بررسی تنوع و ارزیابی روابط بین عملکرد و اجزای عملکرد کلزا به روش‌های چندمتغیره

بهنام روستاباغی[۱]، حمید دهقانی[۱*]، بهرام علیزاده[۲] و ناصر صباغ‌نیا[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۶/۲۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۲/۲۶)

چکیده

استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره در بررسی صفات مختلف ژنوتیپ‌های گوناگون منجر به مشخص شدن ابعاد متفاوت صفات گیاهان زراعی شده است. به منظور مطالعه تنوع و ارتباط بین عملکرد و اجزای عملکرد دانه کلزا، روی ۳۶ ژنوتیپ کلزا در قالب طرح لاتیس ساده ۶ × ۶ دو تکرار به‌کار گرفته شد. نتایج تجزیه واریانس اولیه نشان داد که می‌توان تجزیه و تحلیل را به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی ادامه داد. در مجموع، ۱۳ صفت مربوط به اجزای عملکرد و عملکرد دانه در این تحقیق مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از تجزیه داده‌ها نشان داد که از نظر بسیاری صفات مورد بررسی، تنوع قابل توجهی بین ژنوتیپ‌ها وجود داشت. عملکرد دانه کلزا دارای همبستگی مثبتی با وزن هزار دانه، شاخص برداشت، تعداد شاخه فرعی در بوته و طول دوره رسیدگی بود. در رگرسیون گام به گام عملکرد با سایر صفات، وزن هزار دانه و پایان گل‌دهی بیشترین تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. نتایج به‌دست آمده از تجزیه علیت نیز نشان داد که صفات وزن هزار دانه و پایان گل‌دهی اثر مستقیم قابل توجهی بر عملکرد دانه دارند. تجزیه خوشه‌ای و استفاده از تجزیه واریانس چند متغیره نیز ژنوتیپ‌ها را به ۵ خوشه متفاوت تقسیم کرد. به‌طوری‌که براساس عملکرد دانه و ورن هزار دانه، ژنوتیپ‌های موجود در خوشه پنجم و براساس بیشترین تعداد خورجین در بوته، ژنوتیپ‌های خوشه سوم مورد توجه قرار گرفتند. به‌طورکلی، مهم‌ترین صفت تأثیرگذار بر عملکرد دانه کلزا، وزن هزار دانه بود که می‌تواند برای انتخاب غیرمستقیم عملکرد دانه در نسل‌های در حال تفرق مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، تجزیه علیت، رگرسیون گام به گام، همبستگی ساده

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۲. بخش دانه‌های روغنی، مؤسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

۳ گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: dehghanr@modares.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.6.6]

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) به‌عنوان یک گیاه روغنی و جایگاه بالای آن در بین سایر دانه‌های روغنی از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. به این دانه روغنی از این جهت کانولا گفته می‌شود که کولتیوارهای آن دارای اسید اروسیک و گلوکوسینولات کم می‌باشند. عملکرد کلزا، مشابه سایر گیاهان زراعی، یک صفت کمی است و دارای اجزایی است که ارتباط تنگاتنگی با آن دارند. با توجه به وراثت کمتر عملکرد دانه در مقایسه با اجزای آن، گزینش بر مبنای این اجزا در نسل‌های در حال تفکیک مفیدتر از گزینش برای عملکرد دانه است (۹). در تعیین عملکرد، علاوه بر ژنوتیپ و محیط، اثر متقابل این دو عامل نیز حائز اهمیت است. اگرچه بخش اعظم تغییرات مشاهده شده در بین ژنوتیپ‌ها (تا ۸۰٪) ناشی از محیط است، ولی این منبع قابل کنترل نبوده و محقق بایستی روی تغییرات ژنوتیپی تکیه کند. لذا پیشرفت‌های اصلاح نباتات در زمینه افزایش عملکرد و هر صفت کمی بطئی و کند است. تورلینگ (۱۸) اظهار داشت در صورتی‌که اثر تعداد غلاف در بوته در کلزا ثابت نگه داشته شود، تعداد دانه در غلاف تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد دانه نشان می‌دهد. در تحقیق دیگری، گزارش شد که با افزایش تعداد غلاف در گیاه، تعداد دانه در غلاف افزایش یافته ولی وزن هزار دانه کاهش می‌یابد و همبستگی منفی و کمی بین تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه وجود داشت (۴). از آنجایی‌که روابط همبستگی ساده ممکن است اطلاعات کاملی از ارتباط بین صفات مختلف را ارایه نکند و با توجه به مزایای زیاد تجزیه‌های آماری چندمتغیره، از این روش‌های چند متغیره برای درک عمیق ساختار داده‌ها استفاده می‌گردد (۱۴).

