دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی رابطهٔ عملکرد دانه و صفات وابسته در ارقام کلزای بهاره با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره

محمد مرادی[۱]، مهدی سلطانی حویزه[۲] و احسان شهبازی[۳]

۱- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران (نویسنده مسوول: moradim_17@yahoo. com)
۲- مربی، گروه اصلاح نباتات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
۳- استادیار، دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۵/۶/۷

چکیده

کارایی هر برنامه اصلاحی عمدتاً به میزان و جهت همبستگی بین عملکرد و اجزای آن و اهمیت نسبی هر جزء شرکت کننده در افزایش عملکرد بستگی دارد. جهت بررسی مؤثرترین صفات و نیز عوامل پنهانی دخالت کننده در ایجاد تنوع بین ارقام کلزا، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۷ ژنوتیپ در ٤ تکرار در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹٤ در مزرعه‌ای در صفی‌آباد واقع در شهرستان دزفول اجرا گردید. نتایج ضرایب همبستگی نشان داد که عملکرد دانه با وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف بیشترین همبستگی مثبت را داشت و در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. انجام رگرسیون مرحله‌ای برای کلیه صفات اهمیت و نقش تعیین‌کننده صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در غلاف، شاخص برداشت و تعداد روز تا رسیدگی را بر عملکرد ژنوتیپ‌ها نشان می‌دهد. نتایج تجزیه مسیر نشان داد که صفات تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه بیشترین اثر مستقیم مثبت را بر عملکرد دانه دارا بودند. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که صفات تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه بیشترین همبستگی را با مؤلفه اول و صفات تعداد روز تا رسیدگی، تعداد روز تا گل‌دهی و طول دوره گل‌دهی بیشترین همبستگی را با مؤلفه دوم داشتند. با انجام تجزیه و تحلیل عامل‌ها، دو عامل مهم شناسایی شدند که عامل اول «صفات مرتبط با عملکرد و یا عامل مقصد فیزیولوژیک» و عامل دوم عامل «رشد رویشی» تعیین گردید. بنابراین امکان استفاده از این صفات در برنامه‌های اصلاحی برای بهبود عملکرد دانه ارقام بهاره کلزا به عنوان معیار انتخاب وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: همبستگی، تجزیه علیت، روش‌های آماری چند متغیره و کلزا

مقدمه

کلزا به منزلهٔ یک گیاه روغنی به طور متوسط حاوی ۴۰ تا ۴۵ درصد روغن در دانه است (۲۴). با توجه به نیاز روزافزون به روغن‌های گیاهی و وابستگی شدید کشور در این مورد، بایستی توجه خاص به توسعه و گسترش حوزهٔ کشت دانه‌های روغنی نظیر کلزا مبذول شود و مطالعهٔ به‌نژادی پیرامون گیاهان دانه روغنی از این نظر مهم به نظر می‌رسد. شناسایی صفات مهم در کلزا اهمیت زیادی در مطالعات به‌نژادی دارد. با توجه به روند رو به رشد افزایش جمعیت در کشور و همچنین نیاز روزافزون به افزایش تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح، بررسی میزان رابطهٔ عملکرد دانه و صفات وابسته برای بهره‌برداری بیشتر از آن‌ها در برنامه‌های به‌نژادی ضروری است. در برنامه‌های اصلاح نباتات انتخاب بر اساس تعداد زیادی صفت زراعی صورت می‌گیرد که ممکن است بین آنها هم‌بستگی مثبت و منفی وجود داشته باشد، لذا روش‌های تجزیه و تحلیلی که بدون از بین بردن مقدار زیادی از اطلاعات مفید، تعداد صفات مؤثر در عملکرد را کاهش دهند، برای پژوهشگران با ارزش هستند (۹). مطالعات مختلف برای بررسی عملکرد و اجزای عملکرد کلزا نشان داده است که وزن هزار دانه (۳۰)، تعداد غلاف در بوته (۱۲)، تعداد دانه در غلاف (۱۹) و ارتفاع بوته (۱۶) نقش قابل توجهی در عملکرد دانه کلزا دارند. مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه در کلزا شامل تعداد بوته در واحد سطح، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه می‌باشند (۵). هم‌چنین صفاتی از قبیل شاخص برداشت، ارتفاع بوته و تعداد غلاف ساقه اصلی نیز در افزایش یا کاهش عملکرد دانه کلزا مؤثر می‌باشند (۲۹). در تجزیهٔ عامل‌ها، هدف اساسی بیان وجود روابط کوواریانس میان بسیاری از متغیرها براساس چند کمیت تصادفی غیرقابل مشاهده است که عامل‌ها نامیده می‌شوند. به عبارت دیگر، از تجزیه به عامل‌ها به منظور پیدا کردن علت وجود همبستگی و توصیف رابطه بین صفات و ژنوتیپ‌ها برحسب تعداد کمتری شاخص که روی این صفات تأثیر گذارند، استفاده می‌شود (۷). در این راستا، رامعه (۲۵) در مطالعه‌ای تجزیه عامل‌ها را برای ۱۰ صفت تعیین کننده عملکرد در ژنوتیپ‌های کلزا بکار برد و ۴ عامل را استخراج نمود. عامل اول تحت عنوان عامل منبع شامل: طول غلاف، تعداد غلاف و عملکرد دانه ۴۰ درصد تنوع کل را توجیه نمود، عامل دوم ۲۳ درصد تنوع کل را توجیه نمود و در بر گیرنده صفات فنولوژی است، عامل سوم ۱۲ درصد تنوع کل را توجیه نمود و در بر گیرنده صفت طول دوره گل‌دهی است و عامل چهارم ۱۱ درصد تنوع کل را توجیه نمود و در بر گیرنده صفت ارتفاع بوته بود. همین محقق در مطالعه دیگری (۲۶) تجزیه عامل‌ها را برای صفات تعیین‌کننده عملکرد در ارقام کلزا بکار برد و ۳ عامل را استخراج نمود، که جمعاً ۷۴ درصد از تغییرات کل را توجیه کردند. عامل اول ۳۲ درصد تنوع کل را توجیه نمود و در بر گیرنده صفات فنولوژی شامل: تعداد روز تا شروع گل‌دهی، طول دوره گل‌دهی و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی بود. عامل دوم که ۲۶ درصد از تنوع کل را توجیه نمود، در برگیرنده صفات مربوط به اجزای عملکرد از جمله تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف از اهمیت بالایی برخوردار بودند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.29252/jcb.9.23.187]

