دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی تجزیه علیت و همبستگی اثر الگو و تراکم کاشت بر دو رقم کلزا

مهدی رحیمی[۱]، مهدی رمضانی[۲] و عبدالعظیم اوزونی دوجی[۳]

۱- استادیار، پژوهشکده علوم محیطی، پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان، (نویسنده مسوول: me.rahimi@kgut.ac.ir)
۲- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
۳- کارمند، دانشگاه پیام نور

تاریخ دریافت: ۹۴/۵/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۴/۸/۴

چکیده

به منظور شناسایی صفات مهم زراعی مرتبط با عملکرد دانه در کلزا، دو رقم کلزا (گلبرگ‌دار هایولا ٤٠١ و بدون گلبرگ هیلیت ٢٠١) در سه تراکم و دو آرایش کاشت به صورت طرح اسپیلت-فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در موسسه تحقیقات برنج کشور در رشت در سال ٨٥-٨٤ اجرا شد و صفات عملکرد و اجزای آن مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اختلاف معنی‌داری را بین ارقام کلزا از نظر کلیه صفات نشان داد که دلالت بر وجود تنوع بالا در بین آن‌ها است. عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌داری را با تعداد خورجین در بوته، طول غلاف، تعداد دانه در خورجین و تعداد شاخه‌های فرعی در هر یک از شرایط آرایش کاشت، نوع رقم و تراکم کاشت نشان داد، در حالی که با صفت ارتفاع بوته همبستگی منفی و معنی‌داری داشت. همبستگی در شرایط مختلف با هم تفاوت داشتند که نشان‌دهنده تاثیر شرایط بر همبستگی‌ها می‌باشد. تجزیه رگرسیونی گام به گام نشان داد که در هر شرایط، صفت خاصی وارد مدل شده و تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌نماید. تجزیه ضرایب مسیر در شرایط مختلف نشان داد که صفت تعداد خورجین در بوته در اکثر شرایط مورد مطالعه بیشترین اثر مستقیم را نسبت به سایر صفات و کمترین اثر غیرمستقیم را از طریق صفات دیگر بر روی عملکرد دانه داشته و بنابراین می‌تواند به عنوان مهم‌ترین صفت جهت بهبود عملکرد دانه در اکثر شرایط معرفی گردد.

واژه‌های کلیدی: رگرسیون گام به گام، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، کلزا

مقدمه

کلزا از مهم‌ترین گیاهان روغنی است که دانهٔ ارقام جدید آن حاوی ۴۵-۴۸ درصد روغن می‌باشد و کنجالهٔ آن نیز سرشار از پروتئین است (۹). با توجه به اهمیت گیاه کلزا به عنوان یک گیاه روغنی و جایگاه بالای آن در بین سایر دانه‌های روغنی، افزایش عملکرد دانه و نیز درصد روغن از اهمیت به سزایی برخوردار است. بنابراین شناخت صفاتی که روی عملکرد دانه تاثیر داشته باشند و بتوان با بهبود این صفات باعث افزایش عملکرد دانه گردید، در امر به‌نژادی گیاهان بسیار حایز اهمیت می‌باشد (۷).

تراکم گیاهی، یکی از عوامل مهم و مؤثر بر عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد. افزایش عملکرد با افزایش تراکم تا حدی بالا می‌رود و از آن به بعد، افزایش تراکم تأثیری بر افزایش عملکرد نخواهد داشت (۴). ایلکایی و امام (۸) گزارش کردند که در گیاه کلزا با افزایش تراکم گیاهی از ۳۰ به ۷۰ بوته در مترمربع، تعداد شاخه‌های فرعی در گیاه، تعداد خورجین در گیاه و تعداد دانه در خورجین کاهش یافته، ولی ارتفاع گیاه افزایش یافت. ازر (۱۸) نیز در تحقیقی که روی کلزا انجام داد نتیجه گرفت که از سه فاصله کشت ۳۰، ۱۵ و ۴۵ سانتی‌متر، فاصله کشت ۴۵ سانتی‌متر بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی را تولید کرد که سبب افزایش تعداد خورجین در گیاه شد.