استفاده از رگرسیون گام به گام در کلزا نشان داد که پنج صفت شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، درصد روغن و تعداد گره در ساقه در مدل رگرسیونی قرار گرفته و عملکرد دانه کلزا را توجیه نمودند (۱). در مطالعه مذکور، صفت تعداد غلاف در بوته با ضریب تبیین ۰/۴۱ به تنهایی بخش عمده‌ای از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرد. در مطالعات مشابهی، تجزیه رگرسیون گام به گام نشان داد که دو صفت تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف نقش تعیین‌کننده و مهمی در توجیه عملکرد دانه دارند (۹ و ۱۵). مطالعات مختلف برای بررسی عملکرد و اجزای عملکرد کلزا نشان داده است که وزن هزار دانه (۱۲ و ۱۸)، تعداد خورجین در بوته (۹ و ۱۶)، تعداد دانه در غلاف (۱۹) و ارتفاع بوته (۱۱ و ۱۹) نقش قابل توجهی در عملکرد دانه کلزا دارند. مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه در کلزا شامل تعداد بوته در واحد سطح، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه می‌باشند (۴ و ۶). هم‌چنین صفاتی از قبیل شاخص برداشت، ارتفاع بوته، قطر ساقه، طول خورجین، تعداد خورجین ساقه اصلی و طول خورجین نیز در افزایش یا کاهش عملکرد دانه کلزا مؤثر می‌باشند (۶ و ۱۸). کشور ما از سالیان گذشته درصدد استفاده از گیاه کلزا برای تأمین نیازهای داخلی بوده است. از این‌رو اجرای برنامه‌های اصلاحی با توجه به شرایط اقلیمی و ژنوتیپ‌های سازگار ضروری است. لذا اطلاع از ویژگی‌های این ژنوتیپ‌ها، شباهت‌ها و تفاوت‌های صفات آنها برای نیل به یک هدف اصلاحی موفق مفید خواهد بود. هدف از این تحقیق به‌کارگیری روش‌های آماری مختلف برای بررسی اهمیت نسبی اجزای عملکرد دانه و صفات رشدی در تعیین عملکرد دانه و نیز شناخت ژنوتیپ‌های کلزا با عملکرد زیاد، جهت استفاده در برنامه‌های به‌نژادی برای افزایش میزان عملکرد در واحد سطح بود.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، ارقام پاییزه کلزا، شامل ۲ رقم داخلی طلایی و زرفام، ۶ رقم خارجی Okapi، Orient، Opera، Modena، Fornax و Colvert و ۲۸ هیبرید حاصل از تلاقی یک‌طرفه آنها، در سال زراعی ۸۲-۱۳۸۱ در قالب طرح لاتیس ساده ۶ × ۶ در دو تکرار در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس مورد ارزیابی قرار گرفتند. عملیات تهیه زمین

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.6.6]

شامل شخم، دیسک و کودپاشی به میزان ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار و ۱۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم براساس آزمایش تجزیه خاک قبل از کاشت بود. کشت به‌صورت هیرم‌کاری انجام شد. حدود ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار نیز در زمان آغاز ساقه‌روی مصرف گردید. هر کرت متشکل از ۴ پشته ۲ متری به فاصله پشته‌های ۶۰ سانتی‌متر بود. مبارزه با علف‌های هرز با دست انجام شد. آبیاری به‌صورت نشتی و با کمک سیفون طی پنج نوبت به‌ترتیب در مراحل کاشت، روزت، شروع گل‌دهی، تشکیل خورجین و توسعه دانه انجام شد. در طول دوره رشد، صفاتی از قبیل تعداد روز تا شروع گل‌دهی، تعداد روز تا خاتمه گل‌دهی، طول دوره رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، ارتفاع اولین شاخه فرعی، ارتفاع اولین خورجین از زمین، قطر ساقه و وزن هزار دانه برای ۱۰ بوته رقابت کننده که به‌صورت تصادفی از دو پشته میانی با حذف اثر حاشیه‌ها انتخاب شده بودند، اندازه‌گیری شد. برداشت محصول در هر کرت از دو پشته میانی برای حذف اثر حاشیه به‌طور دستی انجام شد.