عامل سوم ۱۵ درصد تنوع کل را توجیه نمود و در بر گیرنده اجزای ثانویه عملکرد از جمله وزن هزار دانه و عملکرد دانه بود. روش تجزیه علیت به عنوان ابزاری برای تعیین اهمیت صفات مؤثر بر عملکرد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش ماهیت همبستگی‌های ساده را نشان داده و میزان اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای وابسته را تعیین می‌کند (۷). روستاباغی و همکاران (۲۷) با بررسی همبستگی و تجزیه علیت بین صفات در ارقام کلزا گزارش نمودند که 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 به دست آمده از تجزیه علیت نیز نشان داد که صفات وزن هزار دانه و پایان گل‌دهی اثر مستقیم قابل توجهی بر عملکرد دانه داشتند. مورات و هدتین (۲۰) با بررسی همبستگی و تجزیه علیت بین صفات در ارقام کلزا گزارش نمودند که عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات وزن هزار دانه، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف بود. نتایج حاصل از تجزیه علیت نشان داد که صفات وزن هزار دانه، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد دانه داشتند. صباغ‌نیا و همکاران (۲۸) با بررسی همبستگی و تجزیه علیت بین صفات در ۴۹ ژنوتیپ کلزا گزارش نمودند که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با اکثر صفات مورد بررسی به جزء صفات قطر ساقه و تعداد روز تا شروع گل‌دهی وجود دارد. در این مطالعه بیشترین اثر مستقیم را تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، شاخص برداشت، روز تا رسیدگی و وزن هزار دانه روی عملکرد دانه داشتند. نادری و تورچی (۲۱) با بررسی همبستگی و تجزیه علیت بین صفات در ژنوتیپ‌های کلزا گزارش نمودند که بیشترین اثر مستقیم را تعداد غلاف در بوته روی عملکرد دانه داشت. روستاباغی و همکاران (۲۷) در تحقیقی با استفاده از رگرسیون گام به گام جهت بررسی عملکرد کلزا با سایر صفات، نشان دادند که وزن هزار دانه و پایان گل‌دهی بیشترین تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. ایوانوسکا و همکاران (۱۱) در بین صفات مورد بررسی در کلزا، وزن هزار دانه به عنوان یکی از مهم‌ترین صفات درگیر در عملکرد دانه شناسایی گردید. کشور ما از سالیان گذشته درصدد استفاده از گیاه کلزا برای تأمین نیازهای داخلی بوده است. از این رو اجرای برنامه‌های اصلاحی با توجه به شرایط اقلیمی و ژنوتیپ‌های سازگار ضروری است. لذا استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره، در شناسایی صفات مهم و تأثیرگذار بر عملکرد و میزان سهم نسبی هر یک بر عملکرد، برای نیل به یک هدف اصلاحی موفق مفید خواهد بود. لذا هدف از این پژوهش، استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره جهت شناسایی صفات مهم و تأثیرگذار و تعیین میزان سهم نسبی هر یک بر عملکرد کلزا برای استفاده در برنامه‌های به‌نژادی است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور ارزیابی ارتباط صفات مورد مطالعه با استفاده از تجزیه‌های آماری چندمتغیره، در مزرعه‌ای در صفی‌آباد واقع در ۱۸ کیلومتری جنوب شهرستان دزفول با ارتفاع ۸۲ متر از سطح دریا با طول و عرض جغرافیایی به ترتیب ۴۸ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی و ۳۲ درجه و ۲۴ دقیقه شمالی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل ۱۶ رقم کلزای تیپ بهاره دو صفر به همراه رقم هیبرید هایولا۴۰۱ به‌عنوان شاهد بود. که عبارتند از: S-83, RG4403, Amica, RGAS0324, RGS006, Hyola401, Kimberley, RG405/02, RG405/03 Sarigol, Hysun110, RGS003, Hyola420, Hyola308, Hyola60, pF, Option500. کاشت بذرها در تاریخ ۲۰ آبان ماه به صورت هیرم‌کاری انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل ۴ ردیف ۵ متری به فاصله خطوط ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۵ سانتی‌متر بود. پس از عملیات تهیه زمین شا مل شخم، دیسک و ماله، بر اساس نتایج آزمایش‌های تجزیه خاک، ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار ازت خالص (ثلث اول هنگام کاشت، ثلث دوم در مرحله روزت و ثلث باقیمانده در مرحله قبل از گل‌دهی) و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و علفکش ترفلان به صورت یکنواخت در سطح مزرعه پخش شد و به وسیله دیسک سبک، کود و علف‌کش با خاک مخلوط گردید. در مرحله شش برگی در صورت نیاز وجین به صورت دستی انجام شد. آبیاری به صورت نشتی و با کمک سیفون انجام شد. در طول دوره رشد، صفاتی از قبیل صفات تعداد روز تا شروع گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، طول دوره گلدهی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه برای ۱۰ بوته رقابت کننده که به صورت تصادفی از دو پشته میانی با حذف اثر حاشیه انتخاب شده بودند، اندازه‌گیری شد. برداشت محصول در هر کرت از دو پشته میانی برای حذف اثر حاشیه به طور دستی انجام شد. عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد دانه اندازه‌گیری و محاسبه شدند. ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات مورد محاسبه قرار گرفت. از تجزیه رگرسیون مرحله‌ای، به‌منظور تعیین صفاتی که بیشترین توجیه را در تغییرات عملکرد دانه داشتند، استفاده شد. با استفاده از نرم‌افزار آماری Path analysis نیز تجزیه ضرایب مسیر برای تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم اجزای عملکرد بر عملکرد دانه استفاده شد. جهت یافتن عوامل پنهانی، تجزیه به عامل‌ها از نرم‌افزار SAS استفاده گردید.

