



بررسی روابط همبستگی و تجزیه ضرایب مسیر مابین عملکرد و اجزای عملکرد در کلزا (*Brassica napus L.*)^۱

رضا برادران

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند.

اسلام مجیدی هروان

استاد پژوهش موسسه بیوتکنولوژی - کرج.

فرخ درویش

استاد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات - تهران.

مهدی عزیزی

استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان.

چکیده

به منظور بررسی همبستگی بین صفات و تجزیه آن به روابط علت و معلولی در گیاه کلزا، در سال زراعی ۸۲-۱۳۸۱ آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بر روی ۱۵ رقم کلزای پاییزه در مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان اجرا شد. در تجزیه آماری این طرح ۱۱ صفت مهم مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج تجزیه و تحلیل واریانس نشان داد که بین ارقام برای صفات مورد بررسی از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری وجود داشت. ضرایب همبستگی ساده بین عملکرد و صفات تعداد غلاف در بوته، شاخص برداشت، درصد روغن، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی در بوته و عملکرد بیولوژیک در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. براساس رگرسیون گام به گام صفت عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته و صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، تعداد گره در ساقه و درصد روغن به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند. ضریب تبیین مدل ($R^2 = 0/64$) بود. صفت تعداد غلاف در بوته بیشترین ضریب تبیین ($R^2 = 0/41$) را به خود اختصاص داد. تجزیه ضرایب مسیر نشان داد که صفت وزن هزار دانه بعد از درصد روغن دارای بالاترین اثر مستقیم ($0/292$) نسبت به سایر صفات بر روی عملکرد دانه می‌باشد. اثرات غیر مستقیم این صفت بر روی عملکرد دانه از طریق صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد گره در ساقه به ترتیب $0/034$ ، $0/095$ - و $0/117$ باعث کاهش همبستگی این صفت با عملکرد دانه گردید. اثر مستقیم مثبت صفت تعداد دانه در غلاف بر روی عملکرد دانه توسط اثرات غیر مستقیم منفی خنثی گردیده باعث کاهش همبستگی این صفت با عملکرد دانه شد. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای نتایج فوق را تایید کرد. بنابراین مهم‌ترین صفات به عنوان شاخص‌گزینه‌ش جهت بهبود عملکرد دانه به ترتیب شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه و تعداد گره در ساقه مشخص شد.

واژه‌های کلیدی: همبستگی، رگرسیون گام به گام، ضرایب مسیر، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجزیه خوشه‌ای، عملکرد، کلزا.

۱- قسمتی از رساله دکتری در گروه تخصصی اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات - تهران.

مقدمه

با توجه به اهمیت گیاه کلزا (*B.napus L.*) به عنوان یک گیاه روغنی و جایگاه بالای آن در بین سایر دانه‌های روغنی، افزایش عملکرد دانه و نیز درصد روغن از اهمیت بسزایی برخوردار است. بنابراین شناخت صفاتی که ارتباط نزدیک با عملکرد دانه دارند و می‌توان با بهبود این صفات باعث افزایش عملکرد دانه گردید، در امر به نژادی گیاهان بسیار حائز اهمیت می‌باشد. در این تحقیق سعی شده است این صفات تعیین و به عنوان شاخص‌های انتخاب جهت بهبود عملکرد بوته معرفی گردند. اولسون (۱۹۷۲) در نتایج حاصل از تحقیقات خود گزارش کرد که بین صفت تعداد غلاف در بوته و عملکرد بوته همبستگی بالایی وجود دارد و صفت تعداد غلاف در بوته به خصوص در کلزای پاییزه به شدت تحت تاثیر تراکم بوته و کمتر تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (۱۳).

تورلینگ (۱۹۷۴) اظهار داشت که در کلزا (*B. napus L.*) همبستگی بین تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه معنی‌دار نبود، در صورتی که اگر اثر تعداد غلاف در بوته ثابت نگه داشته شود، صفت تعداد دانه در غلاف تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد دانه نشان می‌دهد. همچنین اغلب یک رابطه معکوس بین تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف وجود دارد و این صفات با اندازه گیاه زراعی در ارتباط می‌باشند (۱۴).

کلارک و سیمپسون (۱۹۷۸) گزارش کردند که با افزایش تعداد غلاف در گیاه، تعداد دانه در غلاف افزایش ولی وزن هزار دانه کاهش می‌یابد و همبستگی منفی ضعیفی بین تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه وجود دارد که باعث کاهش عملکرد می‌شود (۴). مندهام و همکاران (۱۹۸۴) در نتایج خود بیان کردند که افزایش تعداد دانه در غلاف به عنوان یک عامل کلیدی در افزایش عملکرد دانه ارقام جدید استرالیایی به شمار می‌آید؛ در حالیکه یک رقم کانادایی نیز از عملکرد پایینی برخوردار بود و به نظر می‌رسد علت آن اصلاح این رقم در جهت به حداکثر رسیدن اندازه دانه و درصد روغن بوده است (۱۲).