در به‌نژادی گیاهان زراعی، شناخت روابط میان صفات در گزینش غیرمستقیم برای صفاتی که به آسانی قابل اندازه‌گیری نیستند و یا صفاتی که وراثت‌پذیری کمی دارند، بسیار مهم است. به‌نژادگران به ندرت علاقمند به اصلاح یک صفت هستند و بنابراین نیاز به بررسی روابط بین صفات مختلف، به خصوص بین عملکرد دانه و صفات دیگر وجود دارد. در چنین شرایطی همبستگی‌ها ممکن است به خوبی ارتباط‌ها را روشن نکنند و بنابراین به‌نژادگران از استراتژی انتخاب مستقیم و غیرمستقیم برای تصمیم‌گیری استفاده می‌کنند (۱۷). تجزیه مسیر یک روش آماری است که به به‌نژادگران گیاه کمک می‌کند تا اثرات مستقیم و غیرمستقیم را توجیه نمایند و بنابراین به‌طور گسترده‌ای به وسیله محققین در برنامه‌های اصلاحی گونه‌های مختلف گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۵).

بررسی‌های متعددی در زمینه ارتباط و همبستگی صفات مهم زراعی و عملکرد در گیاهان مختلف (۲۱،۱۶،۱۰) و همچنین در کلزا انجام گرفته که از آن جمله می‌توان به تحقیقات خیاط و همکاران (۱۳) اشاره کرد که نشان دادند که صفات وزن خشک کل، شاخص برداشت، وزن دانه، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، ارتفاع بوته، تعداد روز تا رسیدگی و دوره گلدهی همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه داشتند. هم‌چنین تجزیه رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت نشان داد که صفت تعداد غلاف در بوته بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد دانه داشت. اصغری (۶) نیز نشان داد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با وزن صد دانه دارد. نتایج هم‌چنین نشان داد که صفات ارتفاع بوته و وزن صد دانه وارد مدل رگرسیونی شدند و ۹۴/۸ درصد از تغیرات عملکرد را توجیه نمودند. در مطالعه دیگری که اشرفی

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]

و همکاران (۷) بر روی ارقام کلزا انجام دادند، همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد با ارتفاع بوته را گزارش کردند. هم‌چنین صفت تعداد غلاف در بوته با صفات تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. هم‌چنین نتایج اثر مستقیم و بالای ارتفاع بوته و به دنبال آن تعداد روز تا رسیدگی را بر عملکرد نشان داد در حالی که اثر غیرمستقیم ارتفاع بوته از طریق تعداد روز تا رسیدگی بیشتر از اثر غیرمستقیم تعداد روز تا رسیدگی از طریق ارتفاع بوته بود و این صفات به عنوان صفات موثر برای بهبود عملکرد کلزا شناخته شدند. همچنین مطالعه مجیدی و همکاران (۱۰) نشان داد که در شرایط عدم تنش، عملکرد دانه با صفات، تعداد خورجین در گیاه، تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد خورجین در واحد سطح هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری داشت در حالی‌که در شرایط تنش، هم‌بستگی معنی‌داری بین عملکرد با تعداد خورجین در گیاه مشاهده نشد.

پیدایش و مامقانی (۱۹) در تحقیقات خود همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه با صفات تعداد روز تا جوانه زنی و رسیدگی، تعداد دانه در غلاف و شاخص برداشت را نشان دادند. هم‌چنین نتایج نشان دادند که وزن هزار دانه بیشترین اثر را روی عملکرد دانه داشت. در مطالعه دیگری مارجانویک-جیرومیلا و همکاران (۱۵) همبستگی مثبت و معنی‌دار ارتفاع بوته، ارتفاع اولین شاخه فرعی، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه را با عملکرد دانه گزارش کردند.