نتایج و بحث

ضرایب همبستگی

ضرایب همبستگی بین صفات در ارقام کلزای مورد مطالعه، در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج نشان داد که عملکرد دانه با وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف بیشترین همبستگی مثبت را داشت و در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود، نتایج محققانی نظیر بیات و همکاران (۲)، ایوانووسکا و

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.29252/jcb.9.23.187]

همکاران (۱۱)، جرومالا و همکاران (۱۲)، رامعه (۲۵)و مجیدی و همکاران (۱۷) با نتایج این تحقیق مشابهت داشت. برادران و همکاران (۱) گزارش کردند که ضریب همبستگی ساده عملکرد دانه با صفات تعداد غلاف در بوته عملکرد بیولوژیک و درصد روغن معنی‌دار است. دهقانی و همکاران (۵) در یک آزمایش دوساله در کلزا گزارش نمودند که عملکرد دانه در سال اول با تعداد شاخه فرعی در بوته و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار بود و در سال دوم فقط با وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. ایوانووسکا و همکاران (۱۱) گزارش نمودند که این صفت بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه دارد. همبستگی عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت مثبت و در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). با توجه به اینکه شاخص برداشت یکی از مهمترین شاخص‌های فیزیولوژیکی در زمینه بهبود عملکرد دانه می‌باشد می‌توان با انتخاب و بهبود صفات همبسته با آن عملکرد را افزایش داد. همچنین همبستگی عملکرد دانه با تعداد روز تا رسیدگی منفی و در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). جرومالا و همکاران (۱۲) در ارقام کلزا همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه در بوته با ارتفاع بوته، درصد روغن دانه و وزن هزار دانه گزارش نمودند. در صورتی که نتایج این تحقیق با نتایج سایر محققان نظیر بیات و همکاران (۲) مطابقت داشت. منتهی نکته بسیار مهم در این مورد، آن است که ضرایب منفی همبستگی‌های موجود بین تعداد روز تا رسیدگی و تعداد روز تا گلدهی با عملکرد دانه، نباید باعث بروز اشتباه گردد، زیرا وجود این علامت منفی بیانگر این مطلب است که هر چه مراحل نموی، زودتر و به موقع، آغاز یا تکمیل شده‌اند و به عبارتی از نظر عددی کاهش یافته‌اند، عملکرد دانه افزایش یافته است (جدول ۱). همبستگی وزن هزار دانه با صفات تعداد دانه در غلاف و تعداد روز تا رسیدگی منفی و در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. به نظر می‌رسد هر چه رشد رویشی گیاه بیشتر گردد تعداد دانه در غلاف افزایش می‌یابد و با توجه به محدود بودن مواد فتوسنتزی در گیاه هرچه تعداد دانه بیشتر شود، وزن دانه کمتر می‌شود. این نتایج با نتایج سایر محققان نظیر بیات و همکاران (۲) مطابقت داشت. وزن هزار دانه با سایر صفات همبستگی مثبت ناچیزی داشت (جدول ۱). همبستگی تعداد دانه در غلاف با صفات ارتفاع بوته و تعداد روز تا رسیدگی منفی و در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. این صفت با عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت همبستگی مثبت نسبتاً باالایی داشت. همبستگی تعداد غلاف در بوته با صفات ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت مثبت و نسبتاً بالا بود (جدول ۱). همبستگی شاخص برداشت با صفات درصد روغن و تعداد روز تا رسیدگی منفی و در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). در حالی که در مطالعه برادران و همکاران (۱) 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. ایوانوسکا و همکاران (۱۱) رابطه وزن هزار دانه را با 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.