هابیکوت (۱۹۹۳) در نتایج حاصل از تحقیقات خود اظهار داشت که عملکرد دانه در تک بوته‌ها به طور شدیدی به تعداد غلاف در بوته وابسته است (۷).

بوزو (۱۹۹۵) گزارش کرد که بین صفت وزن هزار دانه و صفت تعداد دانه در غلاف همبستگی منفی و معنی‌داری مشاهده گردید. همچنین صفت ارتفاع بوته با عملکرد دانه همبستگی منفی معنی‌دار داشت (۳).

لیون و بکر (۱۹۹۵) گزارش کردند که بین وزن هزار دانه و تعداد غلاف در بوته همبستگی منفی وجود دارد و اغلب بین وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف نیز همبستگی منفی دیده شده است. به طور کلی یک همبستگی ضعیف بین وزن هزار دانه و عملکرد بوته وجود دارد. اگر چه تنوع ژنتیکی برای وزن هزار دانه وجود دارد اما این گزینش برای وزن هزار دانه بالا یک اثر منفی روی سایر اجزاء عملکرد دارد (۱۱).

کندل (۱۹۸۳) از آزمایش‌های خود نتیجه گرفت که بین صفات تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه با عملکرد دانه ارتباط معنی‌داری وجود دارد. صفت تعداد غلاف در بوته بیشترین اثرات مستقیم و غیرمستقیم را بر روی عملکرد دانه داراست (۹). گوش و موخوپادهای (۱۹۹۴) در یک تحقیق گزارش کردند که وزن هزار دانه اثر مستقیم مثبت پایینی بر روی عملکرد دانه داشته است (۶). کندل و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کردند که صفت تعداد غلاف در بوته نقش موثری بر روی عملکرد دانه دارد و ۴۰ درصد تنوع موجود در عملکرد دانه توسط این صفت توجیه می‌گردد (۱۰).

هاکان و نسال (۱۹۹۹) گزارش کردند که تجزیه علیت بر روی ۱۴ رقم کلزای بهاره نشان داد که صفت تعداد غلاف در بوته دارای اثر مستقیم مثبت بود و بیشترین تاثیر را نسبت به سایر صفات بر روی عملکرد دانه داشت. صفت تعداد دانه در غلاف دارای اثر مستقیم منفی بر روی عملکرد دانه بود (۸).

با توجه به رابطه بین عملکرد دانه و درصد روغن، یافتن شاخص‌های مناسبی جهت اعمال گزینش برای بهبود عملکرد، می‌تواند نقش بسزایی در تحقق این امر داشته باشد. لذا در این تحقیق با تعیین نقش و میزان سهم هر یک از اجزاء مورد بررسی بر روی عملکرد، می‌توانیم شاخص‌های مناسب انتخاب برای اصلاح عملکرد را مشخص نماییم.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی روابط بین صفات مهم زراعی، عملکرد و اجزای عملکرد و نیز تجزیه آن به روابط علت و معلولی در گیاه کلزا، آزمایشی در سال ۱۳۸۱ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی خراسان (طرق) بر روی ۱۵ رقم کلزای پاییزه در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. ارقام شامل: Elite, Ryder, Orient, Licord, Hyola 401, Olara, Okapi, SLMO 46, Colvert, Reg x cobra, Alice, Orkan, L1, Fornax, Symbol بودند.

بذرها در کرت‌هایی به ابعاد ۵/۲ × ۱/۲ متر مربع در ۴ ردیف کاشت به فاصله ۳۰ سانتیمتر کشت گردیدند. خاک مورد آزمایش دارای بافت سیلتی لوم بود و بر مبنای آزمایش تجزیه خاک قبل از کاشت، کودپتاس و فسفات به میزان ۱۰۰ kg/ha و کود اوره در زمان کاشت به میزان ۲۰۰ kg/ha در مرحله ساقه رفتن نیز میزان ۲۰۰ kg/ha به طور سرک داده شد. آبیاری بعد از کاشت به طریقه نشتی براساس ۵۰ درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده خاک در عمق توسعه ریشه‌ها صورت گرفت. جهت مبارزه با شته مومی از سم متاسیستوکس + دیازینون (به نسبت مساوی) به نسبت دو در هزار در دو نوبت استفاده گردید. اندازه‌گیری صفات بر روی ۵ نمونه تصادفی که از دو ردیف میانی با حذف حاشیه‌ها انتخاب شده بودند، صورت گرفت.

اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد نیز در زمان برداشت براساس دو ردیف میانی با حذف اثرات حاشیه‌ای صورت گرفت. جهت اندازه‌گیری درصد روغن، نمونه‌ای از هر تیمار توزین و پس از انتقال به آزمایشگاه توسط روش سوکسله انجام شد. کلیه محاسبات با استفاده از نرم‌افزارهای آماری Mini Tab, SPSS, SAS و Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات مورد بررسی و مقایسه میانگین‌های این صفات در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است. بین تیمارها از حیث صفاتی نظیر عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی در بوته و تعداد گره در ساقه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال اشتباه ۱ درصد وجود دارد و برای صفاتی مانند تعداد دانه در غلاف، درصد روغن و عملکرد بیولوژیکی این اختلاف در سطح ۵ درصد می‌باشد. ضریب تغییرات^۱ برای صفات درصد روغن (۵/۰۹)، ارتفاع بوته (۷/۷۹)، شاخص برداشت (۸/۲۱) و وزن هزار دانه (۱۰/۵۷) در حد متعادلی بود ولی برای سایر صفات در حد بالایی بود که توسط تبدیل داده‌ها متعادل گردید. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن نشان داد که رقم شماره ۱ از حیث صفات تعداد غلاف در بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی در بوته و عملکرد بیولوژیکی و رقم شماره ۱۲ از حیث صفات وزن هزار دانه، شاخص برداشت و درصد روغن و رقم شماره ۶ از حیث صفات ارتفاع بوته و تعداد گره در ساقه نسبت به سایر ارقام تفاوت معنی‌دار داشتند (جدول ۲).

جدول ۱ - نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ۱۵ رقم کلزا

منابع تغییرات	درجات آزادی	عملکرد دانه (kg)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	میانگین مربعات							
					وزن هزار دانه (g)	شاخص برداشت	درصد روغن	ارتفاع بوته (cm)	قطر ساقه (mm)	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد گره در ساقه	عملکرد بیولوژیکی
تکرار	۲	۰/۰۴۱	۶/۷۸۰	۴/۲۷	۰/۰۷۶	۰/۰۳۷	۹/۹۵	۱/۵۸	۱/۸۳	۳/۱۱۳	۶/۳۱	۰/۸۸۹
تیمار	۱۴	۰/۱۵۶**	۲۱/۹۹**	۱۶/۴۸**	۰/۵۶۹**	۰/۲۲۳۶**	۱۰/۸۲*	۴۱۹/۰**	۱۰/۴۴**	۶/۱۲**	۱۴/۰**	۳۲۲۹۳**
اشتباه	۲۸	۰/۰۴۳	۴/۹۲	۶/۵۲	۰/۱۵۷	۰/۰۵۷۱	۴/۶۰	۱۰/۴۰	۳/۰۵	۱/۷۲	۳/۸۸	۱/۲۰۵
CV (%)		۱۷/۷۰	۱۶/۰۷	۱۵/۳۴	۱۰/۵۷	۸/۲۱	۵/۰۹	۷/۷۹	۱۴/۳۱	۱۸/۳۷	۱۴/۷۴	۱۷/۵۴

** و * به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد.

جدول ۲: مقایسه میانگین های صفات مورد بررسی بوسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن در ۱۵ رقم کلزا

تیمار / صفت	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه (گرم)	شاخص برداشت	درصد روغن
Elite -۱	۶۴۱۰/۱۸۵ab	۳۵/۳۰a	۱۶/۲۳abc	۳/۸۴۰ab	۰/۳۱۴ab	۳۹/۵۶cd
Ryder -۲	۵۶۹۵/۳۷۰۲abc	۳۳۶/۸۶ab	۱۹/۵۱a	۳/۱۸۷b	۰/۳۱۹a	۳۹/۳۹cd
Orient-۳	۸۵۶۴/۸۱۴۷ a	۲۵۶/۳۰abc	۱۹/۲۰a	۳/۶۳۱ab	۰/۳۲۴a	۳۸/۱۹d
Licord-۴	۳۲۵۳/۷۰۳۶bc	۱۷۷/۱۰abc	۱۶/۸۷abc	۳/۶۴۲ab	۰/۲۸۸ab	۴۰/۸۹bcd
Hyola 401 -۵	۴۵۴۶/۹۹۶۱bc	۱۱۷/۱۶c	۱۲/۱۵bc	۴/۵۰۵a	۰/۲۷۲ab	۴۲/۷۱abc
Olara -۶	۳۱۶۴/۸۱۴۷bc	۲۲۷/۲۶abc	۱۵/۳۲abc	۳/۷۹۰ab	۰/۲۹۰ab	۴۲/۶۷abc
Okapi-۷	۲۶۴۶/۲۹۶۱bc	۱۲۰/۷۶c	۱۹/۷۴a	۳/۹۳۸۲b	۰/۲۸۶ab	۴۳/۲۷abc
SLMO 46 -۸	۲۸۱۲/۹۶۲۷bc	۱۲۶/۹۶c	۱۷/۸۹ab	۳/۹۷۲ab	۰/۳۰۶ab	۴۳/۲۲abc
Colvert -۹	۳۶۸۶/۹۶۲۷bc	۲۹۸/۴abc	۱۲/۱۴c	۴/۱۱۰ab	۰/۲۵۵b	۴۲/۷۸abc
Reg x Cobra -۱۰	۲۶۵۷/۴۰۷۲bc	۱۵۹/۲۰bc	۱۲/۱۴bc	۴/۰۶۹ab	۰/۲۵۲b	۴۴/۱۹ab
Alice -۱۱	۲۲۳۱/۴۸۱۳c	۱۲۳/۲c	۱۶/۸۲abc	۳/۴۲۹b	۰/۲۸۱ab	۴۲/۴۷abc
Orkan -۱۲	۳۰۶۳/۸۸۸۸abc	۱۱۹/۶۳c	۱۶/۳۳abc	۴/۵۱۰a	۰/۳۳۲D	۴۵/۳۷a
LI-۱۳	۳۴۵۷/۴۰۷۲bc	۱۶۱/۷۶bc	۱۸/۰۹ab	۳/۷۶۰ab	۰/۳۱۹a	۴۲/۰۸abcd
Fornax -۱۴	۴۰۵۹/۲۵۹۱bc	۲۳۷/۶۳abc	۱۷/۲۸ab	۳/۲۶۱b	۰/۲۶۹a	۴۱/۵۱abcd
Symbol-۱۵	۳۸۳۱/۴۸۱۳bc	۱۹۷/۶۳abc	۱۷/۹۰ab	۳/۱۰۹b	۰/۲۵۲b	۴۲/۸۷abc