از آنجایی که علاوه بر ژنوتیپ عوامل زراعی از جمله تراکم و الگوهای مختلف کاشت نیز بر تظاهر فنوتیپ مؤثرند و موجب تغییر در تظاهر صفات و عملکرد می‌گردند، این تحقیق با هدف شناخت نحوهٔ ارتباط صفات مختلف با یکدیگر و تأثیر آن‌ها بر عملکرد دانه با توجه به تغییر تراکم و الگوی کاشت و ژنوتیپ‌های بدون گلبرگ کلزا طراحی شد تا دید بهتری از نحوهٔ ارتباط و تظاهر صفات بدست آید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب اسپیلت-فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار طی سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ در مزرعهٔ مؤسسه تحقیقات برنج کشور در شهرستان رشت اجرا گردید. خاک مزرعه دارای بافت سیلتی-رسی، هدایت الکتریکی ۰/۶۳ دسی‌زیمنس بر متر، مقدار مواد آلی ۱/۹ درصد، pH=۶/۹ و زراعت قبلی آن برنج بود. دو تیمار آزمایشی (آرایش‌های کاشت مربع و مستطیل) به عنوان عامل اصلی و ترکیب ارقام و تراکم بوته (ارقام در دو سطح گلبرگ‌دار (هایولا ۴۰۱) و بدون گلبرگ (هیلیت ۲۰۱) و تراکم بوته در واحد سطح با سه سطح ۳۳، ۶۷ و ۱۳۳ بوته در متر مربع) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. عملیات تهیه زمین در ماه مهر اجرا شد. جهت کنترل علف‌های هرز از علف‌کش ترفلان، به مقدار ۳ لیتر در هکتار و قبل از کاشت استفاده شد. کودهای شیمیایی پایه نیتروژن از منبع اوره و فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل هر کدام به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار براساس آزمون خاک، قبل از کاشت به خاک افزوده شدند. ابعاد واحدهای آزمایشی ۳×۳ متر بود. بذور به صورت دستی در آبان ماه ۱۳۸۴ کاشته شدند. بعد از سپری شدن مرحلهٔ چهار برگی بوته‌ها، بوته‌های اضافی تنک شده و با تغییر فواصل بوته‌ها روی ردیف‌های کاشت، تراکم‌های مورد نظر و آرایش‌های کاشت مربع و مستطیل ایجاد شدند. نیمی از کود نیتروژن به صورت سرک در هنگام ساقه‌روی به خاک داده شد. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، از هر تیمار در هر کرت ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و متوسط ارتفاع نهایی بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در هر خورجین و طول خورجین اندازه‌گیری شدند. محصول هر کرت پس از حذف دو خط کناری از سطح ۵ متر مربع به صورت غیرمستقیم (دو مرحله‌ای) برداشت شده و پس از خشک شدن بوته‌ها، محصول مزرعه جمع آوری و خرمنکوبی شد و عملکرد دانه با رطوبت ۱۴ درصد و وزن هزار دانه مربوط به هر تیمار محاسبه شدند. هم‌چنین تعداد روز از زمان کاشت تا برداشت هر کرت به عنوان طول دوره رسیدگی و طول دوره گلدهی از شروع گلدهی تا صدرصد گلدهی در هر تیمار در نظر گرفته شد. تجزیه واریانس داده‌ها، ضرایب همبستگی فنوتیپی، رگرسیون گام به گام و تجزیه مسیر بر روی صفات انجام شد. کلیه تجزیه‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS ver. 9.2 (۲۲)، SPSS 19.0 (۲۳) و Amos 19.0 (۵) انجام گردید.

