دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی روابط بین عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در ارقام کلزای بهاره با استفاده از تجزیه علیت

مهدی سلطانی حویزه[۱]، محمد مرادی[۲]، طیب ساکی‌نژاد[۳]، سعید ذاکرنژاد[۳] و عادل اعطا[۳]

۱- گروه اصلاح نباتات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران (نویسنده مسوول: soltani.m@iauahvaz.ac.ir)
۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران
۳- گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۶/۴/۱۰

چکیده

کارایی هر برنامه اصلاحی عمدتاً به همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد و اهمیت نسبی اجزای شرکت کننده در افزایش عملکرد دانه بستگی دارد. جهت تعیین مؤثرترین صفات در عملکرد دانه ارقام کلزا، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۷ ژنوتیپ در ٤ تکرار در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹٤ اجرا شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که ارقام کلزا از نظر تمامی صفات بررسی شده دارای اختلاف معنی‌داری بودند که می‌تواند بیانگر وجود تنوع ژنتیکی قابل استفاده در بین ارقام جهت داشتن یک انتخاب مؤثر برای بهبود عملکرد باشد. مقایسه میانگین ارقام بررسی شده نشان داد که ارقام RGS003 و هایولا٤٠١ بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. 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. رگرسیون گام به گام برای تمامی صفات نشان‌دهنده اهمیت و نقش تعیین کننده صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در غلاف و تعداد روز تا رسیدگی بر عملکرد ژنوتیپ‌ها بود. نتایج حاصل از تجزیه مسیر نشان داد که صفات تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه بیشترین اثر مستقیم و مثبت را بر عملکرد دانه دارا بودند. بنابراین امکان استفاده از این صفات برای بهبود عملکرد دانه در برنامه‌های اصلاحی ارقام بهاره کلزا به عنوان معیار انتخاب وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: همبستگی، رگرسیون گام به گام، تجزیه علیت و کلزا

مقدمه

کلزا به عنوان یک گیاه روغنی به طور متوسط حاوی ۴۰ تا ۴۵ درصد روغن در دانه است (۲۷). کلزا بعد از سویا مقام دوم را در تأمین روغن نباتی دارد. به طوری که حدود ۱۴/۷ درصد کل روغن نباتی را در جهان به خود اختصاص داده است (۳۲). 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 گردد، لذا مطالعهٔ به‌نژادی پیرامون گیاهان دانه روغنی از این نظر مهم به نظر می‌رسد. 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 امری اجتناب ناپذیر می‌باشد. در برنامه‌های اصلاح نباتات انتخاب بر اساس تعداد زیادی صفت زراعی که ممکن است بین آنها هم‌بستگی مثبت و منفی وجود داشته باشد صورت می‌گیرد، لذا استفاده از روش‌های تجزیه و تحلیلی که بدون از بین بردن حجم زیادی از اطلاعات مفید، تعداد صفات مؤثر در عملکرد را کاهش دهند، برای پژوهشگران مفید می‌باشند (۱۱). مطالعات مختلف برای بررسی عملکرد و اجزای عملکرد کلزا نشان داده است که وزن هزار دانه (۳۳)، تعداد غلاف در بوته (۱۴)، تعداد دانه در غلاف (۲۲) و ارتفاع بوته (۱۸) 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 (۷). هم‌چنین صفاتی از قبیل شاخص برداشت، ارتفاع بوته و تعداد غلاف ساقه اصلی نیز در افزایش یا کاهش عملکرد دانه کلزا مؤثر می‌باشند (۳۳). عملکرد کلزا، مشابه سایر گیاهان زراعی، یک صفت کمی است و دارای اجزایی است که ارتباط تنگاتنگی با آن دارند. با توجه به وراثت پایین عملکرد دانه در مقایسه با اجزای آن، گزینش بر مبنای این اجزا در نسل‌های در حال تفکیک مفیدتر از گزینش برای عملکرد دانه است (۱۳). اگر چه در تعیین میزان و تبیین روابط بین صفات از ضرایب همبستگی زیاد استفاده می‌شود، ولی گاهی ممکن است گمراه‌کننده باشند، چرا که همبستگی بالای بین دو صفت ممکن است نتیجه اثرات غیر مستقیم صفات دیگر باشد، در ضمن استفاده از تجزیه همبستگی ساده، به طور کلی قادر نخواهد بود روابط بین صفات را توضیح دهد (۵). در این نوع مطالعات انتخاب بر اساس همبستگی‌های ساده، به تنهایی نمی‌تواند نتایج کاملاً مطلوبی داشته باشد، لذا ضروری است که اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مؤثر بر عملکرد دانه تعیین گردند (۵). در این راستا روش تجزیه علیت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۶). روش تجزیه علیت به عنوان روشی برای تعیین اهمیت صفات مؤثر بر عملکرد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش ماهیتی مشابه همبستگی‌های ساده را دارد و میزان اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای وابسته را تعیین می‌کند (۷). روستاباغی و همکاران (۳۰) گزارش کردند که عملکرد دانه کلزا دارای همبستگی مثبتی با وزن هزار دانه، شاخص برداشت، تعداد