جدول ۱- ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی در ۱۷ رقم بهاره کلزا

Table 1. Correlation coefficients among the studied traits in 17 spring canola cultivars

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱- عملکرد دانه	۱									
۲- وزن هزار دانه	۰/۸۱**	۱								
۳- تعداد غلاف در	۰/۳۵	۰/۰۷	۱							
۴- تعداد دانه در	۰/۷۸**	۰/۵۷*	-۰/۲۱	۱						
۵- درصد روغن	-۰/۳۷	۰/۰۳	-۰/۴۹*	۰/۰۱	۱					
۶- ارتفاع بوته	-۰/۴۱	-۰/۱۸	۰/۴۷*	-۰/۷۹**	-۰/۱۸	۱				
۷- تعداد روز تا	-۰/۱۲	-۰/۱۴	۰/۳۱	-۰/۲۷	-۰/۲۸	۰/۳۲	۱			
۸- تعداد روز تا	-۰/۶۴**	-۰/۵۲*	۰/۱۲	-۰/۶۸**	۰/۳۹	۰/۴۳	-۰/۲۵	۱		
۹- طول دوره	-۰/۴۷*	-۰/۴۹*	۰/۲۸	-۰/۱۹	۰/۰۸	۰/۲۱	-۰/۳۵	۰/۴۵	۱	
۱۰- عملکرد	۰/۵۴*	۰/۱۸	۰/۴۲*	۰/۲۷	-۰/۴۳	۰/۰۹	-۰/۴۷*	-۰/۳۰	-۰/۱۸	۱
۱۱- شاخص	۰/۵۸*	۰/۵۳*	۰/۳۵	۰/۴۱	-۰/۵۱*	-۰/۲۳	۰/۲۷	-۰/۵۶*	-۰/۳۴	-۰/۳۹

* و** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد.

تجزیه رگرسیون مرحله‌ای

به‌منظور تعیین مهم‌ترین صفات مؤثر در عملکرد دانه و حذف متغیرهای کم اهمیت و برای شروع تجزیه علیت، ابتدا تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام صورت گرفت. نتایج تجزیه رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد دانه به‌عنوان متغیر تابع و صفات دیگر به‌عنوان متغیرهای مستقل در جدول ۲ نشان داده شده است در این زمینه صفات وزن هزار دانه با ضریب تبیین ۴۶/۱ درصد، تعداد دانه در غلاف با ضریب تبیین ۲۰/۱ درصد، شاخص برداشت با ضریب تبیین ۱۱/۹ درصد و رسیدگی فیزیولوژیکی با ضریب تبیین ۱۱/۲ درصد، به ترتیب وارد مدل شدند. این صفات به میزان ۸۹/۳ درصد از تغییرات مدل رگرسیون مربوط را توجیه می‌کنند(جدول ۲). به‌طورکلی با توجه به نتایج حاصل از رگرسیون مرحله‌ای برای ژنوتیپ‌های کلزا اولین و دومین متغیرهایی که وارد مدل رگرسیون شدند صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف بودند که بیشترین سهم را در تبیین عملکرد دانه داشتند و هم‌چنین با توجه به بالا بودن ضرایب همبستگی فنوتیپی این صفات با عملکرد دانه می‌توان گفت که این صفات مهم‌ترین جزء عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه هستند و می‌توانند در برنامه‌های اصلاحی برای گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد بالاتر مورد توجه قرار گیرد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.29252/jcb.9.23.187]

جدول ۲- نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل

Table 2. Results of stepwise regression for grain yield as dependent variable and other traits as independent variable

مرحله ورود متغیر	متغیر وارد شده	ضریب رگرسیون جزء	خطای استاندارد	F	R^2
۱	وزن هزار دانه	۰/۴۶۱	۴۲/۱۶	۱۴۲/۱۵**	۰/۴۶۱
۲	تعداد دانه در غلاف	۰/۲۰۱	۲۷/۵۱	۶۳/۷۰**	۰/۶۶۲
۳	شاخص برداشت	۰/۱۱۹	۳۱/۳۹	۲۵/۱۷*	۰/۷۸۱
۴	رسیدگی فیزیولوژیکی	۰/۱۱۲	۲۵/۶۸	۱۹/۰۵*	۰/۸۹۳

* و** : به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد. ۲۰۸۱/۳۴- = عرض از مبدأ

بنابراین می‌توان استنباط نمود که صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف در ژنوتیپ‌های مورد بررسی در انتخاب برای عملکرد بالا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. عملکرد و شاخص برداشت بیشتر نشان‌دهنده اختصاص بهتر مواد فتوسنتزی به عملکرد اقتصادی می‌باشد که می‌تواند به عنوان یک صفت مناسب در اصلاح ارقام با عملکرد بالا استفاده شود. صفت شاخص برداشت در اصلاح محصولات زراعی بسیار مهم می‌باشد که می‌تواند از ارقام با شاخص برداشت بالا اما پتانسیل تولید کم به ارقام با صفات زراعی برتر اما شاخص برداشت پایین منتقل گردد (۳۱). روستاباغی و همکاران (۲۷) در رگرسیون گام به گام عملکرد کلزا با سایر صفات، وزن هزار دانه و پایان گل‌دهی بیشترین تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. نتایج مطالعه رامعه (۲۴) با استفاده از رگرسیون گام به گام در کلزا نشان داد که صفات ارتفاع بوته و تعداد غلاف در بوته به ترتیب بیشترین تأثیر کاهشی و افزایشی را بر عملکرد دانه داشتند. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان اظهار داشت که برای گزینش غیرمستقیم عملکرد دانه کلزا و گزینش ژنوتیپ‌های برتر می‌توان از صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف اقدام نمود. با توجه به وراثت‌پذیری نسبتاً بالای صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف (۳) توصیه می‌گردد در برنامه‌های اصلاحی کلزا برای تعریف شاخص گزینش به منظور افزایش عملکرد دانه از این صفات استفاده گردد.