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

بقیه جدول ۲: مقایسه میانگین های صفات مورد بررسی بوسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن در ۱۵ رقم کلزا

تیمار / صفت	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	قطر ساقه (میلیمتر)	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد گره در ساقه	عملکرد بیولوژیکی
Elite -۱	۱۳۸/۹۶ab	۱۴/۵۰a	۹/۱۰a	۱۵/۲۶ab	۶۵/۴۸a
Ryder -۲	۱۴۱/۱۰ ab	۱۴/۳۴a	۹/۰a	۱۵/۷۶ab	۶۱/۳۲ab
Orient-۳	۱۲۶/۸۶ ab	۱۴/۱۷a	۷/۱ab	۱۲/۴۰ab	۵۴/۸۵abc
Licord-۴	۱۴۴/۱ ab	۱۳/۱۴ab	۶/۴۳ab	۱۳/۴۰ab	۴۵/۹۲abcd
Hyola 401 -۵	۱۰۱/۱۶c	۸/۲۷c	۴/۷۳b	۷/۴۰c	۲۶/۰۸cd
Olara -۶	۱۴۷/۰۶c	۱۳/۰۶ ab	۸/۶۳a	۱۶/۶۶a	۴۸/۵۱abcd
Okapi-۷	۱۱۸/۷۳bc	۱۱/۰۷abc	۷/۰۶ab	۱۲/۶۳ab	۲۸/۳۱cd
SLMO 46 -۸	۱۴۱/۶۰ab	۱۱/۳۵abc	۶/۴۰ab	۱۳/۹۶ab	۳۰/۲۷cd
Colvert -۹	۱۲۹/۱ab	۱۳/۱۹ab	۹/۰۶a	۱۳/۶۳ab	۵۰/۸۶abcd
Reg x Cobra -۱۰	۱۳۳/۸۶ab	۱۱/۷۰abc	۷/۳ab	۱۴/۵۳ab	۳۴/۴۳bcd
Alice -۱۱	۱۲۵/۴abc	۹/۵۴bc	۵/۰۶b	۱۲/۷۶ab	۲۱/۰۰d
Orkan -۱۲	۱۲۰/۵۳abc	۹/۹۷abc	۶/۰۶ab	۱۲/۴۴ab	۲۶/۱۴cd
LI-۱۳	۱۳۵/۸۶ab	۱۲/۱۲abc	۵/۷۳ab	۱۱/۴۰bc	۳۲/۸۶bcd
Fornax -۱۴	۱۳۰/۵۳ab	۱۲/۹۸ab	۷/۸۳ab	۱۴/۳۰ab	۴۸/۳۱abcd
Symbol-۱۵	۱۲۷/۱۶ab	۱۳/۶۰ab	۷/۸۶ab	۱۳/۸۶ab	۴۰/۰۰abcd

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

ضرایب همبستگی ساده بین صفات مختلف در جدول ۳ آورده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود ضریب همبستگی ساده بین عملکرد دانه و صفات تعداد غلاف در بوته ($r = 0/64$)، قطر ساقه ($r = 0/543$)، تعداد شاخه فرعی ($r = 0/378$)، عملکرد بیولوژیکی ($r = 0/659$)، شاخص برداشت ($r = 0/389$) و درصد روغن ($r = -0/592$) در سطح احتمال اشتباه ۱ درصد معنی‌دار است (۹ و ۱۰) و با سایر صفات نظیر تعداد دانه در غلاف ($r = 0/166$)، وزن هزار دانه ($r = -0/42$)، ارتفاع بوته ($r = -0/10$) و تعداد گره در ساقه