محصول برداشت شده توسط کمباین خرمنکوبی و پس از حذف کاه و کلش در کیسه‌هایی به‌صورت جداگانه برای انجام اندازه‌گیری صفات عملکرد دانه و درصد روغن جمع‌آوری گردید. نرمال بودن داده‌های حاصل با استفاده از آزمون کلموگروف- اسمیرنوف با نرم‌افزار SPSS بررسی شده و تجزیه واریانس براساس طرح لاتیس ساده با رویه PROC LATTICE نرم‌افزار SAS انجام گردید. نتایج طرح لاتیس ساده نشان داد که کارایی این طرح نسبت به طرح بلوک‌های کامل تصادفی بیش از ۱۰۵٪ نبود. لذا تجزیه واریانس براساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی ادامه یافت. برای میانگین داده‌های به‌دست آمده از عملکرد و سایر صفات، همبستگی‌های ساده محاسبه و رگرسیون گام به گام، تجزیه علیت و تجزیه خوشه‌ای با استفاده از نرم‌افزارهای Minitab، SPSS و Excel انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی براساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی (جدول ۱) نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر صفات تعداد روز تا شروع گل‌دهی، تعداد روز تا پایان گل‌دهی، ارتفاع بوته، طول ساقه اصلی، تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ و از نظر صفات طول دوره رسیدگی، قطر ساقه و تعداد شاخه فرعی در بوته در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بودند که نشان‌دهنده وجود تنوع مناسب و قابل توجه در بین ژنوتیپ‌ها بود. برخی آماره‌های توصیفی شامل میانگین، حداقل، حداکثر، انحراف معیار و ضریب تغییرات فنوتیپی صفات اندازه‌گیری شده در جدول ۲ ارایه شده است. بیشترین ضریب تغییرات فنوتیپی مربوط به صفت تعداد دانه در غلاف بود. هم‌چنین کمترین میزان ضریب تغییرات فنوتیپی و دامنه تغییرات ژنوتیپ‌ها مربوط به درصد روغن بود که نشان‌دهنده کمترین درصد تنوع مشاهده شده بین صفات بود. میانگین عملکرد ۲۸۳۰/۹۶ کیلوگرم در هکتار با دامنه تغییرات زیاد محاسبه گردید. وجود تنوع ژنتیکی مناسب در بین مواد گیاهی مورد مطالعه می‌تواند اصلاح‌گر را در کشف روابط بین صفات یاری کرده و کارایی انتخاب را نیز بالا ببرد (۶ و ۱۵).

ضرایب همبستگی ساده بین صفات مختلف در جدول ۳ درج شده است. ضریب همبستگی ساده عملکرد دانه و صفات وزن هزار دانه (۰/۷۷۷)، شاخص برداشت (۵۷۶/) و ارتفاع بوته (۰/۵۵۳-) در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. ولی رابطه عملکرد دانه با تعداد شاخه فرعی در بوته (۰/۳۶۱)، پایان گلدهی (۰/۳۲۹-) و طول دوره رسیدگی (۰/۳۸۱) در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار گردید. طی یک تحقیق روی عملکرد ۱۵ رقم کلزای پاییزه، برادران و همکاران (۱) گزارش کردند که ضریب همبستگی ساده عملکرد دانه با صفات تعداد غلاف در بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، عملکرد بیولوژیک و درصد روغن معنی‌دار است. در یک آزمایش دوساله کلزا نیز عنوان شد که عملکرد دانه در سال اول با تعداد شاخه فرعی در بوته و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.6.6]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.6.6] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-30]

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های کلزا

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد روغن	شاخص برداشت	وزن هزار دانه	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف	عملکرد دانه	ارتفاع بوته	طول دوره رسیدگی	پایان دهی‌گل	شروع دهی‌گل	تعداد شاخه فرعی	قطر ساقه	طول ساقه اصلی
تکرار	۱	۰/۰۰۲	۰/۰۱۱	۰/۰۰۴	۲۲	۵/۶۱۱	۸۷۳۲۹۲۵/۹۷	۲۷/۷۵۱	۲۳/۳۴	۲۰/۰۵۶	۳۰/۶۸	۲/۸۴	۰/۰۱۳	۱/۲۵۳
ژنوتیپ	۳۵	۲/۳۴۷ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۳۲ **	۳۵/۶۳ ns	۷۵۹/۰۴**	۱۱۵۸۵۶۱/۲ **	۷۱۸/۴ **	۳۳/۴۶ *	۲۲۸/۱۳ **	۱۵۵/۵۴ **	۱/۲۲ *	۰/۰۸ *	۲۸/۹۶ **
خطا	۳۵	۱/۸۴	۰/۰۰۲	۰/۰۵۸	۳۲/۵۲	۲۹۵/۶۴	۲۵۳۷۹۸/۵۷	۱۳۲/۸۳	۱۷/۱۲	۵۰/۲۸۴	۱۶/۰۵۲	۰/۶۷۸	۰/۰۳۹	۸/۲۱

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

جدول ۲. برخی آماره‌های توصیفی صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های کلزا