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.125]

شاخه فرعی در بوته و طول دوره رسیدگی است. نتایج حاصل از رگرسیون گام به گام نشان داد که صفات وزن هزار دانه و پایان گل‌دهی بیشترین تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. همچنین تجزیه علیت نیز نشان داد که صفات وزن هزار دانه و پایان گل‌دهی اثر مستقیم قابل توجهی بر عملکرد دانه دارند. مورات و هدتین (۲۳) با بررسی همبستگی و تجزیه علیت بین صفات در ارقام کلزا گزارش کردند 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 است. نتایج حاصل از تجزیه علیت نشان داد که صفات وزن هزار دانه، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف دارای بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه هستند. صباغ‌نیا و همکاران (۳۱) با بررسی همبستگی و تجزیه علیت صفات مختلف در ۴۹ ژنوتیپ کلزا گزارش کردند که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با اکثر صفات بررسی شده به جزء صفات قطر ساقه و تعداد روز تا شروع گل‌دهی وجود دارد. در این مطالعه بیشترین اثر مستقیم را صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، شاخص برداشت، روز تا رسیدگی و وزن هزار دانه بر روی عملکرد دانه داشتند. مجیدی و همکاران (۱۹) در کلزا گزارش کردند که عملکرد دانه با صفات تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد. در نتایج حاصل از رگرسیون گام به گام صفات تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در واحد سطح و وزن هزار دانه بیشترین سهم را در توجیه عملکرد دانه به خود اختصاص دادند. نادری و تورچی (۲۴) با بررسی همبستگی و تجزیه علیت بین صفات در ژنوتیپ‌های کلزا نشان دادند که تعداد غلاف در بوته بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد دانه دارد. روستاباغی و همکاران (۳۰) در رگرسیون گام به گام عملکرد کلزا با سایر صفات، نشان دادند که وزن هزار دانه و پایان گل‌دهی بیشترین تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌کنند. ایوانوسکا و همکاران (۱۳) در بین صفات بررسی شده در کلزا، وزن هزار دانه را به عنوان یکی از مهم‌ترین صفات درگیر در عملکرد دانه شناسایی کردند. رحیمی و همکاران (۲۶) گزارش کردند که صفت تعداد غلاف در بوته بیشترین اثر مستقیم را بر روی عملکرد دانه دارد. و بنابراین می‌تواند به عنوان مهمترین صفت جهت بهبود عملکرد دانه معرفی گردد. با توجه به نیاز کشور به کلزا برای تأمین نیازهای داخلی، اجرای برنامه‌های اصلاحی در این گیاه روغنی بسیار ضروری است. لذا استفاده از روش آماری مختلف به منظور شناسایی صفات مهم و تأثیرگذار بر عملکرد و تعیین میزان سهم نسبی هر یک، برای نیل به اهداف اصلاحی موفق مفید خواهد بود. لذا هدف از این پژوهش، شناسایی صفات مهم و تأثیرگذار و تعیین میزان سهم نسبی هر یک بر عملکرد دانه کلزا توسط روش‌های آماری به منظور استفاده در برنامه‌های به‌نژادی است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور شناسایی صفات مهم و تأثیرگذار بر عملکرد دانه ارقام کلزای بهاره با استفاده از روش‌های آماری همبستگی و تجزیه علیت، در مزرعه‌ای در صفی‌آباد واقع در ۱۸ کیلومتری جنوب شهرستان دزفول با ارتفاع ۸۲ متر از ۲۳ دقیقه شرقی و ۳۲ درجه و ۲۴ دقیقه شمالی در قالب طرح بلوک‌های سطح دریا با طول و عرض جغرافیایی به ترتیب ۴۸ درجه و کامل تصادفی با چهار تکرار در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل ۱۶ رقم کلزای تیپ بهاره دو صفر به همراه رقم هیبرید هایولا۴۰۱ به عنوان شاهد بودند. 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، کودپ مورد نیاز بر اساس آزمایش تجزیه خاک به میزان ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار و ۱۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم بود. مبارزه شیمیایی با علفهای هرز توسط علفکش ترفلان که به صورت یکنواخت در سطح مزرعه پخش شد و به وسیله دیسک سبک با خاک مخلوط گردید انجام گردید و در صورت نیاز مرحله شش برگی 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 رقابت‌کننده 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. قبل از تجزیه دادها آزمون نرمال بودن دادها توسط نرم‌افزار آماری Minitab انجام شد. از تجزیه رگرسیون گام به گام به‌منظور تعیین صفاتی که بیشترین توجیه را در تغییرات عملکرد دانه داشتند و ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات با استفاده از نرم‌افزار SAS محاسبه شد. با استفاده از نرم‌افزار آماری Path analysis نیز تجزیه ضرایب مسیر برای تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات بررسی شده بر عملکرد دانه استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین

نتایج حاصل از تجزیه واریانس ساده صفات نشان داد (جدول ۱) که بین ارقام از نظر تمامی صفات اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت که می‌تواند بیانگر وجود تنوع ژنتیکی قابل استفاده در بین ارقام جهت داشتن انتخاب مؤثر برای بهبود عملکرد، زودرسی و نیز انتخاب ژنوتیپ‌های برتر باشد. بیشترین ضریب تغییرات فنوتیپی مربوط به صفت تعداد غلاف در بوته بود. همچنین کمترین میزان ضریب تغییرات فنوتیپی ژنوتیپ‌ها مربوط به تعداد روز تا رسیدگی بود که نشان‌دهنده کمترین درصد تنوع مشاهده شده بین صفات است. میانگین عملکرد ۲۸۳۰ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد (جدول ۲). وجود تنوع ژنتیکی

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.125]

مناسب در بین مواد گیاهی مطالعه شده می‌تواند اصلاح‌گر را در کشف روابط بین صفات یاری کرده و کارایی انتخاب را افزایش دهد (۲۳). مقایسه میانگین ارقام بررسی شده نشان داد که ارقام RGS003 و هایولا۴۰۱ به ترتیب با متوسط عملکرد دانه ۳۳۵۸ و ۳۳۲۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. عملکرد بیشتر این ارقام نسبت به دیگر ارقام مورد بررسی در این پژوهش ممکن است بدلیل وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف بیشتر باشد. رقم Amica با متوسط عملکرد ۱۷۹۲ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد (جدول ۲). مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک ارقام بررسی شده نشان داد (جدول ۲) که بیشترین مقدار این صفت ۱۱۶۱۷/۴ کیلوگرم در هکتار به رقم هایولا۴۰۱ تعلق داشت و ارقام RGS003 و Kimberley به ترتیب با ۱۰۹۶۸/۸ و ۱۰۵۴۳/۴ کیلوگرم در هکتار در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. رقم Amica با متوسط ۷۴۶۷/۹ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد بیولوژیک را داشت (جدول ۲). توانایی و راندمان یک گیاه زراعی در تبدیل بیوماس کل به عملکرد دانه را شاخص برداشت می‌نامند (۳۳). مقایسه میانگین ارقام بررسی شده نشان داد (جدول ۲) که ارقام RGS003 و هایولا۴۰۱ به ترتیب با متوسط شاخص برداشت ۳۲/۱ و ۳۱/۱ درصد بیشترین شاخص برداشت را دارا هستند و ارقام S-83 و Hysun110 به ترتیب با متوسط شاخص برداشت ۲۳/۴ و ۲۳/۶ درصد رتبه‌های بعدی را به خود اختصاص دادند (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد، اجزای عملکرد و صفات فنولوژیکی در ارقام کلزا

Table 1. Analysis of variance of yield, yield-componants and phenological traits in rapeseed cultivars

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد غلاف در بوته	عملکرد بیولوژیک	تعداد دانه در غلاف
بلوک	۳	۹۸۶/۳**	۱۲/۵۲^{ns}	۱۵۳۶/۸*	۲۰۱۳/۸*	۱۸/۳۸*
تیمار	۱۶	۷۹۷۴/۸**	۵۳/۶۸**	۲۶۸۹/۵**	۳۸۴۵/۳**	۵۸/۲۴**
خطا	۴۸	۸۲۵/۶	۶/۲۵	۲۱۸/۳	۵۴۲/۶	۵/۴۶
ضریب تغییرات		۱۲/۶۴	۱۰/۷۱	۱۸/۶۲	۱۶/۴۳	۷/۳۸

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱ درصد.

ادامه جدول ۱

Continued of Table 1

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		درصد روغن	ارتفاع بوته	تعداد روز تا شروع گلدهی	طول دوره گلدهی	شاخص برداشت	تعداد روز تا رسیدگی
بلوک	۳	۲۵/۶۲*	۱۵/۲۳*	۲/۳۵^{ns}	۱/۱۵^{ns}	۱۸۵/۷**	۵۲/۲۳**
تیمار	۱۶	۹۱/۵۸**	۶۵/۳۶**	۸/۲۹**	۶/۳۶**	۱۴۲/۶**	۲۵/۱۶**
خطا	۴۸	۷/۵۶	۶/۰۹	۲/۷۶	۲/۵۷	۵۲/۱۲	۲/۵۶
ضریب تغییرات		۴/۹۴	۵/۷۲	۴/۸۷	۵/۱۶	۱۱/۲۴	۲/۹۷

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱ درصد.

تعداد غلاف در بوته یکی از اجزا مهم و کلیدی تعیین‌کننده عملکرد در کلزا شناخته شده است. این صفت به عواملی از قبیل واریته، خاک مناسب و شرایط محیطی بستگی دارد (۳۳). مقایسه میانگین ارقام بررسی شده نشان داد (جدول۴-۲) که بیشترین تعداد غلاف در بوته به میزان ۴۳۵ عدد به رقم S-83 تعلق داشت و ارقام Hysun110 و RG405/02 به ترتیب با ۳۵۰ و ۳۳۷ غلاف در بوته در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. اگرچه این ارقام توانستند بیشترین تعداد غلاف در بوته را در بین سایر ارقام تولید کنند اما عملکرد دانه آنها پایین بود، زیرا اکثر غلاف‌های در این ارقام مخصوصاً غلاف‌های موجود در روی شاخه‌های فرعی کوچک بوده و تعداد دانه کمی در آنها تولید شد. این موضوع به دلیل برخورد دوره گلدهی و پرشدن دانه این ارقام با گرمای آخر فصل می‌باشد. کمترین تعداد غلاف در بوته مربوط به رقم RGS006 بود (جدول ۲). یکی دیگر از اجزای عملکرد کلزا وزن هزار دانه است. وزن هزار دانه به میزان هیدرات‌کربن ذخیره شده در زمان شروع پرشدن دانه و ژنوتیپ گیاه بستگی دارد (۳۲). وزن هزار دانه یک عامل مهم تعیین‌کننده عملکرد دانه در کلزا است و نقش اساسی در پتانسیل عملکرد دانه دارد (۳۰). مقایسه میانگین وزن هزار دانه ارقام (جدول ۲) نشان داد که از نظر وزن هزار دانه رقم RGS003 با متوسط وزن هزار دانه ۴/۱ گرم، با ۵/۱ درصد برتری نسبت به شاهد دارای بیشترین وزن هزار دانه و رقم هایولا۴۰۱ از نظر وزن هزار دانه با متوسط ۳/۹ گرم در رتبه بعدی قرار داشت (جدول ۲).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.125]

کمترین وزن هزار دانه (۲/۱ گرم) مربوط به رقم Kimberie بود. مقایسه میانگین ارقام نشان داد (جدول ۲) که از نظر تعداد دانه در غلاف ارقام هایولا۴۰۱، RG405/02، Kimberiey و RGS006 با متوسط ۲۷ دانه در هرغلاف دارای بیشترین تعداد دانه در غلاف بودند. ولی رقم S-83 با میانگین ۴ دانه در غلاف دارای کمترین تعداد دانه در غلاف بود. به همین دلیل باعث شد که رقم S-83 علی‌رغم میانگین وزن هزار دانه بالا، عملکرد بالایی نداشته باشد. این موضوع بیانگر این است که عملکرد دانه ارقام مورد بررسی بیشتر تحت تأثیر صفت تعداد دانه در غلاف و سپس وزن هزار دانه قرار دارد. ارتفاع نهایی بوته نشان‌دهنده رفتار رویشی یک گیاه است. به غیر از خصوصیات ژنتیکی رقم، فاکتورهای محیطی نیز در تعیین ارتفاع بوته نقش اساسی دارند (۳۳). مقایسه میانگین ارقام بررسی شده نشان داد (جدول ۲) که رقم S-83 با متوسط ۲۶۲ سانتی‌متر رتبه اول و بقیه ارقام در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. کمترین ارتفاع بوته به میزان ۱۶۶ سانتی‌متر مربوط به رقمKimberiey بود. با توجه به نتایج حاصل از جدول ۲ ارقام RG405/02، S-83، Amica و Sarigolبیشترین تعداد روز تا شروع گلدهی را به خود اختصاص دادند و رقم Hysun11 کمترین تعداد روز تا شروع گلدهی را دارا بود. از نظر تعداد روز تا رسیدگی نیز ارقام، S-83، Amica و Sarigol و RGS003 رتبه اول و بقیه ارقام در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. از نظر طول دوره گلدهی ارقام Hysun110 و RG405/03 به ترتیب رتبه اول و آخر را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). مقایسه میانگین ارقام بررسی شده نشان داد (جدول ۲) که بیشترین میزان روغن به میزان ۴۵/۳، ۴۴/۷ و ۴۴/۵ درصد به ترتیب به ارقام هایولا۴۰۱، RG4403 و RGAS0324 و کمترین درصد روغن به رقم S-83 تعلق داشت.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.125]

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد، اجزای عملکرد و صفات فنولوژیکی در ارقام کلزا*

Table 3. Comparison of Means of yield, yield-componants and phenological traits in rapeseed cultivars*