($r=0/022$) معنی دار نبود (۱۱). همبستگی ساده تعداد غوزه در بوته با صفات قطر ساقه ($r=0/841$)، تعداد شاخه فرعی در بوته ($r=0/774$)، تعداد گره در ساقه ($r=0/467$)، عملکرد بیولوژیکی ($r=0/931$) و درصد روغن ($r=-0/565$) در سطح احتمال اشتباه ۱ درصد معنی دار و با سایر صفات معنی دار نبود (۸). همبستگی ساده تعداد دانه در غلاف با صفات وزن هزار دانه ($r=-0/40$) و شاخص برداشت ($r=0/543$) در سطح احتمال اشتباه ۱ درصد معنی دار و با سایر صفات معنی دار نبود (۳). همبستگی ساده وزن هزار دانه با صفات قطر ساقه ($r=-0/371$) و درصد روغن ($r=0/458$) در سطح احتمال اشتباه ۱ درصد و با صفات تعداد شاخه فرعی ($r=-0/293$) و تعداد گره در ساقه ($r=-0/366$) در سطح احتمال اشتباه ۵ درصد معنی دار بود (۴).

جدول ۳- ضرایب همبستگی ساده مابین صفات مورد بررسی در ۱۵ رقم کلزا

صفات	عملکرد دانه	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه	شاخص برداشت	درصد روغن	ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد گره در ساقه	عملکرد بیولوژیکی
تعداد غلات در بوته	0/640**										
تعداد دانه در غلاف	0/166 ^{ns}	-0/068 ^{ns}									
وزن هزار دانه	0/042 ^{ns}	-0/285 ^{ns}	-0/400**								
شاخص برداشت	0/389**	0/085 ^{ns}	0/543**	0/145 ^{ns}							
درصد روغن	-0/592**	-0/565**	-0/234 ^{ns}	-0/458**	-0/227 ^{ns}						
ارتفاع بوته	-0/01 ^{ns}	0/345*	-0/106 ^{ns}	-0/220 ^{ns}	-0/029 ^{ns}	-0/134 ^{ns}					
قطر ساقه	0/543**	0/841**	-0/001 ^{ns}	-0/371**	0/002 ^{ns}	0/599**					
تعداد شاخه فرعی در بوته	0/378**	0/774**	-0/111 ^{ns}	-0/293 ^{ns}	-0/111 ^{ns}	-0/341*	0/784**				
تعداد گره در ساقه	0/022 ^{ns}	0/467**	-0/110 ^{ns}	-0/366*	-0/126 ^{ns}	-0/191 ^{ns}	0/637**	0/727**			
عملکرد بیولوژیکی	0/659**	0/931**	0/047 ^{ns}	-0/234 ^{ns}	0/140 ^{ns}	-0/539**	0/322*	0/869**	0/753**	0/418**	

در رگرسیون گام به گام صفت عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته در مقابل سایر صفات به عنوان متغیرهای مستقل مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۴). نتایج نشان داد که صفت تعداد غلاف در بوته دارای ضریب تبیین ($R^2 = 0/41$) به تنهایی بخش عمده‌ای از تغییرات مدل رگرسیونی را توجیه می‌کند. دیگر صفات گنجانده شده در مدل به ترتیب اهمیت شامل؛ تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، درصد روغن و تعداد گره در ساقه که مجموعاً دارای ضریب تبیین ($R^2 = 0/23$) می‌باشند. مدل رگرسیونی فوق با ضریب تبیین ($R^2 = 0/64$) بهترین مدل برای صفات فوق می‌باشد.

جدول ۴- رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به عنوان متغیرهای مستقل

صفت وارده شده به مدل	R	R ²	R ² adj	Std error	F
تعداد غلاف در بوته	0/640	0/410	0/396	0/5845	29/863***
تعداد دانه در غلاف	0/674	0/454	0/428	0/5689	17/452***
وزن هزار دانه	0/724	0/524	0/489	0/5377	15/032***
درصد روغن	0/785	0/617	0/579	0/4882	16/106***
تعداد گره در ساقه	0/802	0/643	0/597	0/4772	14/060***

*** در سطح احتمال اشتباه 0/1 درصد اختلاف معنی دار وجود دارد.

براساس ترتیب اهمیت صفات و نیز رگرسیون گام به گام، ۵ صفت انتخاب و مورد تجزیه علیت قرار گرفتند. با توجه به جدول ۵، صفت تعداد غلاف در بوته با اثر مستقیم ($0/103$) و درصد روغن و وزن هزار دانه به ترتیب با اثرات مستقیم ($0/952$ ، $-0/292$)، بیشترین اثرات را بر روی عملکرد دانه نشان دادند. صفت تعداد غلاف در بوته با داشتن اثر مستقیم مثبت بالا بر روی عملکرد دانه دارای اثرات

غیرمستقیم مثبت از طریق درصد روغن (۰/۸۰۸) و تعداد دانه در غلاف (۰/۰۰۸) و اثرات غیرمستقیم منفی از طریق وزن هزار دانه (۰/۰۹۵) و تعداد گره در ساقه (۰/۱۴۷-) می‌باشد. با توجه به اینکه مقدار اثرات غیر مستقیم منفی پایین می‌باشد لذا تاثیر چندانی بر روی اثر مستقیم مثبت نداشته همبستگی معنی‌داری بین تعداد غوزه در بوته و عملکرد دانه ایجاد شده است (۸ و ۹).