تجزیه علیت

به‌منظور درک بهتر و تفسیر دقیق‌تر نتایج به دست آمده از همبستگی‌های ساده و رگرسیون گام‌به‌گام، متغیرهای وارد شده در مدل رگرسیون، مورد تجزیه علیت قرار گرفت. این صفات در مجموع ۸۸/۴ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. آثار مستقیم و غیرمستقیم صفات بر عملکرد دانه در جدول۳ آورده شده است. با توجه به نتایج به دست آمده، در بین صفات مورد بررسی، وزن هزار دانه، تعداد دانه در غلاف و شاخص برداشت بیشترین اثر مستقیم مثبت و معنی‌دار را بر عملکرد دانه دارا بودند (به ترتیب ۰/۶۳، ۰/۸۱ و ۰/۵۱). اثر غیر مستقیم وزن هزار دانه بر عملکرد دانه از طریق تعداد دانه در غلاف مثبت و بالا بود (۰/۴۶) ولی آثار غیرمستقیم این صفت از طریق صفات شاخص برداشت و تعداد روز تا رسیدگی منفی و کم بود (به ترتیب ۰/۱۶- و ۰/۱۹-). آثار غیرمستقیم تعداد دانه در غلاف از طریق شاخص برداشت و تعداد روز تا رسیدگی بر عملکرد دانه مثبت و کم بودند (به ترتیب ۰/۲۳ و ۰/۱۳). ولی اثر غیرمستقیم این صفت از طریق تعداد روز تا رسیدگی بر عملکرد منفی و نسبتاً زیاد بود (۰/۳۵-). نتایج حاصل مشابه با نتایج آزمایش‌های گوا و همکاران (۷) برادران و همکاران (۱)، ایوانووسکا و همکاران (۱۱)، صباغ‌نیا و همکاران (۲۸) و رحیمی و همکاران (۲۳) بود. به‌طوری‌که آنها نیز گزارش کردند که صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف دارای بیشترین اثر بر عملکرد دانه بودند. از نظر فیزیولوژیک نیز انتظار می‌رفت صفت وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف دارای بیشترین تأثیر بر عملکرد دانه باشند. در صورتی که در بررسی جروملا و همکاران (۱۲) در ارقام کلزا گزارش نمودند که بیشترین اثر مستقیم را ارتفاع بوته و تعداد غلاف در بوته روی عملکرد دانه در بوته داشتند. 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 دانه در غلاف دارای بیشترین اثر مستقیم و اثرهای غیرمستقیم بر عملکرد دانه می‌باشند (۲۰). برادران و همکاران (۱) با استفاده از رگرسیون گام‌به‌گام در کلزا نشان دادند 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 در مجموع ۷۸ درصد از تنوع عملکرد دانه کلزا را توجیه نمودند. در مطالعه مذکور، صفت تعداد غلاف در بوته با ضریب تبیین ۰/۴۱ به تنهایی بخش عمده ای از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرد. در مطالعات مشابهی، تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام نشان داد که دو صفت تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف نقش تعیین کننده و مهمی در توجیه عملکرد دانه دارند (۱۱).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.29252/jcb.9.23.187]

جدول ۳- آثار مستقیم (روی قطر) و غیرمستقیم وزن هزار دانه، تعداد دانه در غلاف، در صد روغن و ارتفاع بوته بر عملکرد دانه

Table 3. Direct (on the diagonal) and indirect effects of 1000-seed weight, number of seeds per pod, oil percent and plant height on grain yield

	وزن هزار دانه	تعداد دانه در غلاف	شاخص برداشت	تعداد روز تا رسیدگی	ضریب همبستگی با عملکرد دانه	اثرات باقیمانده
وزن هزار دانه	۰/۶۳**	۰/۴۶	-۰/۱۶	-۰/۱۹	۰/۸۱**	
تعداد دانه در غلاف	۰/۲۳	۰/۸۱**	۰/۱۳	-۰/۳۵	۰/۷۸**	
شاخص برداشت	۰/۱۳	-۰/۰۵	۰/۵۱*	۰/۱۰	۰/۵۸*	
تعداد روز تا رسیدگی	-۰/۱۶	۰/۳۹	۰/۱۱	-۰/۳۸*	-۰/۶۴**	۰/۲۳

* و**: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و۱ درصد

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای رسیدن به اهداف تشریح و توجیه تنوع موجود در جامعه، تعیین سهم هر صفت در تنوع و کاهش تعداد متغیرهای اصلی از طریق محاسبه مؤلفه‌های غیر همبسته که ترکیبی از متغیرهای اصلی می‌باشند، استفاده می‌شود (۲۸). براساس تجزیه انجام شده، ۳ مؤلفه اول دارای ریشه مشخصه بزرگتر از یک بودند. از آنجائی که از ماتریس ضرائب همبستگی برای به دست آوردن مؤلفه‌های اصلی استفاده گردید، لذا تعداد مؤلفه اصلی برابر با تعداد ریشه‌های مشخصه بزرگتر از یک بودند (۱۴). نتایج حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی برای کلیه ژنوتیپ‌های مورد بررسی شامل بردارهای مشخصه، ریشه‌های مشخصه، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر مؤلفه و کل واریانس توجیه شده در جدول ۴ نشان داده شده است. ریشه‌های مشخصه سه مؤلفه اول به ترتیب ۳/۲۵، ۲/۱۹ و ۱/۰۹ بود. این سه مؤلفه به ترتیب ۴۲، ۲۹ و ۱۷ درصد و در مجموع ۸۸ درصد از تنوع بین صفات زراعی مورد بررسی را تبیین نمودند. یکی از اهداف این تجزیه این است که ۱۱ صفت زراعی مورد بررسی را در قالب چند مؤلفه اصلی خلاصه نموده و نقش این صفات را در تبیین تنوع کل بیان نماید. عامل اول ۴۲ درصد از تغییرات کل را توجیه نمود و صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در غلاف، شاخص برداشت و عملکرد دارای بار عاملی مثبت و بالایی بودند، بنابراین می‌توان این عامل را عامل عملکرد و اجزای آن نامگذاری کرد. در عامل دوم صفات تعداد روز تا شروع گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی و طول دوره گلدهی دارای بار عاملی مثبت و بزرگ می‌باشند. بنابراین این عامل را می‌توان عامل فنولوژی نامگذاری کرد. عامل سوم دارای بار عاملی مثبت و بالا برای صفت ارتفاع گیاه می‌باشد که می‌توان آن را عامل رشد رویشی نامید. بررسی همزا و همکاران (۱۰) در تجزیه مؤلفه‌های اصلی، منجر به شناسایی ۴ مؤلفه اول که ۸۷ درصد از تنوع کل را در بر می‌گرفتند، گردید.