ردیف	نام رقم	عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلو گرم در هکتار)	تعداد غلاف در بوته	شاخص برداشت	تعداد دانه در غلاف	درصد روغن	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	تعداد روز تا شروع گلدهی	طول دوره گلدهی	تعداد روز تا رسیدگی
۱	RGS003	۳۳۵۸^{a}	۴/۱^{ab}	۱۰۹۶۸/۸^{b}	۲۰۰^{de}	۰/۳۲۱^{a}	۲۷^{a}	۴۱/۳^{ab}	۱۸۲^{b}	۱۱۰^{b}	۲۴^{g}	۱۳۴^{bc}
۲	RG405/03	۲۶۱۹^{bcd}	۳/۲^{bcd}	۱۰۱۷۳/۲^{bc}	۲۶۸^{bcd}	۰/۲۶۸^{b}	۲۰^{c}	۳۸/۱^{b}	۱۸۱^{b}	۱۱۴^{a}	۱۸^{h}	۱۳۲^{c}
۳	Kimberley	۲۷۴۴^{bc}	۲/۹^{cd}	۱۰۵۴۳/۴^{bc}	۲۷۱^{bcd}	۰/۲۷۲^{b}	۲۷^{a}	۴۲/۲^{ab}	۱۶۶^{b}	۹۴^{e}	۳۶^{c}	۱۳۱^{c}
۴	RGS006	۲۴۰۶^{cde}	۳/۲^{bcd}	۹۶۴۷/۲^{c}	۱۶۲^{e}	۰/۲۵۴^{bc}	۲۸^{a}	۴۱/۷^{ab}	۱۸۹^{b}	۱۰۴^{c}	۲۸^{f}	۱۳۲^{c}
۵	RGAS0324	۲۴۰۶^{cde}	۳/۴^{bcd}	۹۵۸۴/۳^{c}	۲۴۴^{cde}	۰/۲۵۳^{bc}	۲۴^{b}	۴۴/۵^{a}	۱۸۷^{b}	۱۰۲^{d}	۳۱^{e}	۱۳۴^{bc}
۶	Amica	۱۷۹۲^{e}	۲/۶^{de}	۷۴۶۷/۹^{d}	۲۵۰^{be}	۰/۲۴۲^{c}	۲۳^{b}	۴۱/۵^{ab}	۱۷۴^{b}	۱۱۵^{a}	۲۷^{f}	۱۴۲^{ab}
۷	RG4403	۲۴۹۷^{cde}	۳/۷^{abc}	۸۷۶۹/۸^{cd}	۲۱۰^{de}	۰/۲۵۶^{bc}	۲۲^{bc}	۴۴/۷^{a}	۱۷۴^{b}	۹۴^{e}	۴۹^{a}	۱۴۳^{ab}
۸	S-83	۲۰۱۴^{de}	۳/۱^{bcd}	۸۵۶۷/۹^{cd}	۴۳۵^{a}	۰/۲۳۴^{d}	۴^{d}	۲۸/۴^{c}	۲۶۲^{a}	۱۱۵^{a}	۳۴^{cd}	۱۴۹^{a}
۹	Hysun110	۱۹۴۷^{de}	۲/۱^{e}	۹۵۶۵/۸^{c}	۳۵۰^{b}	۰/۲۳۶^{d}	۲۲^{bc}	۴۰/۲^{ab}	۱۸۶^{b}	۹۴^{e}	۴۷^{a}	۱۴۲^{ab}
۱۰	RG405/02	۲۳۶۷^{cde}	۳/۲^{bcd}	۹۹۸۷/۹^{bc}	۳۳۷^{bc}	۰/۲۵۴^{bc}	۲۴^{b}	۴۲/۵^{ab}	۱۹۰^{b}	۹۴^{e}	۳۸^{b}	۱۳۲^{bc}
۱۱	Sarigol	۲۲۶۹^{cde}	۲/۶^{de}	۹۴۷۸/۵^{c}	۲۲۴^{de}	۰/۲۵۶^{bc}	۲۰^{c}	۳۹/۹^{ab}	۱۹۳^{b}	۱۱۴^{a}	۳۲^{de}	۱۴۶^{a}
۱۲	Hyola401	۳۳۲۹^{ab}	۳/۹^{ab}	۱۱۶۱۷/۴^{a}	۳۵۷^{bc}	۰/۳۱۴^{a}	۲۷^{a}	۴۵/۳^{a}	۱۷۵^{b}	۹۴^{e}	۳۴^{cd}	۱۲۸^{d}
۱۳	Hyola308	۲۵۸۶^{cd}	۲/۸^{bcd}	۸۵۶۴/۲^{cd}	۲۳۸^{cde}	۰/۲۶۲^{bc}	۲۳^{b}	۳۸/۷^{ab}	۱۷۶^{b}	۹۵^{e}	۳۳^{e}	۱۲۸^{bc}
۱۴	Hyola60	۲۴۵۸^{cde}	۲/۶^{de}	۸۴۲۷/۹^{cd}	۲۴۵^{be}	۰/۲۴۱^{c}	۲۳^{b}	۴۱/۶^{ab}	۱۷۴^{b}	۱۱۳^{ab}	۳۳^{cd}	۱۴۶^{b}
۱۵	PF	۲۱۹۸^{cde}	۳/۴^{bcd}	۹۵۸۴/۳^{c}	۲۴۴^{cde}	۰/۲۵۳ ^{bc}	۲۴^{b}	۴۴/۵^{a}	۱۸۷^{b}	۱۰۲^{d}	۳۱^{e}	۱۳۳^{bc}
۱۶	Option500	۲۰۶۲^{de}	۲/۶^{de}	۷۴۶۷/۹^{d}	۲۵۰^{be}	۰/۲۴۲^{c}	۲۳^{b}	۴۱/۵^{ab}	۱۷۴^{b}	۱۱۵^{a}	۲۷^{f}	۱۴۲^{ab}
۱۷	Hyola420	۲۵۴۶^{cd}	۲/۷^{bcd}	۸۴۸۵/۲^{cd}	۲۴۱^{cde}	۰/۲۵۸^{bc}	۲۲^{bc}	۳۷/۹^{ab}	۱۷۳^{b}	۹۸^{de}	۳۲^{e}	۱۳۰^{c}

*: میانگین‌های دارای حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد نیستند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.125]