جدول ۵- نتایج تجزیه علیت براساس همبستگی های ژنتیکی در ۱۵ رقم کلزا

عملکرد دانه	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه	تعداد گره در ساقه	درصد روغن	همبستگی کل
تعداد غلاف در بوته	۰/۱۰۳	۰/۰۰۸	-۰/۰۹۵	-۰/۱۴۷	۰/۸۰۸	۰/۶۸۰
تعداد دانه در غلاف	۰/۰۰۹	۰/۰۹۶	-۰/۲۸۷	-۰/۱۰۸	۰/۶۰	۰/۳۱۲
وزن هزار دانه	-۰/۰۳۴	-۰/۰۹۵	۰/۲۹۲	۰/۱۱۷	-۰/۴۳۲	-۰/۱۵۱
تعداد گره در ساقه	۰/۰۷	۰/۰۴۷	-۰/۱۵۹	-۰/۲۱۷	۰/۲۱۲	-۰/۰۴۴
درصد روغن	-۰/۰۸۸	-۰/۰۶۲	۰/۱۳۲	۰/۰۴۸	-۰/۹۵۲	-۰/۹۲۱

اثر باقیمانده = ۰/۲۴۱

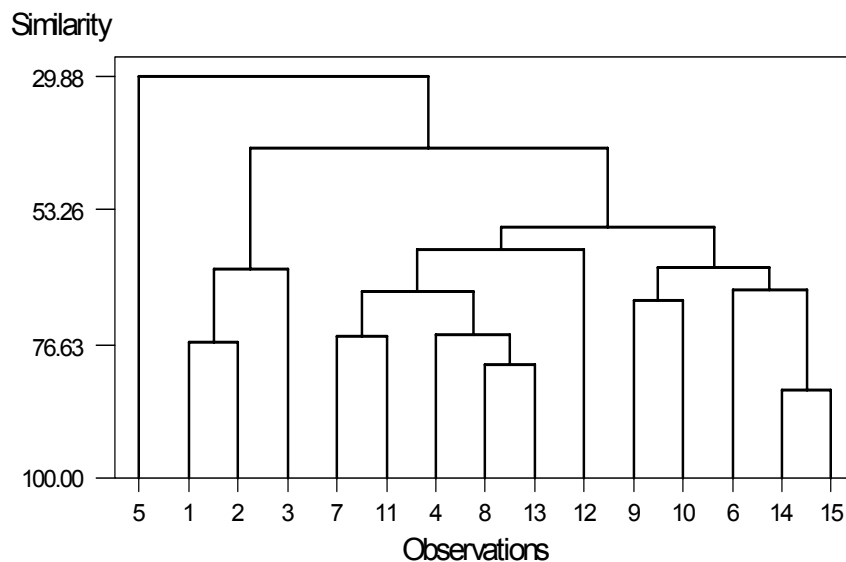
صفت تعداد دانه در غلاف با داشتن اثر مستقیم مثبت (۰/۰۹۶) بر روی عملکرد دانه دارای اثرات غیرمستقیم منفی از طریق تعداد گره در ساقه (۰/۱۰۸-) و وزن هزار دانه (۰/۲۸۷-) می‌باشد. همچنین دارای اثر غیرمستقیم مثبت از طریق تعداد غلاف در بوته (۰/۰۰۹) و درصد روغن (۰/۶۰) بر روی عملکرد دانه است. این اثرات منفی و مثبت باعث عدم وجود همبستگی معنی‌دار بین تعداد دانه در غلاف با عملکرد دانه گردید (۱۲). صفت وزن هزار دانه با داشتن اثر مستقیم مثبت (۰/۲۹۲) بر روی عملکرد دانه باعث افزایش عملکرد دانه و با داشتن اثرات غیر مستقیم منفی از طریق صفات تعداد غلاف در بوته (۰/۰۳۴-)، تعداد دانه در غلاف (۰/۰۹۵-) و درصد روغن (۰/۴۳۲-) سبب کاهش عملکرد دانه می‌شود. بنابراین گزینش در جهت افزایش وزن هزار دانه باعث کاهش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و نیز درصد روغن می‌گردد (۶).

