاهش تعداد



شکل ۳- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای با استفاده از روش UPGMA به منظور گروه‌بندی صفات مورد مطالعه در کلزا

منابع

۱. برادران، ر.، مجیدی هروان، ا.، درویش، ف. و عزیزی، م. ۱۳۸۵. بررسی روابط همبستگی و تجزیه ضرایب مسیر مابین عملکرد و اجزای عملکرد در کلزا (*Brassica napus* L.). علوم کشاورزی، ۱۲ (۴): ۸۱۱-۸۱۹.
۲. بهرام، ر. و فرجی، ا. ۱۳۸۱. تجزیه مرکب ارقام کلزا و بررسی روابط صفات موثر در عملکرد به روش رگرسیون چند متغیره و تجزیه علیت. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، ۲-۴ شهریورماه، صص ۴۵۲-۴۵۳.
۳. بیات، م.، ربیعی، ب.، ربیعی، م. و مومنی، ع. ۱۳۸۷. ارزیابی روابط بین عملکرد دانه و صفات مهم زراعی کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۲ (۴۵): ۴۷۵-۴۸۷.
۴. رامته، و.، رضایی، ع. و سعیدی، ق. ۱۳۸۱. تجزیه به عامل‌ها برای خصوصیات کمی و کیفی در کلزا، چکیده مقالات هفتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران کرج. موسسه تحقیقات و تهیه نهال و بذر کرج، ۲-۴ شهریور ماه، صص ۳۸۹-۳۹۰.
۵. سلیمان‌زاده، ح.، لطیفی، ن. و سلطانی، ا. ۱۳۸۶. ارتباط فنولوژی و صفات فیزیولوژیک با عملکرد دانه در ارقام مختلف کلزا تحت شرایط دیم (*Brassica napus* L.). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۴ (۵): ۶۷-۷۶.

۶. عباس دخت، ح. و رمضانپور، س. ۱۳۸۱. تجزیه به عامل‌ها در ارقام پاییزه کلزا (*Brassica napus* L.). چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، ۲-۴ شهریورماه، ص ۴۲۲.

۷. عزیزی، م.، سلطانی، ا. و خاوری، س. ۱۳۷۸. کلزا (فیزیولوژی، زراعت، به نژادی، تکنولوژی زیستی) (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد؛ مشهد، ۲۳۰ ص.

۸. فنایی، ح.ر.، قنبری بنجار، ا.، اکبری مقدم، ح.، سلوکی، م. و ناروئی راد، م.ر. ۱۳۸۷. ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات زراعی ژنوتیپ‌های بهره کلزا در منطقه سیستان. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، ۷۹: ۳۶-۴۴.

۹. هاشمی، آ.س. و نعمت‌زاده، ق. ۱۳۸۷. مطالعه همبستگی و تجزیه علیت عملکرد و اجزای عملکرد در کلزا. دهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج، ۲۸-۳۰ مردادماه. ص ۱۷۰.

10. Akbar, M., Saleem, U., Tahira, M., Yagut, M., and Iqbal, N. 2007. Utilization of genetic variability, correlation and path analysis for seed yield improvement in mustard, *Brassica juncea*. Journal of Agricultural Research, 45(1): 25-31.
11. Ali, N., Javidfar, F., Elmira, J.Y., and Mirza, M.Y. 2003. Relationship among yield components and selection criteria for yield improvement in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). Pakistan Journal of Botany, 35(2):167-174.
12. Arbuckle, J.L. 2010. Amos 16.0 User's Guide. Amos Development Corporation, Crawfordville, FL, U.S.A., 656 p.
13. Basalma, D. 2008. The correlation and path analysis of yield and yield components of different winter rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 4(2): 120-125.
14. Eslam, B.P. 2009. Evaluation of physiological indices, yield and its components as screening techniques for water deficit tolerance in oilseed rape cultivars. Journal of Agricultural Science and Technology, 11 (4): 413-422.
15. Habekotte, B. 1993. Quantitative analysis of pod formation, seed set and seed filling in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) under field crop conditions. Field Crops Research, 35: 27-33.
16. Hakan-ozler, E.O., and Unsal, D. 1999. Relationships between yield and yield components on currently improved spring rapeseed cultivars. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23: 603- 607.
17. Marjanovic-Jeromela, A., Marinkovic, R., Mijic, A., Zdunic, Z., Ivanovska, S., and Jankulovska, M. 2008. Correlation and path analysis of quantitative traits in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). Agriculturae Conspectus Scientificus, 73 (1): 13-18.

18. Romesburg, H.C. 1984. Cluster analysis for researchers. Lifetime Learning Publications Belmont, California, a division of Wadsworth, Inc., 334 p.
19. SAS Institute. 2002. The SAS system for Windows. Release 9.0. SAS Institute, Cary, NC. USA. 193 p.
20. SPSS Institute Inc. 2010. IBM SPSS Statistics 19 Core System User's Guide. SPSS Inc., an IBM Company Headquarters, USA. 444 p.
21. Tuncturk, M., and Ciftci, V. 2007. Relationships between yield and some yield components in rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars by using correlation and path analysis. Pakistan Journal of Botany, 39(1): 81-84.