نتایج و بحث

آزمون نرمال بودن داده‌ها به روش شاپیرو و ویلک با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام گرفت که نتایج حاکی از نرمال بودن داده‌ها بود و بنابراین تجزیه واریانس انجام گردید. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها اختلاف معنی‌داری را بین دو رقم مورد بررسی و تراکم‌های بوته برای همه صفات نشان داد اما از نظر آرایش کاشت صفت ارتفاع بوته در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. برای اثرات متقابل نیز آرایش کاشت در رقم، آرایش کاشت در تراکم و رقم در تراکم برای صفت ارتفاع بوته در سطح ۵ درصد و اثر متقابل رقم در تراکم برای صفات تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد خورجین در بوته، طول خورجین و دوره گلدهی در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). عملکرد دانه در ارقام بدون گلبرگ به طور متوسط ۱۴/۶درصد بیشتر از رقم گلبرگ‌دار بود (به ترتیب ۳۴۴۱/۹۵ و ۲۹۳۸/۰۶ کیلوگرم در هکتار). تعداد خورجین در بوته در رقم بدون گلبرگ به طور متوسط ۱۹/۳ درصد بیشتر از رقم گلبرگ‌دار بود (به ترتیب ۷۳/۵۴ و ۵۹/۳۶ خورجین در بوته). در تراکم ۶۷ بوته در مترمربع که از نظر عملکرد دانه برای هر دو رقم تراکم مطلوب محسوب می‌شد (به ترتیب ۴۸۷۰ و ۴۲۹۰ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه و تعداد خورجین در بوته در رقم بدون گلبرگ به طور معنی‌داری (به ترتیب ۱۰ درصد و ۱۲ درصد) بیشتر از رقم گلبرگ‌دار بودو این برتری در تراکم بالاتر (۱۳۳ بوته در مترمربع) محسوس‌تر بود (به ترتیب ۱۷/۵ درصد و ۱۵/۵ درصد) و این نشان دهندهٔ قابلیت بالاتر این رقم برای کشت متراکم‌تر می‌باشد. ارتفاع بوته رقم بدون گلبرگ در دو آرایش تفاوت داشت که خود نشان‌دهنده‌ی

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]

واکنش مثبت این رقم نسبت به آرایش کاشت می‌باشد (مقایسه میانگین نشان داده نشد). به نظر می‌رسد که در رقم گلبرگ‌دار در تراکم بالاتر، نوعی بازتابش طول موج‌های بلندتر را در درون کانوپی گیاهی دارد، که باعث افزایش طول ساقه و نازکی آن‌ها شده و از طرفی در بوته‌هایی با ارتفاع بلند، خورجین‌ها عمدتاً در قسمت بالای بوته تشکیل می‌شوندکه این خاصیت مطلوب نبوده و احتمال وقوع ورس بوته افزایش می‌یابد و در نتیجه عملکرد گیاه کاهش می‌یابد. اما رقم بدون گلبرگ به علت عدم انعکاس تابش خورشیدی و نفوذ مطلوب‌تر تابش به درون کانوپی گیاهی، ارتفاع کوتاه‌تری نسبت به رقم گلبرگ‌دار داشت. بنابراین به نظر می‌رسد که نفوذ تشعشع به درون پوشش گیاهی این رقم مطلوب‌تر بوده و تعداد خورجین در بوته آن بیشتر بوده و گیاهان نیز برای نور رقابتی نداشتند و در نتیجه عملکرد دانه بیشتر داشت. بنابراین نوعی تنوع بین ارقام و تراکم‌ها وجود دارد و به نظر می‌رسد که تراکم و نوع رقم می‌توانند به افزایش این صفات و در نتیجه بهبود عملکرد کمک کنند. بین آرایش کاشت برای اکثر صفات اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بنابراین به نظر می‌رسد که استفاده از این تیمارها به منظور افزایش صفات مورد مطالعه مؤثر نخواهد بود. با توجه به معنی‌دار نبودن اثر آرایش کاشت بر عملکرد دانه، به نظر می‌رسد که گیاه کلزا با توجه به عدم تغییر معنی‌دار عملکرد در دو آرایش کاشت مستطیل و مربع، از گیاهان با محدودیت منبع محسوب نمی‌شود. با توجه به ضرایب تغییرات فنوتیپی (CVp) که برای صفات مختلف در جدول ۱ ارایه شده است، صفت طول دوره رسیدگی کمترین و تعداد شاخه‌های فرعی بیشترین ضریب تغییرات فنوتیپی را داشتند. نتایج بدست آمده از این آزمایش با آزمایشات بسیاری از محققین از جمله ایلکایی و امام (۸) و همچنین علی و همکاران (۲) برای اکثر صفات مطابقت داشت. به عنوان مثال ایلکایی و امام (۸) اظهار داشتند که در گیاه کلزا با افزایش تراکم گیاهی از ۴۰ به ۱۲۰ بوته در مترمربع، تعداد خورجین در بوته کاهش می یابد و یا در تحقیق ایلکایی و امام (۸) و همچنین علی و همکاران (۲) نشان داده شد که افزایش تراکم گیاهی، سبب افزایش ارتفاع بوته می شود، که نتایج این تحقیق با نتایج آن‌ها مطابقت داشت.