صفت درصد روغن با اثر مستقیم منفی (۰/۹۵۲-) بر روی عملکرد دانه به همراه اثرات غیر مستقیم منفی تعداد غلاف در بوته (۰/۰۸۸-) و تعداد دانه در غلاف (۰/۰۶۲-) باعث همبستگی منفی بالای این صفت با عملکرد دانه گردید. همچنین صفت تعداد گره در ساقه با اثر مستقیم منفی (۰/۲۱۷-) بر روی عملکرد دانه دارای اثرات غیرمستقیم مثبت از طریق تعداد غلاف در بوته (۰/۰۷)، تعداد دانه در غلاف (۰/۰۴۷) و درصد روغن (۰/۲۱۲) می‌باشد. این اثرات منفی و مثبت باعث همبستگی پایین تعداد گره در ساقه با عملکرد دانه گردید. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (جدول ۶) نشان داد ۳ مؤلفه اول که مقادیر ویژه بزرگ‌تر از ۱ داشتند جمعاً ۹۲/۲ درصد از اطلاعات کل را شامل می‌شوند. مؤلفه اول ۴۹/۹ درصد تغییرات را توجیه می‌کند و دارای بزرگ‌ترین ضرایب عاملی بر روی صفاتی چون عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه و درصد روغن می‌باشد که می‌توان این عامل را عامل عملکرد نامید. مؤلفه دوم و سوم به ترتیب بزرگ‌ترین ضرایب عاملی را بر روی صفات تعداد دانه در غلاف و تعداد گره در ساقه دارا می‌باشند. بنابراین از بین صفات مؤثر بر روی عملکرد دانه، صفات تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه به ترتیب بیشترین تأثیر را بر روی عملکرد دانه دارا می‌باشند (۱، ۲، ۵، ۱۵).

جدول ۶- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

مؤلفه‌های اصلی			
مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم	
۲/۹۹۶	۱/۴۱۱	۱/۱۲۷	مقدار ویژه
۴۹/۹	۲۳/۵	۱۸/۸	درصد نسبی واریانس
۴۹/۹	۷۳/۵	۹۲/۲	درصد تجمعی واریانس
۰/۷۴۲	۰/۵۶۲	-۰/۲۸۰	عملکرد دانه
۰/۸۰۱	۰/۳۵۱	۰/۴۳۳	تعداد غلاف در بوته
۰/۵۵۵	-۰/۵۸۹	-۰/۴۹۹	تعداد دانه در غلاف
-۰/۶۶۴	۰/۶۵۳	۰/۰۵۶	وزن هزار دانه
۰/۴۹۹	-۰/۳۵۶	۰/۷۴۹	تعداد گره در ساقه
-۰/۸۹۷	-۰/۲۶۸	۰/۲۲۱	درصد روغن

تجزیه خوشه‌ای با روش UPGMA (شکل ۱) نشان داد که ژنوتیپ‌ها به ۵ کلاستر تقسیم شدند که ژنوتیپ ۵ در کلاستر اول، ژنوتیپ‌های ۱، ۲ و ۳ در کلاستر دوم، ژنوتیپ‌های ۷، ۱۱، ۴، ۸ و ۱۳ در کلاستر سوم، ژنوتیپ ۱۲ در کلاستر چهارم و ژنوتیپ‌های ۹، ۱۰، ۶، ۱۴ و ۱۵ در کلاستر پنجم قرار گرفتند. در برنامه‌های به نژادی ژنوتیپ‌هایی که در کلاسترهای جداگانه و دور از یکدیگر قرار گرفته‌اند جهت دورگ گیری نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند.



شکل ۱- دندوگرام تجزیه خوشه‌ای در ۱۵ رقم کلزا

بنابراین ژنوتیپ ۵ می‌تواند با سایر ژنوتیپ‌ها در تلاقی شرکت کند، همچنین ژنوتیپ ۳ که دارای بالاترین عملکرد دانه می‌باشد می‌تواند با ژنوتیپ‌های ۱۴ و ۱۵ که بیشترین فاصله را از این ژنوتیپ دارند تلاقی یابد (۱۴).

نتیجه گیری

نتایج حاصل از همبستگی‌های ساده، رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت تا حدودی مؤید یکدیگر بودند به طوری که در تعیین ضرایب همبستگی ساده، صفت تعداد غلاف در بوته ($r = 0/640$) بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه دارا بود. در روش رگرسیون گام به گام نیز این صفت به تنهایی بیشترین ضریب تبیین ($R^2 = 0/41$) را به خود نسبت داد. تجزیه علیت نیز نشان داد که افزایش عملکرد عمدتاً در اثر افزایش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه و نیز کاهش تعداد گره در ساقه ناشی می‌شود. صفت تعداد گره در ساقه به طور غیر مستقیم از طریق افزایش در صفت تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه را افزایش می‌دهد. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی صفات تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه را به عنوان مؤثرترین صفات در عملکرد دانه معرفی کرد و نیز صفات تعداد دانه در غلاف و تعداد گره در ساقه را در درجه دوم اهمیت قرار داد. بنابراین جهت رسیدن به یک پاسخ موثر در طول نسل‌های قبل از رسیدن به خلوص و افزایش عملکرد لازم است گزینش برای صفاتی نظیر تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه، تعداد دانه در غلاف و صفت تعداد گره در ساقه به طور همزمان انجام گیرد.