جدول ۴- بردارهای مشخصه، ریشه‌های مشخصه، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر مؤلفه و نسبت تجمعی

Table 4. Eigen vectors, Eigen values, Portion and the cumulative variance percent

صفات	بردارهای مشخصه		
	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم
وزن هزار دانه	۰/۸۵	۰/۰۹	۰/۲۳
تعداد دانه در غلاف	۰/۶۹	۰/۱۲	۰/۱۹
تعداد روز تا رسیدگی	-۰/۰۷	۰/۸۵	-۰/۱۱
شاخص برداشت	۰/۷۲	-۰/۱۵	۰/۰۷
طول دوره گلدهی	-۰/۲۱	۰/۷۶	۰/۰۵
تعداد غلاف در بوته	۰/۲۶	۰/۰۸	۰/۱۴
تعداد روز تا شروع گلدهی	-۰/۰۶	۰/۷۹	۰/۱۵
عملکرد بیولوژیک	۰/۱۸	۰/۲۵	۰/۰۹
درصد روغن	۰/۱۳	-۰/۰۹	-۰/۰۶
ارتفاع بوته	-۰/۲۰	۰/۱۲	۰/۸۱
عملکرد دانه	۰/۵۶	۰/۰۴	۰/۰۷
نسبت واریانس توجیه شده	۰/۴۲	۰/۲۹	۰/۱۷
واریانس توجیه شده تجمعی	۰/۴۲	۰/۷۱	۰/۸۸
ریشه مشخصه	۳/۲۵	۲/۱۹	۱/۰۹

تجزیه عامل‌ها

از تجزیه عامل‌ها جهت شناسایی روابط موجود بین صفات و گروه‌بندی آنها بر اساس این روابط استفاده شده است (۲۹). در این تحقیق تجزیه عامل‌ها به روش مؤلفه‌های اصلی انجام گرفت. به‌منظور توجیه بهتر، عامل‌ها را به روش وریماکس (۱۱) دوران داده که در نهایت با توجه به توجیه منطقی عامل‌ها و تعداد ریشه‌های مشخصه بزرگتر از یک، تعداد معدودی عامل استخراج و مورد تشریح و تفسیر قرار گرفتند. در جدول ۵ نتایج حاصل از تجزیه عامل‌ها شامل بردار بار عامل‌های دوران یافته، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر عامل، نسبت تجمعی واریانس توجیه شده و ریشه‌های مشخصه مربوط به هر عامل نشان داده شده است. دو عامل استخراج شد که درصد واریانس توجیه شده توسط این عامل‌ها به ترتیب ۳۸ و ۲۷ درصد بود. عامل اول ۳۸ درصد از تغییرات کل را توجیه نمود و در عامل اول صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه دارای بار عامل‌های بزرگ و مثبت هستند، بنابراین این عامل را می‌توان عامل صفات مرتبط با عملکرد و یا عامل مقصد فیزیولوژیک تلقی نمود. زیرا با افزایش تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه، امکان ذخیره مواد فتوسنتزی بیشتری فراهم می‌شود. بنابراین، این عامل می‌تواند نقش مهمی را به‌عنوان شاخص انتخاب در برنامه‌های به‌نژادی و جهت تولید ارقام با عملکرد مطلوب ایفا کند. در عامل دوم که ۲۷ درصد از تغییرات را شامل می‌شود، صفات طول دوره گلدهی، تعداد روز تا شروع گلدهی و ارتفاع بوته دارای بار عامل‌های بزرگ و مثبت هستند که در نتیجه می‌توان این عامل را عامل رشد رویشی در نظر گرفت. در

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.29252/jcb.9.23.187]

واقع این متغیرهای فنولوژیک با اثر روی صفات، رشد رویشی مربوط به سرمایهٔ ثابت (ساختارهای درونی و ساخت مواد فتوسنتزی) سبب ذخیرهٔ مواد برای رشد زایشی گیاه می‌شوند. با استفاده از این عامل به عنوان شاخص انتخاب می‌توان ژنوتیپ‌های زودرس‌تر با ارتفاع کمتر را انتخاب نمود. همانطوری‌که مشاهده می‌شود. این اطلاعات پژوهشگر را قادر می‌سازد که تصمیم بگیرد برای افزایش عملکرد، انتخاب را چگونه انجام دهد.