همبستگی

ضرایب همبستگی فنوتیپی صفات مورد بررسی در شرایط متفاوت تراکم، الگوی کاشت و رقم در جدول‌های ۲، ۳ و ۴ ارائه شده است. ضریب همبستگی بین عملکرد دانه و صفات تعداد خورجین در بوته، طول خورجین، تعداد دانه در خورجین و تعداد شاخه‌های فرعی در خورجین در هر دو شرایط آرایش کاشت مربع و مستطیل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار و مثبت بود و با صفت ارتفاع بوته همبستگی منفی و معنی‌داری داشت و با سایر صفات همبستگی معنی‌داری در هر دو شرایط آرایش کاشت نداشت. مقایسه همبستگی صفات در هر دو شرایط آرایش کاشت مربع و مستطیل نشان داد که همبستگی‌ها بین صفات تقریبا با هم برابر هستند و بعضی از همبستگی‌ها در آرایش کاشت مربع اندکی بیشتر از آرایش مستطیل و بالعکس بود. ولی در کل زیاد با هم تفاوت نداشتند و از لحاظ منفی و مثبت بودن هم مشابه بودند و این نشان می‌دهد که آرایش کاشت روی همبستگی صفات تاثیری چندانی نداشته است.

در رقم گلبرگ‌دار هم ضریب همبستگی بین عملکرد دانه و صفات تعداد خورجین در بوته، طول خورجین، تعداد دانه در خورجین، تعداد شاخه‌های فرعی و دوره گلدهی معنی‌دار و مثبت بود و همسبتگی همین صفات با عملکرد در رقم بدون گلبرگ نیز مشابه رقم گلبرگ‌دار مثبت و معنی‌دار بود. در رقم گلبرگ‌دار همبستگی عملکرد با صفت ارتفاع بوته همبستگی منفی و غیرمعنی‌داری داشت در حالی که در رقم بدون گلبرگ ارتفاع با عملکرد همبستگی منفی و معنی‌داری داشت و از نظر مقدار بیشتر بود. مقایسه همبستگی صفات در هر دو رقم گلبرگ‌دار و بدون گلبرگ نشان داد که همبستگی‌ها بین صفات تقریبا با هم برابر هستند و بعضی از همبستگی‌ها در رقم گلبرگ‌دار اندکی بیشتر از بدون گلبرگ و بالعکس بود. ولی در کل زیاد باهم تفاوت نداشتند و از لحاظ منفی و مثبت بودن هم مشابه بودند و این نشان می‌دهد که نوع رقم روی همبستگی صفات تاثیر چندانی نداشته است.

مقایسه همبستگی صفات در تراکم‌های مختلف نشان داد که همبستگی‌ها تفاوت‌های زیادی با هم دارند و این نشان می‌دهد که اثر تراکم روی همبستگی‌ها زیاد بوده است. بررسی همبستگی‌ها در تراکم‌های مختلف نشان داد که همبستگی‌ها در تراکم ۶۷ بوته در متر مربع از تراکم‌های دیگر بیشتر بوده و تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای داشته است (جدول ۴). با توجه به این نتایج می‌توان گفت که تراکم‌ها روی همبستگی‌ها تاثیر داشته و باعث تفاوت همبستگی‌ها در تراکم‌های مختلف شده است.

بسیاری از محققان نشان دادند که صفت عملکرد دانه، بیشترین ضریب همبستگی مثبت و معنی‌دار را با وزن صد دانه، تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در بوته و ارتفاع بوته دارد (۲۳،۲۰،۱۹،۱۳،۱۱،۷،۶). اکبر و همکاران (۱) نیز طی آزمایشی با بررسی همبستگی‌های ژنوتیپی و فنوتیپی در کلزا گزارش کردند که عملکرد دانه تنها با تعداد خورجین در بوته و ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد.