منابع و مأخذ:

۱. رضایی، ع. و ا. سلطانی. ۱۳۷۷. مقدمه‌ای بر تحلیل رگرسیون کاربردی. مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان.
۲. مقدم، م.، م. محمدی شوطی، ا. ق. آقایی سربزه. ۱۳۷۳. آشنایی با روش‌های آماری چند متغیره. انتشارات پیشتاز علم، ترجمه.
3. Buzzo, G.C. 1995. plant breeding. In: D.S. Kimber and D.I. Mc Gregor (eds). Brassica oilseed: production and utilization. CAB. International. PP.153 – 175.
4. Clark, J.M., and G.M. Simpson. 1978 . Growth analysis of Brassica napus. Can.J.plant sci. 58 : 587-595.
5. Dillon, W. R . and M. Goldestein. 1984. Multivariate analysis, Methods and applications. John wiley and sons, Inc.
6. Ghosh, D.C. and D. Mukhopadhyay. 1994. Growth and Productivity of Indian rapeseed (*B.compestris L.*). Grown under short and Mild winter conition of west Bengal. Ind. J. Agric. Res. 28: 239-244.
7. Habekotte, B. 1993. Quantitative analysis of pod formation, seed set and seed filling in winter oilseed rape (*B. napus L.*) under field crop conditions. Field Crops Res. 35:27-33.
8. Hakan-ozler, E.O. and D.Unsal. 1999. Relationships between yield and yield components on currently improved spring rapeseed cultivars. Tr.J. of Agriculture and forestry. 23:603- 607.
9. Kandil, A.A. 1983. Effects of sowing date on yield components and some agronomic characters of oilseed rape (*B. napus L.*). 6th. Inter. Rapeseed conf. Paris, France.
10. Kandil, A.A. , S.I. Mahandes, N.M. Mahrous. 1995. Genotypic and phenotypic variability, heritability and interrelationships of some characters in oilseed rape (*Brassica napus L.*). Plant Breeding Abstracts. Vol. 65, No.9.
11. Leon, J. H.C. Becker. 1995. Rapeseed (*B. napus L.*) genetics. In: Diepenbrock, W, Becker, H.C. (Eds.), physiological potentials for yield Improvement of Annual oil and protein crops. Adv.plant Breeding. 17,54-81.
12. Mendham, N.J., J. Russell and G.C. Buzzo. 1984. The contribution of seed survival to yield in new Australian cultivars of oilseed rape (*B.napus L.*). J.of Agri. Sci., cambridge. 103:303-316.
13. Ohlsson, L. 1972. Spring rape and spring turnip rape seed sowing at close row spacing. Svensk Frotiding. 41:25- 27.
14. Richard, J. A. and D. W. Wichern. 1988. Applied multivariate statistical analysis .
15. Sharma . S. 1996. Applied multivariate techniques . Jhon wiley and sons , Inc.
16. Thurling, N. 1974 b. Morphophysiological determinants of yield in rapeseed (*Brassica compestris* and *Brassica napus L.*). II. yield components. Aust.J.of Agric. Res. 25:711-721.

Study of Correlation Relationships and Path Coefficient Analysis Between Yield and Yield Components in Rapeseed (*Brassica napus L.*)

R. Baradaran

Scientific member, Birjand unit, I.A. University, Birjand.

E. Majidi

Research prof., Biotechnology Institute, Karaj, Iran.

F. Darvish

Prof., science and Research unit, I.A. University, Tehran, Iran.

M. Azizi

Assistant prof. Khorasan Ag. Research center, Iran

Keywords: correlation, stepwise regression, path coefficient, principal component analysis, cluster analysis, yield, rapeseed.

Abstract

In order to study correlations between traits and its analysis to cause and effect relationships in rapeseed plant, an experiment was conducted by a Randomized complete block design with three replications for fall rapeseed 15 cultivars in 1381-82 years at Khorasan agricultural research station. Evaluation and analysis for important 11 traits in statistical analysis. Results analysis of variance is shown that between cultivars for all traits there is significant difference through statistic. Simple correlation coefficient is significant between yield and number of pods per plant, harvest index, oil percent, stem diameter number of secondary branch per plant and biological yield traits at 1 percent level. According to stepwise regression seed yield trait is considered by dependent variable and number of pods per plant, number of grains per pod, one 1000-grain weight, number of nodes per stem and oil percent traits by independent variables. Model determination coefficient is $R^2=0.64$. The most of determination coefficient $R^2=0.41$ there was for number of pods per plant trait. Path coefficients analysis showed that highest direct effect of number of pods per plant relation to another traits affected the grain yield. Number of pods per plant had negative indirect effect through number of grain per pods, one 1000-grain weight and number of nodes per stem order to -0.016 , -0.094 , -0.094 on grain yield. Positive direct effects of number of grain per pods and one 1000-grain weight on grain yield were canceled by negative indirect effects and caused that correlation reduce between these traits and grain yield. Principal component analysis and cluster analysis was confirmed above results. Therefore the most important traits order to selection index for grain yield improvement were number of pods per plant, number of grains per pod, one 1000-grain weight and number of nodes per stem.