صفات	میانگین	ضریب تغییرات	انحراف معیار	حداکثر	حداقل
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	۲۸۳۰/۹	۱۷/۸	۵۰۲/۸	۵۰۳۷/۹	۱۱۳۷
تعداد غلاف در بوته	۶۸/۷	۲۵	۱۷/۲	۱۲۱/۲	۲۳/۴
تعداد دانه در غلاف	۱۶/۱	۲۵/۲	۴/۷۴	۳۱/۳۶	۵/۸۲
وزن هزار دانه (گرم)	۴/۱۳	۸/۵	۰/۲۴	۵/۰۱	۳/۰۶
شاخص برداشت	۰/۲۵	۱۷/۹	۰/۰۴	۰/۳۶	۰/۱۳
درصد روغن	۴۱/۹	۲/۲	۱/۳۵	۴۴/۵	۳۷/۷
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	۱۰۷/۸	۱۰/۷	۱۱/۰۸	۱۶۹/۱	۷۱/۶
طول ساقه اصلی (سانتی‌متر)	۳۲/۷	۸/۸	۲/۸۶	۴۰/۲	۲۱/۵
قطر ساقه (سانتی‌متر)	۱/۱۴	۱۷/۲	۰/۱۷	۲/۶۹	۰/۹۶
تعداد شاخه فرعی	۴/۲۸	۱۹/۲	۰/۸۲	۷/۲	۲/۷
تعداد روز تا آغاز گل‌دهی	۸۴	۴/۸	۴/۰۶	۱۰۱	۶۰
تعداد روز تا پایان گل‌دهی	۱۰۸	۶/۶	۷/۰۹	۱۲۶	۷۴
طول دوره رسیدگی	۲۴	۱۷/۱	۴/۱۳	۵۲	۱۰

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.6.6] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-30]

جدول ۳. ضرایب همبستگی ساده صفات مورد بررسی برای ژنوتیپ‌های کلزا

صفات	تعداد روز تا پایان گل‌دهی	تعداد روز تا آغاز گل‌دهی	تعداد شاخه فرعی	قطر ساقه (سانتی‌متر)	طول ساقه اصلی (سانتی‌متر)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	درصد روغن	شاخص برداشت	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
تعداد غلاف در بوته												۰/۲۱*
تعداد دانه در غلاف												۰/۰۴
وزن هزار دانه										۰/۱۰	۰/۲۲	۰/۷۸
شاخص برداشت									۰/۴۳	۰/۰۶	-۰/۲۱	۰/۵۸
درصد روغن								-۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۰۶	-۰/۰۵
ارتفاع بوته							-۰/۲۸	-۰/۲۹	-۰/۵۱	۰/۰۲	-۰/۰۷	-۰/۵۵
طول ساقه اصلی						-۰/۱۲	-۰/۰۷	-۰/۰۶	۰/۴۳	۰/۴۶	۰/۱۴	۰/۲۱
قطر ساقه					۰/۴۷	۰/۲۰	-۰/۲۸	۰/۱۵	-۰/۰۳	-۰/۱۲	-۰/۲۳	۰/۴۱
تعداد شاخه فرعی در بوته				۰/۰۹	۰/۱۶	۰/۰۱	-۰/۱۹	۰/۰۱	۰/۳۶	-۰/۴۲	۰/۷۶	۰/۳۶
تعداد روز تا آغاز گل‌دهی			۰/۱۲	-۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۷۳	-۰/۱۳	-۰/۳۹	-۰/۴۰	۰/۰۱	۰/۰۶	-۰/۵۲
تعداد روز تا پایان گل‌دهی		۰/۸۲	۰/۲۶	-۰/۱۶	۰/۳۷	۰/۵۳	-۰/۱۳	-۰/۳۰	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۱۱	-۰/۳۳
طول دوره رسیدگی	-۰/۳۳	-۰/۳۰	۰/۳۱	۰/۲۶	-۰/۲۱	-۰/۱۶	-۰/۳۷	۰/۴۴	۰/۲۶	-۰/۱۴	۰/۲۴	۰/۳۸

*: هم‌بستگی‌های معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ و با درجه آزادی ۳۴ به‌ترتیب برابر ۰/۳۳ و ۰/۴۲ می‌باشند.

جدول ۴. رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به‌عنوان متغیرهای مستقل برای ژنوتیپ‌های کلزا

آماره F	انحراف استاندارد	ضریب تبیین تصحیح شده	ضریب تبیین	شیب خط	صفت وارد شده به مدل
۵۱/۸۸***	۴۸۵/۸	۰/۵۹	۰/۶۰	۱۴۲۲/۰۹	وزن هزار دانه (گرم)
۳۴/۵۷***	۴۴۵/۵	۰/۶۶	۰/۶۸	-۱۹/۲۸	تعداد روز تا پایان گل‌دهی

***: معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۱٪

جدول۵. نتایج تجزیه علیت برای عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های کلزا

همبستگی با عملکرد دانه	اثر غیرمستقیم از طریق		اثر مستقیم صفت	صفات وارد شده در مدل
	پایان گل‌دهی	وزن هزار دانه		
۰/۷۷۷	۰/۰۲۰	.....	۰/۷۵۷	وزن هزار دانه (گرم)
-۰/۳۲۹	.....	-۰/۰۵۸	-/۲۷۰	تعداد روز تا پایان گل‌دهی
			۰/۳۴۰	اثر باقیمانده

وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار بود و در سال دوم فقط با وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت (۵). همبستگی ساده ارتفاع بوته با صفات وزن هزار دانه (۰/۵۱۳-)، آغاز گل‌دهی (۰/۷۳) و پایان گل‌دهی (۰/۵۳۲) در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار به‌دست آمد. در یک مطالعه، ارتفاع بوته با قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (۱۲). همبستگی ساده شاخص برداشت با وزن هزار دانه (۰/۴۳۴)، آغاز گل‌دهی (۰/۳۹-) و طول دوره رسیدگی (۰/۴۴۲) در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. در حالی‌که در مطالعه دیگری گزارش شده که شاخص برداشت همبستگی معنی‌داری با وزن هزار دانه ندارد و با تعداد دانه در غلاف همبستگی منفی و معنی‌دار و با عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد (۱). همبستگی ساده وزن هزار دانه با شروع گل‌دهی (۰/۳۸۹-) و طول ساقه اصلی (۰/۴۳۲) در سطح احتمال ۱٪ و با تعداد شاخه فرعی در بوته (۰/۳۶) در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار به‌دست آمد.

ایوانوسکا و همکاران (۹) رابطه وزن هزار دانه را با تعداد شاخه فرعی در بوته و تعداد دانه در غلاف مثبت و معنی‌داری و با تعداد روز تا شروع گل‌دهی و تعداد روز تا خاتمه گل‌دهی منفی و معنی‌دار عنوان کردند. در این تحقیق، در بین صفات مورد بررسی، وزن هزار دانه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین صفات درگیر در عملکرد دانه شناسایی گردید که این امر در مطالعات دیگر نیز تأیید شده است (۵، ۶، ۱۲ و ۲۰). انجام رگرسیون گام به گام عملکرد دانه در مقابل سایر صفات نشان داد که صفت وزن هزار دانه با ضریب تبیین ۰/۶۰۴ به تنهایی بخش عمده‌ای از تغییرات مدل رگرسیونی را توجیه می‌کند. دیگر صفت وارده شده در مدل، صفت پایان دوره گل‌دهی با ضریب تبیین ۰/۰۷۳ بود. مدل رگرسیونی با ضریب تبیین ۰/۶۷۷ بهترین مدل برای توصیف رابطه بین صفات فوق می‌باشد (جدول ۴). با توجه به اهمیت صفات و نتایج حاصل از رگرسیون گام به گام، دو صفت انتخاب شده در تجزیه علیت مورد استفاده قرار گرفتند (جدول ۵). صفت وزن هزار دانه بیشترین اثر مستقیم مثبت (۰/۷۵۷) و صفت پایان گل‌دهی بیشترین اثر مستقیم منفی (۰/۲۷-) روی عملکرد دانه نشان دادند. وزن هزار دانه با داشتن بیشترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه دارای اثر غیرمستقیم مثبت از طریق پایان گل‌دهی (۰/۰۲) می‌باشد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.6.6]