در کل با توجه به نتایج حاصل در تمامی شرایط، برای رسیدن به ارقام پرعلمکرد باید به دنبال گزینش ارقامی بود که از لحاظ طول خورجین و تعداد خورجین و تعداد دانه در خورجین در حد بالا ولی از لحاظ وزن هزار دانه در حد پایینی باشند. بنابراین با گزینش غیرمستقیم ارقام از لحاظ این صفات می‌توان به ارقام پرعملکرد و در نتیجه به ارقام با عملکرد روغن بیشتر دست یافت. همبستگی بین صفات تعداد خورجین و تعداد دانه در خورجین با وزن هزار دانه و عملکرد دانه منفی بود. محققین دیگر (۱۲،۷،۳) نیز همبستگی بین این صفات را منفی گزارش کرده‌اند که نتایج این تحقیق مطابقت با نتایج آن‌ها داشت. با توجه به این نتایج می‌توان با گزینش منفی بر روی این صفات به ارقام با تعداد دانه و خورجین کمتر و عملکرد بالاتر که مناسب کشت در شالیزار هستند دست یافت.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر تراکم بوته و آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم کلزای گلبرگ‌دار و بدون گلبرگ

Table 1. Variance analysis of the effect of plant density and planting pattern on yield and yield components of two rapeseed cultivars petalled and apetalous

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		تعداد شاخه‌های فرعی در بوته	ارتفاع بوته	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	طول خورجین	وزن هزار دانه	دوره رسیدگی	دوره گلدهی	عملکرد دانه
تکرار	۲	۲۸/۳۶^{ns}	۳/۶۹^{ns}	۵۶۴۵/۷۸^{ns}	۱/۳۶^{ns}	۰/۰۹۹۲^{ns}	۰/۰۷۷^{ns}	۱/۸۶^{ns}	۱^{ns}	۲۶۵۸۸/۸۵^{ns}
آرایش کاشت	۱	۱۳/۴۴^{ns}	۸۴/۰۲*	۸۵۲۵/۴۴^{ns}	۰/۲۷۰۳^{ns}	۰/۱۳۹۳^{ns}	۰/۰۵۶^{ns}	۳۶^{ns}	۰/۶۹^{ns}	۶۱۸۵/۳^{ns}
خطای (۱)	۲	۹/۳۶۱	۲/۸۶	۳۳۹۸/۷۸	۰/۸۵۳	۰/۰۷۸۸	۰/۱۲۵	۴/۰۸	۰/۱۱	۳۲۵۸/۷۸^{ns}
رقم	۱	۳۲۴**	۲۲۰/۰۲**	۱۴۸۴۸۱/۷۸**	۱۱/۴۹**	۱/۲۷**	۴/۴۱**	۲۶۶/۷۷**	۴۲/۲۵**	۲۲۸۵۱۵۶/۲۷**
تراکم	۲	۵۰۷/۱۱**	۸۶۷/۴۴**	۳۰۷۷۱۴/۵۳**	۱۴/۳۳**	۳/۰۷**	۰/۹۹*	۵۲۶/۶۹**	۳۲/۲۵**	۲۱۱۳۹۷۶۵/۷۹**
آرایش کاشت× رقم	۱	۱/۷۸^{ns}	۲۶/۶۹*	۲۶۳۵/۱۱^{ns}	۰/۱۹۳۶^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۱۷۶^{ns}	۱/۷۷^{ns}	۴/۶۹**	۷۰۴۳۸/۹۳^{ns}
آرایش کاشت × تراکم	۲	۴/۱۱^{ns}	۱۶/۴۴*	۶۰۰۸/۵۳*	۰/۰۹۳۱^{ns}	۰/۰۵۲^{ns}	۰/۱۱۵^{ns}	۱/۵۸^{ns}	۰/۰۲۸^{ns}	۱۸۱/۷۶^{ns}
رقم × تراکم	۲	۵۸/۳۳**	۱۸/۷۷*	۲۴۴۰۲/۱۹**	۱/۴۹۸*	۰/۷۲۱**	۰/۴۵۱^{ns}	۳/۵۲^{ns}	۱/۷۵**	۷۵۴۱۰/۳۲^{ns}
اثرات سه جانبه	۲	۱۴/۱۱^{ns}	۲/۷۷^{ns}	۳۹۳۳/۵۳^{ns}	۰/۴۱۵^{ns}	۰/۰۲۸^{ns}	۰/۴۷۷^{ns}	۰/۸۶^{ns}	۱/۱۹*	۶۰۵۶/۸۷^{ns}
خطای(۲)	۲۰	۹/۱۹۴	۳/۸۸	۱۵۴۷/۸۸	۰/۳۲	۰/۰۴۲	۰/۱۸۷	۳/۹۷	۰/۲۲	۵۰۸۲۰/۰۵
C.V (%)		۱۵/۹۱	۱/۶۳	۹/۶۳	۲/۳۲	۳/۱۲۸	۱۰/۱۶۹	۰/۹۸	۱/۴۶	۷/۰۶۶
R^2		./۸۹۶	۰/۹۶۵	۰/۹۶۵	۰/۸۸۴	۰/۹۱۸	۰/۷۰۸	۰/۹۴۵	۰/۹۶۴	۰/۹۷۷