جدول ۵- بردار بار عامل‌های دوران یافته، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر عامل، نسبت تجمعی واریانس توجیه شده و ریشه‌های مشخصه

Table 5. Rotated factor loadings, the proportion of variation contributed by each factor, Cumulative percentage of variance and Eigen-values

صفات	بار عامل‌های	
	اول	دوم
وزن هزار دانه	۰/۶۷	-۰/۰۵
تعداد دانه در غلاف	۰/۷۲	۰/۰۹
تعداد روز تا رسیدگی	-۰/۰۵	۰/۶۱
شاخص برداشت	۰/۱۲	۰/۱۴
طول دوره گلدهی	-۰/۱۹	۰/۷۳
تعداد غلاف در بوته	۰/۱۸	۰/۰۹
تعداد روز تا شروع گلدهی	-۰/۲۹	۰/۶۵
عملکرد بیولوژیک	۰/۲۳	۰/۱۳
درصد روغن	۰/۱۸	۰/۲۳
ارتفاع بوته	۰/۱۶	۰/۷۱
عملکرد دانه	۰/۶۵	۰/۱۵
نسبت واریانس توجیه شده	۳۸	۲۷
واریانس توجیه شده تجمعی	۳۸	۶۵
ریشه مشخصه	۲/۶۳	۱/۷۸

استفاده از روش چندمتغیره تجزیه به عامل‌ها در شناسایی عوامل مستقلی که به طور جداگانه بر صفات مهم گیاهی مؤثر باشند، بسیار حائز اهمیت است و روز به روز گسترش می‌یابد. باتوجه به استفاده از چرخش واریماکس که واریانس بین عوامل را حداکثر می‌کند، عواملی که درصد بیشتری از تغییرات بین صفات را توجیه کند از توجه و اهمیت بیشتری برخوردارند و باید ارزیابی شوند. بدین جهت صفات مؤثر در هر عامل شناسایی و عوامل نیز براساس مؤثرترین صفات نام‌گذاری می‌شوند. این روش بهبود ژنتیکی عوامل را به واسطهٔ صفات مرتبط با آنها امکان‌پذیر می‌سازد (۲۹). به وسیلهٔ تجزیه به عامل‌ها می‌توان همبستگی بین متغیرهای زیادی را در قالب تعداد کمتری از عوامل مستقل یا غیرهمبسته شرح داد. با این فرض که هر یک از متغیرهای اندازه‌گیری شده با یکی از عوامل استخراج شده همبستگی دارد، ولی خطاهای تصادفی هم وجود دارد. تجزیه به عامل‌ها براساس روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی که توسط هارمن شرح داده شده با استخراج بارهای عاملی همراه است (۱۱). در مطالعهٔ جداگانه‌ای در خصوص همبستگی و تجزیه به عامل‌ها در ژنوتیپ های کلزا مشخص شد سه عامل اول در مجموع ۸۱ درصد از تغییرات و تنوع بین صفات را توجیه کرد و همچین عامل اول را عامل سرمایهٔ ثابت و عامل‌های دوم و سوم را عامل سینک نام‌گذاری کرد (۲۵). رامعه (۲۶) در مطالعه‌ای از تجزیه عامل‌ها برای بررسی اثر متغیرهای موفولوژیکی بر کلزا ۴ عامل را استخراج نمود. که جمعاً ۸۶ درصد از تغییرات کل را توجیه کردند. رامعه (۲۵) تجزیه به عامل‌ها را برای صفات تعیین کننده عملکرد در ارقام کلزا بکار برد و ۳ عامل را استخراج نمود، که جمعاً ۷۴ درصد از تغییرات کل را توجیه کردند.

به‌طورکلی، نتایج حاصل از هم‌بستگی‌های ساده، رگرسیون مرحله‌ای، تجزیه به مؤلفه‌ها و تجزیه عامل‌ها مؤید یکدیگر بودند. به‌طوری‌که در ضرایب هم‌بستگی ساده، صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف بیشترین هم‌بستگی را با عملکرد دانه داشتند. تفکیک ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه با سایر صفات به اثرات مستقیم (ضرایب علیت) و غیرمستقیم از طریق تجزیه علیت نیز نشان داد که صفاتی مانند وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف اثر مستقیم مثبت و بالا بر عملکرد دانه در کلزا دارند. در روش رگرسیون گام‌به‌گام نیز این صفات بیشترین ضرایب تبیین را در مدل چند متغیره داشتند. نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌ها و تجزیه عامل‌ها نشان داد که افزایش عملکرد دانه عمدتاً در اثر افزایش وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف و کاهش مدت زمان پایان گل‌دهی و ارتفاع بوته می‌باشد. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان اظهار داشت که، برای گزینش غیرمستقیم عملکرد دانه کلزا و گزینش ژنوتیپ‌های برتر می‌توان از صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف اقدام نمود. با توجه به وراثت‌پذیری نسبتاً بالای صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف (۴) توصیه می‌گردد در برنامه‌های اصلاحی برای تعریف شاخص گزینش به منظور افزایش عملکرد دانه کلزا، از این صفات استفاده گردد.