جدول۶. نتایج تجزیه چندمتغیره و آماره‌های مربوطه در ژنوتیپ‌های کلزا

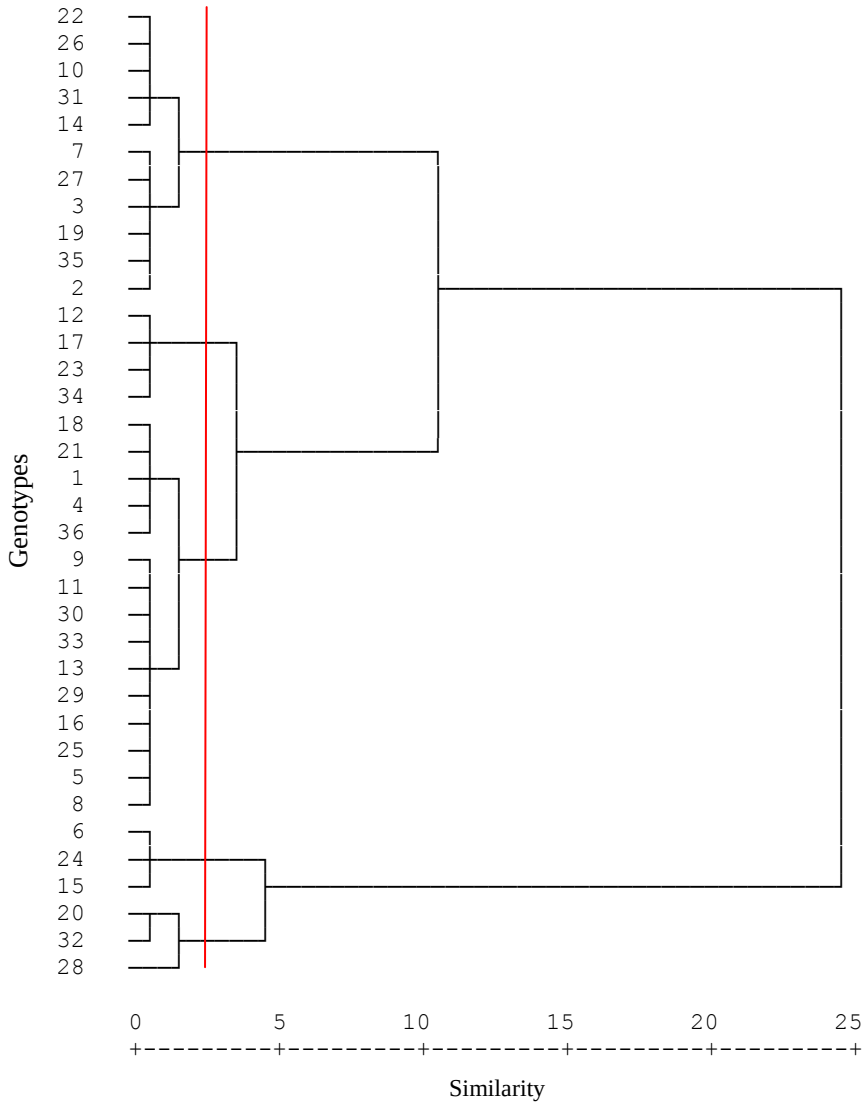
آزمون‌های چندمتغیره	آماره آزمون	آماره F	آماره آزمون	آماره F
	دو کلاستر		سه کلاستر	
اثر پیلا	۲/۱۸	۱/۲۷^{ns}	۰/۷۱	۲/۶۴*
لامبدای ویلک	۰/۰۱	۲/۵۵*	۰/۲۹	۲/۶۴*
اثر هتلینگ	۴۰/۳۱	۸/۰۰**	۲/۴۹	۲/۶۴*
بزرگ‌ترین ریشه روی	۳۸/۰۶	۴۰/۳۰**	۲/۴۹	۲/۶۴*
	چهار کلاستر		پنج کلاستر	
اثر پیلا	۱/۴۴	۲/۷۲*	۲/۱۷	۳/۰۶**
لامبدای ویلک	۰/۰۴	۳/۸۷**	۰/۲۰	۴/۱۱**
اثر هتلینگ	۱۱/۲۸	۵/۳۱**	۲۰/۴۲	۷/۹۸**
بزرگ‌ترین ریشه روی	۱۰/۱۶	۱۰/۷۶**	۲۸/۷۳	۳۰/۴۲**
	هشت کلاستر		کل کلاسترها	
اثر پیلا	۱/۴۵	۲/۲۱*	۱/۵۵	۱/۹۴^{ns}
لامبدای ویلک	۰/۱۱	۳/۰۲**	۰/۱۵	۲/۱۶*
اثر هتلینگ	۱۸/۰۳	۵/۳۲**	۱۹/۴۰	۵/۳۱**
بزرگ‌ترین ریشه روی	۱۶/۹۰	۱۷/۹۰**	۲۱/۲۸	۲۱/۴۵**

لذا سبب همبستگی مثبت و معنی‌دار بالایی با عملکرد گردیده است. نتایج حاصل مشابه با نتایج آزمایش‌های گوا و همکاران (۸) و صباغ‌نیا و همکاران (۱۸) بود. به‌طوری‌که آنها نیز گزارش کردند که وزن هزار دانه دارای بیشترین اثر مستقیم مثبت و آثار مثبت از طریق تعداد شاخه فرعی و شاخص برداشت بر عملکرد دانه بود. از نظر فیزیولوژیک نیز انتظار می‌رفت وزن هزار دانه دارای تأثیر مستقیم و مثبت بر عملکرد باشد. در عین حال، صفاتی از قبیل تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین بایستی اثرهای مشابهی نشان می‌دادند. ولی در این مطالعه چنین نبود. مشاهده چنین نتایج ضد و نقیضی در اکثر آزمایش‌های کشاورزی گزارش شده که ممکن است ناشی از تغییرات اقلیمی، تفاوت‌های ژنوتیپی و یا اشتباهات آزمایش باشد (۱۸). در هر حال، صفت مهم وزن هزار دانه در بیشتر مطالعات به‌عنوان یک صفت مهم و تأثیرگذار معرفی شده است که در مطالعه حاضر نیز نتیجه مشابهی به‌دست آمد.