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

جدول ۲- ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات مورد مطالعه در کاشت مربع (بالای قطر) و کاشت مستطیل (پایین قطر)

Table 2. The correlation coefficient between studied traits in a square planting (top diameter) and rectangular planting (bottom diameter)

صفات	تعداد شاخه‌های فرعی در بوته	تعداد خورجین در بوته	ارتفاع بوته	طول خورجین	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه	دوره گلدهی	دوره رسیدگی	عملکرد دانه
تعداد شاخه‌های فرعی در بوته	۱	۰/۸۲۵**	-۰/۴۱۲^{ns}	۰/۷۶۶**	۰/۶۷۵**	-۰/۳۶۸^{ns}	۰/۱۳۰^{ns}	۰/۰۶۴^{ns}	۰/۸۱۹**
تعداد خورجین در بوته	۰/۹۰۹**	۱	-۰/۵۴۱*	۰/۷۵۵**	۰/۷۶۶**	-۰/۳۲۸^{ns}	۰/۲۵۶^{ns}	۰/۲۱۰^{ns}	۰/۹۴۲**
ارتفاع بوته	-۰/۴۷۲*	-۰/۵۷۷*	۱	-۰/۳۱۰^{ns}	-۰/۴۷۳*	۰/۴۶۶^{ns}	-۰/۵۸۳*	-۰/۶۴۱**	-۰/۴۷۲*
طول خورجین	۰/۸۵۰**	۰/۸۰۱**	-۰/۳۰۸^{ns}	۱	۰/۸۴۱**	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۱۶۳^{ns}	-۰/۰۱۲^{ns}	۰/۸۲۹**
تعداد دانه در خورجین	۰/۸۸۳**	۰/۸۶۹**	-۰/۵۰۲*	۰/۸۹۲**	۱	-۰/۱۷۰^{ns}	۰/۱۷۴^{ns}	۰/۰۱۳^{ns}	۰/۷۴۷**
وزن هزار دانه	-۰/۲۷۱^{ns}	-۰/۱۶۳^{ns}	۰/۲۶۵^{ns}	-۰/۰۱۵^{ns}	-۰/۱۲۶^{ns}	۱	۰/۰۱۱^{ns}	-۰/۱۲۸^{ns}	-۰/۰۷۶^{ns}
دوره گلدهی	-۰/۱۴۳^{ns}	۰/۰۳۹^{ns}	-۰/۴۳۴^{ns}	-۰/۲۵۵^{ns}	-۰/۱۷۹^{ns}	۰/۳۸۸^{ns}	۱	۰/۹۳۲**	۰/۳۲۴^{ns}
دوره رسیدگی	۰/۰۴۹^{ns}	۰/۲۳۸^{ns}	-۰/۶۷۰**	-۰/۰۹۱^{ns}	۰/۰۵۶^{ns}	۰/۲۱۰^{ns}	۰/۸۸۱**	۱	۰/۲۴۱^{ns}
عملکرد دانه	۰/۷۵۲**	۰/۸۶۲**	-۰/۴۶۹**	۰/۷۸۸**	۰/۸۵۲**	۰/۱۳۴^{ns}	۰/۱۹۰^{ns}	۰/۲۸۷^{ns}	۱

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

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]

جدول ۳- ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات مورد مطالعه در رقم کلزای گلبرگ‌دار (بالای قطر) و بدون گلبرگ (پایین قطر)