ضرایب همبستگی

ضرایب همبستگی بین صفات در ارقام کلزای مورد مطالعه، در جدول ۳ 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 تحقیقات بیات و همکاران (۲)، ایوانووسکا و همکاران (۱۳)، جرومالا و همکاران (۱۴) و رامعه (۲۸) با نتایج این تحقیق مشابهت داشت. برادران و همکاران (۱) گزارش کردند که ضریب همبستگی عملکرد دانه با صفات تعداد غلاف در بوته عملکرد بیولوژیک و درصد روغن معنی‌دار است. رحیمی و همکاران (۲۶) گزارش کردند عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری را با تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد شاخه‌های فرعی دارد، در حالی که با صفت ارتفاع بوته همبستگی منفی و معنی‌داری دارد. دهقانی و همکاران (۷) در یک آزمایش دوساله در کلزا گزارش کردند که عملکرد دانه در سال اول با تعداد شاخه فرعی در بوته و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار و در سال دوم فقط با وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. ایوانووسکا و همکاران (۱۳) نشان دادند که وزن هزار دانه بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه دارد. همچنین همبستگی عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت مثبت و در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

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. همبستگی عملکرد دانه با تعداد روز تا رسیدگی منفی و در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. (جدول ۳). جرومالا و همکاران (۱۴) در ارقام کلزا همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه در بوته با ارتفاع بوته، درصد روغن دانه و وزن هزار دانه گزارش کردند. نتایج این تحقیق با نتایج سایر محققان نظیر بیات و همکاران (۲) مطابقت داشت. 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 هرچه مراحل نموی، زودتر و به موقع، آغاز یا تکمیل شده‌اند و به عبارتی از نظر عددی کاهش یافته‌اند، عملکرد دانه افزایش یافته است (جدول ۳). همبستگی وزن هزار دانه با صفات تعداد دانه در غلاف و با 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.

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی در ۱۷ رقم بهاره کلزا

Table 3. Correlation coefficient among the characteristics in 17 rapeseed 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 بوته	۰/۳۵	۰/۰۷	۱							
۴- تعداد دانه در غلاف	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 گلدهی	-۰/۱۲	-۰/۱۴	۰/۳۱	-۰/۲۷	-۰/۲۸	۰/۳۲	۱			
۸- تعداد روز تا رسیدگی	-۰/۶۴**	-۰/۵۲*	۰/۱۲	-۰/۶۸**	۰/۳۹	۰/۴۳	-۰/۲۵ns	۱		
۹- طول دوره گلدهی	-۰/۴۷*	-۰/۴۹*	۰/۲۸	-۰/۱۹	۰/۰۸	۰/۲۱	-۰/۳۵	۰/۴۵	۱	
۱۰- عملکرد بیولوژیک	۰/۵۴*	۰/۱۸	۰/۴۲*	۰/۲۷	-۰/۴۳	۰/۰۹	-۰/۴۷*	-۰/۳۰	-۰/۱۸	۱
۱۱- شاخص برداشت	۰/۵۸*	۰/۵۳*	۰/۳۵	۰/۴۱	-۰/۵۱*	-۰/۲۳	۰/۲۷	-۰/۵۶*	-۰/۳۴	-۰/۳۹

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱ درصد

وزن هزار دانه با سایر صفات همبستگی مثبت و ناچیزی داشت (جدول ۳). همبستگی تعداد دانه در غلاف با صفات ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیک مثبت و در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. همبستگی تعداد غلاف در بوته با صفت درصد روغن منفی و در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). همبستگی شاخص برداشت با صفات درصد روغن و تعداد روز تا رسیدگی منفی و در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). برادران و همکاران (۱) گزارش کردند که شاخص 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 (۱۳) رابطه وزن هزار دانه را با تعداد دانه در غلاف مثبت و

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.125]

معنی‌داری و با تعداد روز تا شروع گل‌دهی و تعداد روز تا خاتمه گل‌دهی منفی و معنی‌دار گزارش کردند.

تجزیه رگرسیون گام به گام

به منظور تعیین مهم‌ترین صفات مؤثر در عملکرد دانه و حذف متغیرهای کم اهمیت و برای شروع تجزیه علیت، ابتدا تجزیه رگرسیون گام به گام انجام شد. نتایج تجزیه رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد دانه به عنوان متغیر تابع و صفات دیگر (به جزء صفات شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک) به عنوان متغیرهای مستقل در جدول ۴ نمایش 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 و رسیدگی فیزیولوژیکی با ضریب تبیین ۱۲/۳ درصد، به ترتیب وارد مدل شدند. این صفات ۷۸/۵ درصد از تغییرات مدل رگرسیون مربوط را توجیه می‌کنند (جدول ۴). به‌طورکلی با توجه به نتایج حاصل از رگرسیون گام به گام 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 اجزای عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مطالعه شده هستند و می‌توانند در برنامه‌های اصلاحی برای گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد بالاتر مورد توجه قرار گیرد. بنابراین می‌توان استنباط کرد که صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف در ژنوتیپ‌های بررسی شده در انتخاب برای عملکرد بالا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. روستاباغی و همکاران (۳۰) در رگرسیون گام به گام عملکرد کلزا با سایر صفات، گزارش کردند که وزن هزار دانه و پایان گل‌دهی بیشترین تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌کند. نتایج مطالعه رامعه (۲۵) 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. مجیدی و همکاران (۲۲) در رگرسیون گام به گام در کلزا نشان دادند که صفات تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در واحد سطح و وزن هزار دانه بیشترین سهم را در توجیه عملکرد دانه داشتند. برادران و همکاران (۱) با استفاده از رگرسیون گام به گام در کلزا نتیجه گرفتند که صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، درصد روغن و تعداد گره در ساقه در مدل رگرسیونی وارد شده و در مجموع ۷۸ درصد از تنوع عملکرد دانه را توجیه کردند. در مطالعه مذکور، صفت تعداد غلاف در بوته به تنهایی بخش عمده‌ای از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرد. در مطالعات مشابهی، نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام نشان داد که دو صفت تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف نقش تعیین کننده و مهمی در توجیه عملکرد دانه داشتند (۱۳). با توجه به نتایج به دست آمده و همچنین 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