تعداد روز تا پایان گل‌دهی نیز با داشتن اثر مستقیم منفی (۰/۲۷-) و اثر غیرمستقیم منفی از طریق وزن هزار دانه (۰/۰۵۸-) بر عملکرد دانه، همبستگی منفی با عملکرد دانه داشت که در راستای نتایج سایر محققین (۱) بود. برخی از نتایج به‌دست آمده از تجزیه علیت با نتایج آزمایش‌های سایر محققین مشابه بود (۱۵ و ۱۸). در مقابل، برخی محققین نیز گزارش کرده‌اند که صفت تعداد غلاف در بوته دارای بیشترین اثر مستقیم و اثرهای غیرمستقیم بر عملکرد دانه است و بعد از آن صفات وزن هزار دانه و تعداد بذر در غلاف دارای بیشترین اثر مستقیم و اثرهای غیرمستقیم بر عملکرد دانه می‌باشند (۱۵). تجزیه خوشه‌ای با روش نزدیک‌ترین فاصله‌ها انجام گرفت و با استفاده از تجزیه واریانس چندمتغیره براساس آماره لامبدای ویلک نقطه برش تعیین گردید. بر این اساس، ژنوتیپ‌ها به ۵ خوشه (کلاستر) تقسیم شدند (شکل ۱). نتایج اعمال روش‌های چندمتغیره و از جمله لامبدای ویلک در جدول ۶ آورده شده است که گواه صحت نقطه برش نمودار است. بیشترین آماره F در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.6.6]



شکل ۱. نمودار تجزیه خوشه‌ای در ژنوتیپ‌های کلزا

ناحیه پنج کلاستری مشاهده گردید. ژنوتیپ‌های ۲۲، ۲۶، ۱۰، ۳۱، ۱۴، ۷، ۲۷، ۳، ۱۹، ۳۵ و ۲ در کلاستر اول، ژنوتیپ‌های ۱۲، ۱۷، ۲۳ و ۳۴ در کلاستر دوم، ژنوتیپ‌های ۱۸، ۲۱، ۱، ۴، ۳۶، ۹، ۱۱، ۳۰، ۳۳، ۱۳، ۲۹، ۱۶، ۲۵، ۵ و ۸ در کلاستر سوم، ژنوتیپ‌های ۶، ۲۴ و ۱۵ در کلاستر چهارم و ژنوتیپ‌های ۲۰، ۳۲ و ۲۸ در کلاستر پنجم قرار گرفتند. در برنامه‌های به‌نژادی آینده می‌توان از ژنوتیپ‌های والد یا والدین ژنوتیپ‌هایی که در کلاسترهای جداگانه و دور از یکدیگر قرار گرفته‌اند جهت دورگ‌گیری استفاده کرد. وجود این تنوع نسبتاً گسترده در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از لحاظ صفات مورد مطالعه نشانگر وجود تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه بود که امکان یافتن هیبریدهای مورد نظر را فراهم می‌آورد. بنابراین ژنوتیپ ۳۴ که ژنوتیپ والدی در کلاستر دوم است، می‌تواند با سایر ژنوتیپ‌های والدی در سایر کلاسترها در تلاقی شرکت کند. هم‌چنین ژنوتیپ‌های والدی ۲۷، ۳۱ و ۲۲ واقع در کلاستر اول می‌توانند با ژنوتیپ‌های والدی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.6.6]

کلاستر سوم ۱، ۳۶، ۹ و ۱۶ کـه بیـشترین فاصـله را از ایـن ژنوتیپ‌ها دارند تلاقـی یابنـد. ماهاسـی و کامونـدیا (۱۳) در بررسـی تجزیـه خوشـه‌ای روی ۱۷ ژنوتیـپ کلـزا در کنیـا دریافتنـد کـه روش تجزیـه خوشـه‌ای روش مناسـبی بـرای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بود. به‌طوری‌که توانایی تفکیک ارقـامی با منشأ اروپایی و کانادایی را داشـت. بـه نظـر مـی‌رسـد کـه تجزیه خوشه‌ای انجام شده در این تحقیق نیز مناسب بـوده و توانست تنوع موجود در بین ارقـام را نـشان دهـد. براسـاس عملکرد دانه، ژنوتیپ‌های ۲۰، ۳۲ و ۲۸ موجـود در کلاسـتر پنجم واجد بیشترین میانگین عملکـرد دانـه و بیـشترین وزن هزار دانه بودند. در حالی‌که ژنوتیپ‌های کلاسـتر سـوم دارای بیشترین تعداد خورجین در بوتـه و ژنوتیـپ‌هـای کلاسـتر اول دارای طویل‌ترین خورجین بودند.