تشکر و قدردانی

هزینه‌های مربوط به اجرای این تحقیق از محل اعتبارات پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر مربوط به طرح پژوهشی تحت عنوان" ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های کلزا (*Brassica napus* L) با استفاده از تجزیه و تحلیل آماری چند متغیره" تأمین شده است که بدینوسیله تشکر می‌گردد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.29252/jcb.9.23.187]

منابع

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. Bayat, M., B. Rabiei, M. Rabiee and A. Moumeni. 2008. Assessment of relationship between grain yield and important agronomic traits of rapeseed as second culture in paddy fields. Journal of Crop Production and Processing, 12: 475-486 (In Persian).
3. 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.
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. Farshadfar, A. 1996. Principle and multivariate methods. Razi University press. Kermanshah, 382 pp (In Persian).
7. 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.
8. Guertin, W.H. and J.P. Bailey. 1982. Introduction to Modern Factor Analysis. Edwards Brothers Inc, 265 pp.
9. Hamza, S., W.B. Hamida, A. Rebai and M. Harrabi. 2004. SSR-based genetic diversity assessment among Tunisian winter barley and relationship with morphological traits. Euphytica, 135: 107-118.
10. Harman, H.H. 1976. Modern Factor Analysis, Third Edition Revised. University of Chicago Press, 495 pp.
11. 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(3): 325-332.
12. Jeromela, A.M., R. Marinkovic., A. Mijic., Z. Zdunic and M. Jankulovska. 2008. Correlation and path analysis of quantitative traits in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). Agric. Conspec. Sciense, 73: 13-18.
13. Johnson, R.A. and D.W. Wichern. 1992. Applied multivariate statistical analysis. 3rded. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 767 pp.
14. Kakaei, M., A. Zebarjadi, A. Mostafaie and A. Rezaeizad. 2014. Genetic variation and traits interrelationship in some rapeseed genotypes using multivariate techniques under two moisture conditions. Journal of Applied Crop Breeding, 2: 31-45 (In Persian).
15. 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.
16. 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.
17. Majidi, M.M., M. Jafarzadeh Ghahdarijani, F. Rashidi and A. Mirlohi. 2016. Relationship of different traits in rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars under normal and drought conditions. Journal of Crop Breeding, 8: 65-55 (In Persian).
18. Manly, B.F.J. 2004. Multivariate Statistical Methods a Primer. 3rd ed., Chapman & Hall/CRC Inc., 226 p.
19. Mohammadi, S.A. and B.M. Prasanna. 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants salient statistical tools and considerations. Crop Science, 43: 1235-1248.
20. 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.
21. Naderi, R. and M. Toorchi. 2012. Path analysis of the relationships between yield and some related traits in canola (*Brassica napus* L.) under salinity stress conditions. Annals of Biological Research, 3: 1731-1734.
22. Naseri, F. 1990. Oil seed crops. Astan-ghods razavi press. Mashhad, 823 pp (In Persian).
23. Rahimi, M., Ramezani, M. and Ozoni Davaji, A. 2016. Investigation of path and correlation analysis of pattern and plant densities effect on two rapeseed cultivars. Journal of Crop Breeding, 8(19): 218-227. (In Persian).
24. Ramee, V. 2012. Correlation and factor analyses of quantitative traits in rapeseed (*Brassica napus* L.). Agriculture Innovations and Research, 1: 2319-1473.
25. Rameeh, V. 2013. Multivariate analysis of some important quantitative traits in rapeseed (*Brassica napus* L.) advanced lines. Journal of Oilseed Brassica, 4: 75-82.
26. Rameeh, V. 2014. Multivariate Regression Analyses of Yield Associated Traits in Rapeseed (*Brassica napus* L.) Genotypes. Advances in Agriculture Article ID, 6: 264-345.
27. Roostabaghi, B., H. Dehghan, B. Alizadeh and N. Sabaghnia. 2013. Study of diversity and evaluation of relationships between yield and yield components of rapeseed via multivariate methods. Journal of Crop production and processing, 2: 53-63 (In Persian).
28. 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.
29. Seiler, G.J. and R.E. Stafford. 1979. Factor analysis of components of yields in guar. Crop Science, 25: 905-908.
30. Sharma, S. 1996. Applied multivariate techniques. 1nd ed. John Wiley and Sons, 493 pp.
31. Vafaei, S.N., A. Tobeh, A. Taee and S. Jamaati-e-Somarin. 2010. Study of phenology, harvest index, yield, yield components and oil content of different cultivars of rain-fed safflower. World Applied Science Journal, 8: 820-827.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.29252/jcb.9.23.187]

Study the Relations between Grain Yield and Related Traits in Canola by Multivariate Analysis

Mohammad Moradi[1], Mehdi Soltani Hoveize[2] and Ehsan Shahbazi[3]

1- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran (Corresponding Author: moradim_17@yahoo.com)
2- Instructore, Department of Plant Breeding, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
3- Assistant Professor, College of Agriculture, Shahrekord University
Received: June 17, 2016 Accepted: August 28, 2016

Abstract

The efficiency of a breeding program depends mainly on the direction of the correlation between yield and its components and the relative importance of each component involved in contributing to seed yield. The objective of this study was to detection of traits affecting canola yield by multivariate analysis, at Khozestan Province, Iran, in the agricultural year in 2015–2016. A randomized complete block design with four replications was used. The results of stepwise regression analysis revealed that 1000-grain weight, number of pods per plant, HI and days to maturity significantly had more important effects respectively on seed yield. The results of path analysis indicated that the number of grain per pod and 1000-grain weight had the largest direct effects on the grain yield. According to the results of the principal component analysis, PC1 was moderately correlated with number of seeds per pod, 1000-seed weight, HI and seed yield. PC2 was moderately correlated with days to flowering, days to maturity and flowering period. The results of factor analysis exhibited two factors including sink factor (number of seeds per pod, 1000-seed weight and seed yield) and fixed capital factor (phonological traits). It seems that its seams possible to use these traits as selection criteria in breeding programs for improve seed yield of spring rapeseed cultivars.

Keywords: Canola, Factor Analysis, Principal Comp onents, Path analysis, Step-wais Regression

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.29252/jcb.9.23.187]