به منظور درک بهتر و تفسیر دقیق‌تر نتایج به دست آمده از همبستگی‌های ساده و رگرسیون گام به گام، متغیرهای وارد شده در مدل رگرسیون، تجزیه علیت شدند. این صفات در مجموع ۸۵/۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات بر عملکرد دانه در جدول ۵ نمایش داده شده است. با توجه به نتایج به دست آمده، در بین صفات بررسی شده، وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف بیشترین اثر مستقیم مثبت و معنی‌دار را بر عملکرد دانه دارا بودند (به ترتیب ۰/۶۳ و ۰/۸۱). اثر غیرمستقیم وزن هزار دانه بر عملکرد از طریق تعداد دانه در غلاف مثبت و بالا بود (۰/۳۴). ولی آثار غیرمستقیم این صفت از طریق صفت تعداد روز تا رسیدگی منفی و کم بود (۰/۱۶-). اثر غیرمستقیم تعداد دانه در غلاف از طریق وزن هزار دانه بر عملکرد دانه مثبت و کم بودند (۰/۲۱). ولی اثر غیرمستقیم این صفت از طریق تعداد روز تا رسیدگی بر عملکرد منفی و نسبتاً زیاد بود (۰/۲۴-). نتایج حاصل از این تحقیق در این بخش مشابه با نتایج آزمایش‌های سایر محققین (۱،۹،۱۳،۳۰) بود. در این تحقیقات نیز گزارش شده بود که صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف بیشترین اثر بر عملکرد دانه هستند. از نظر فیزیولوژیک نیز انتظار می‌رود صفت وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف دارای بیشترین تأثیر بر عملکرد دانه باشند، در صورتی که در بررسی جروملا و همکاران (۱۴) در ارقام کلزا صفات ارتفاع بوته و تعداد غلاف در بوته بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه در بوته داشتند. در مقابل، برخی محققین نیز گزارش کرده‌اند که صفت تعداد غلاف در بوته دارای بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه است و بعد از آن صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف دارای بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه می‌باشند (۲۳). رحیمی و همکاران (۲۶) در کلزا گزارش کردند که صفت تعداد غلاف در بوته بیشترین اثر مستقیم را نسبت به سایر صفات و کمترین اثر غیرمستقیم را از طریق صفات دیگر بر روی عملکرد دانه دارد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.125]

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

Table 4. The results of stepwise regression analysis for seed yield as the response variable and yield-related traits as pridictor variables

مرحله ورود متغیر به مدل	متغیر وارد شده به مدل	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	رسیدگی فیزیولوژیکی	۰/۱۲۳	۲۵/۶۸	۱۹/۵*	۰/۷۸۵

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

جدول ۵- آثار مستقیم (روی قطر) و غیرمستقیم وزن هزار دانه، تعداد دانه در غلاف و تعداد روز تا رسیدگی بر عملکرد دانه کلزا

Table 5. Direct (ondiagonal) and indirect effects of 1000-seed weight, number of seeds per pod and days to physiological maturity on seed yield canola

	وزن هزار دانه	تعداد دانه در غلاف	تعداد روز تا رسیدگی	ضریب همبستگی با عملکرد دانه	اثرات باقیمانده
وزن هزار دانه	۰/۶۳**	۰/۳۴	-۰/۱۶	۰/۸۱**	
تعداد دانه در غلاف	۰/۲۱	۰/۸۱**	-۰/۲۴	۰/۷۸**	
تعداد روز تا رسیدگی	-۰/۱۷	-۰/۱۲	-۰/۳۵*	-۰/۶۴**	۰/۲۶

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱ درصد

به طورکلی، نتایج حاصل از هم‌بستگی‌های ساده، رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت تأییدکننده یکدیگر بودند. به طوری که 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 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 گام به گام نیز این صفات بیشترین ضرایب تبیین را در مدل چند متغیره به خود اختصاص دادند. با توجه به نتایج به دست آمده و وراثت‌پذیری نسبتاً بالای صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف (۴) می‌توان در برنامه‌های اصلاحی برای تعریف شاخص انتخاب 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 اهواز مربوط به طرح پژوهشی تحت عنوان "ارزیابی روابط بین عملکرد و اجزای عملکرد کلزا به روش تجزیه علیت" تأمین گردیده است که بدینوسیله تشکر می‌گردد.