در ضـرایب همبـستگی سـاده، وزن هـزار دانـه بیـشترین همبـستگی را بـا عملکـرد دانـه (۰/۷۷۷) داشـت. در روش رگرسیون گام به گام نیز این صفت بیـشترین ضـریب تبیـین (R^2= ۰/۶۰۴) را در مدل چندمتغیره داشت. نتـایج حاصـل از تجزیه علیت نشان داد که افزایش عملکرد دانه عمدتاً در اثـر افزایش وزن هزار دانه و کاهش مدت زمـان پایـان گـل‌دهـی می‌باشد. با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان اظهار داشـت که در شرایط عادی، برای گزینش غیرمـستقیم عملکـرد دانـه کلزا و گزینش ژنوتیپ‌های برتر می‌توان از صفت وزن هـزار دانه نیز اقدام نمود. با توجه بـه وراثـت‌پـذیری نـسبتاً بـالای صفت وزن هزار دانـه (۲) توصـیه مـی‌گـردد در برنامـه‌هـای اصلاحی آتی برای تعریف شاخص گزینش به منظور افزایش عملکرد دانه کلزا، از این صفت استفاده گردد.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی، نتایج حاصل از همبستگی‌هـای سـاده، رگرسـیون گام به گام و تجزیه علیت مؤید یکدیگر بودند. بـه‌طـوری‌کـه

منابع مورد استفاده

1. Baradaran, R., E. Majidi, F. Darvish and M. Azizi. 2006. Study of correlation relationships and path coefficient analysis between yield and yield components in rapeseed (*Brassica napus* L.). *Journal of Agricultural Sciences* 12: 811-819.
2. Brandle, J. K. and P. B. E. Mcvetty. 1989. Heterosis and combining ability in hybrids derived from oilseed rape cultivars and inbred lines. *Crop Science* 29: 1191-1195.
3. Buzzo, G. C. 1995. Plant Breeding. PP. 153-175. *In:* Kimber, D. S. and D. I. McGregor (Eds.), *Brassica* Oilseed: Production and Utilization. CAB Intl., UK.
4. Clark, J. M. and G. M. Simpson. 1978. Growth analysis of *Brassica napus*. *Canadian Journal of Plant Science* 58: 587-597.
5. Dehghani, H., H. Omidi and N. Sabaghnia. 2008. Graphic analysis of relation of rapeseed using the biplot method. *Agronomy Journal* 100: 1443-1449.
6. Diepenbrock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Field Crops Research* 67: 35-49.
7. Engqvist, M. G. and H. C. Becker. 1993. Correlation studies for agronomic characters in segregating families of spring oilseed rape *Brassica napus*. *Hereditas* 118: 211-216.
8. Guo, J. C., X. X. Guo and R. H. Liu. 1987. A study of correlations between yield components in mutants of *Brassica napus* L. *Oil Crops of China* 2: 23-25.
9. Ivanovska, S., C. Stojkovski, Z. Dimov, A. Marjanovic-Jeromela, M. Jankulovska and L. Jankuloski. 2007. Interrelationship between yield and yield related traits of spring canola (*Brassica napus* L.) genotypes. *Genetika* 39: 325-332.
10. Kandil, A. A. 1983. Effect of seeding date on yield, yield components and some agronomic characters of oil seed rape (*Brassica napus* L.). Proceedings of the 6th International Rapeseed Congress, Paris, pp. 779-784.
11. Khan, F. A., S. Ali, A. Shakeel, A. Saeed and G. Abbas. 2006. Correlation analysis of some quantitative characters in *Brassica napus* L. *Journal of Agricultural Research* 44: 7-14.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.6.6]

12. Leilah, A. A. and S. A. Al-Khateeb. 2005. Yield analysis of canola (*Brassica napus* L.) using some statistical procedures. *Saudi Journal of Biological Sciences* 12: 103-112.
13. Mahasi, M. J. and J. W. Kamundia. 2007. Cluster analysis in rapeseed (*Brassica napus* L.). *African Journal of Agriculture Research* 2: 409-411.
14. Manly, B. F. J. 2004. Multivariate Statistical Methods a Primer. 3rd ed., Chapman & Hall/CRC Inc., 226 p.
15. Murat, T. and C. Vahdettin. 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: 81-84.
16. Olsson, G. 1960. Some relations between number of seeds per pod, seed size and oil content and the effects of selection for these characters in *Brassica* and *Sinapsis*. *Hereditas* 46: 27-70.
17. Ozer, H., E. Oral and U. Dogru. 1999. Relationship between yield and yield components on currently improved spring rapeseed cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 23: 603-607.
18. Sabaghnia, N., H. Dehghani, B. Alizadeh and M. Moghaddam. 2010. Interrelationships between seed yield and 20 related traits of 49 canola (*Brassica napus* L.) genotypes in non-stressed and water-stressed environments. *Spanish Journal of Agricultural Research* 8: 356-370.
19. Singh, M. and G. Singh. 1995. Correlation and path analysis in Toria under mid hills of Sikkim. *Crop Improvement* 22: 95-97.
20. Thurling, N. 1974. Morphophysiological determinants of yield in rapeseed (*Brassica compestris* and *B. napus* L.). Yield components. *Australian Journal of Agricultural Research* 25: 711-721.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.6.6]