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(45): 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. Darroch, A.B. and R.J. Baker. 1995. To measures of grain filling in spring wheat. Crop Science 35: 164-167.
6. Duarte, R.A. and M.W. Adams. 1972. Apath coefficient analysis of some yield component interrelations in field beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Crop Sciense, 12: 579-582.
7. Dehghani, H., H. Omidi and N. Sabaghnia. 2008. Graphic analysis of relation of rapeseed using the biplot method. Agronomy Journal, 10: 143-149.
8. Farshadfar, A. 1996. Principle and multivariate methods. Razi University press. Kermanshah. Iran (In Persian).
9. 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.
10. Guertin, W.H. and J.P. Bailey. 1982. Introduction to Modern Factor Analysis. Edwards Brothers Inc., Michigan.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.125]

11. 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.
12. Harman, H.H. 1976. Modern Factor Analysis, Third Edition Revised, University of Chicago Press.
13. 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.
14. 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.). Agriculturae Conspectus Scientificus, 73(1): 13-18.
15. Johnson, R.A. and D.W. Wichern. 1992. Applied multivariate statistical analysis. 3rded. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 767 pp.
16. 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(1): 31-45 (In Persian).
17. 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.
18. 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.
19. 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(17): 55-65 (In Persian).
20. Manly, B.F.J. 2004. Multivariate Statistical Methods a Primer. 3rd ed., Chapman & Hall/CRC Inc., 226 pp.
21. 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(17): 55-65 (In Persian).
22. 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.
23. 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.
24. 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 (4): 1731-1734.
25. Naseri, F. 1990. Oil seed crops. Astan-ghods razavi press. Mashhad. Iran. 823 pp (In Persian).
26. Rahimi, M., M. Ramezani, and A. Ozoni Davaji. 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).
27. Ramee, V. 2012. Correlation and factor analyses of quantitative traits in rapeseed (*Brassica napus* L.). Agriculture Innovations and Research, 1(1): 19-73.
28. Rameeh, V. 2013. Multivariate analysis of some important quantitative traits in rapeseed (*Brassica napus* L.) advanced lines. Journal of Oilseed Brassica, 4(2): 75-82.
29. Rameeh, V. 2014. Multivariate regression analyses of yield associated traits in rapeseed (*Brassica napus* L.) genotypes. Advances in Agriculture, 2014. Article ID 626434, 5 pages.
30. 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(6): 53-63 (In Persian).
31. 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.
32. Safari, S. and A.A. Mehrabi. 2016. Genetic relationships of rapeseed cultivars revealed by RAPD markers. Journal of Crop Breeding, 8(19): 170-177 (In Persian).
33. Sana, M., A. Ali, M.A. Malik, F.M. Saleem and M. Rafiq. 2003. Comparative yield potential and oil contents of canola cultivars (*Brassica napus* L.). Pakistan Journal of Agronomy, 2(1): 1-7.
34. Seiler, G.J. and R.E. Stafford. 1979. Factor analysis of components of yields in guar. Crop Science, 25: 905-908.
35. Sharma, S. 1996. Applied multivariate techniques. 1nd ed. John Wiley and Sons, New York. 493 pp.
36. 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 2026-11-17]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.125]

Evaluation of the Relationships among Yield and Related Traits in Spring Canola Cultivars using Path Analysis

Mahdi Soltani Howyzeh[1], Mohammad Moradi[2], Tayeb SakiNejad[3], Saeed ZakerNejad[3] and Adel Etaa[3]

1- Department of Plant Breeding, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
(Corresponding author:soltani.m@iauahvaz.ac.ir)
2- Department of Plant Breeding, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran
3- Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
Received: July 2, 2017 Accepted: Non 13, 2016

Abstract

Performance of any breeding program is mainly due to the correlation among yield and relative importance of each component. This study was conducted to analysis the correlation among grain yield and some important traits in seventhin spring canola (*Brassica napus L.*) cultivars at the farm in safiabad, from 2014 to 2015. A randomized complete blocks design with four replications was used. The analysis of variance results indicated highly significant differences in canola genotypes for all studied traits, that it can indicate genetically variation be utilized for the effective selection for improving grain yield. Mean comparision showed that RGS003 and Hayola401 cultivars had higher grain yield than the other cultivars. The correlation coefficients among the grain yield and 1000-seed weight, number of seed per pod, HI and days to maturity were positive and significant. Results of stepwise regression analysis revealed that 1000-grain weight, number of pods per plant and days to maturity had significantly effects on grain yield. Path coefficient analysis revealed that the number of seed per pod and 1000-seed weight had the largest direct effects on grain yield, its seams possible to be use as selection criteria in breeding programs for improving grain yield of spring rapeseed cultivars.

Keywords: Correlation, Stepwise regression, Path analysis, Grain yield, Canola

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.125]