Table 3. Phenotypic correlations among studied traits in rapeseed petalled (top diameter) and apetalous (bottom diameter)

صفات	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
تعداد شاخه‌های فرعی در بوته	۱	۰/۸۵۳**	−۰/۲۹۳ns	۰/۵۷۵*	۰/۶۰۰**	−۰/۰۲۰ns	۰/۳۱۱ns	۰/۳۲۳ns	۰/۷۳۰**
تعداد خورجین در بوته	۰/۸۴۳**	۱	−۰/۲۰۱ns	۰/۶۱۹**	۰/۶۱۵**	۰/۱۷۴ns	۰/۳۸۳ns	۰/۳۱۵ns	۰/۸۷۶**
ارتفاع بوته	−۰/۴۴۹ns	−۰/۷۵۳**	۱	−۰/۱۸۱ns	−۰/۳۰۳ns	۰/۰۰۱ns	−۰/۸۳۵**	−۰/۹۲۰**	−۰/۲۹۲ns
طول خورجین	۰/۸۰۶**	۰/۸۰۱**	−۰/۲۹۹ns	۱	۰/۸۶۷**	۰/۵۴۵*	۰/۱۶۶ns	۰/۱۳۱ns	۰/۷۱۵**
تعداد دانه در خورجین	۰/۷۲۱**	۰/۸۴۰**	−۰/۴۸۸*	۰/۸۳۶**	۱	۰/۴۳۵ns	۰/۳۲۰ns	۰/۳۱۳ns	۰/۷۵۱**
وزن هزار دانه	−۰/۰۷۶ns	−۰/۰۹۵ns	۰/۳۹۶ns	۰/۱۸۷ns	۰/۰۵۷ns	۱	۰/۱۱۸ns	۰/۰ns	۰/۳۳۰ns
دوره گلدهی	۰/۵۰۸*	۰/۷۰۸**	−۰/۹۳۹**	۰/۲۷۷ns	۰/۳۷۲ns	−۰/۴۶۴ns	۱	۰/۹۲۴**	۰/۴۷۵*
دوره رسیدگی	۰/۲۹۱ns	۰/۵۸۳*	−۰/۷۶۹**	۰/۰۹۶ns	۰/۲۵۸ns	−۰/۵۳۶*	۰/۷۲۰**	۱	۰/۴۳۴ns
عملکرد دانه	۰/۸۵۴**	۰/۹۴۰**	−۰/۵۵۲*	۰/۸۸۰**	۰/۸۵۲**	۰/۱۲۶ns	۰/۴۹۵*	۰/۳۷۳ns	۱

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

جدول ۴- همبستگی صفات در تراکم ۳۳ بوته در متر مربع (سطر اول) ۶۷ بوته در متر مربع (سطر دوم) و ۱۳۳ بوته در متر مربع (سطر سوم)

Table 4. Correlation of traits in density of 33 plants per square meter (first row), 67 plants per square meter (second row) and 133 plants per square meter (third row)

صفات	تعداد شاخه‌های فرعی در بوته (X1)	تعداد خورجین در بوته (X2)	ارتفاع بوته (X3)	طول خورجین (X4)	تعداد دانه در خورجین (X5)	وزن هزار دانه (X6)	دوره گلدهی (X7)	دوره رسیدگی (X8)	عملکرد دانه (X9)
X1 (در تراکم ۳۳)	۱								
X1 (در تراکم ۶۷)	۱								
X1 (در تراکم ۱۳۳)	۱								
X2 (در تراکم ۳۳)	۰/۷۹۷**	۱							
X2 (در تراکم ۶۷)	۰/۸۴۶**	۱							
X2 (در تراکم ۱۳۳)	۰/۱۳۱ns	۱							
X3 (در تراکم ۳۳)	−۰/۴۲۵ns	−۰/۴۴۲ns	۱						
X3 (در تراکم ۶۷)	−۰/۶۱۹*	−۰/۷۶۷**	۱						
X3 (در تراکم ۱۳۳)	−۰/۶۳۶*	−۰/۲۰۳ns	۱						
X4 (در تراکم ۳۳)	۰/۳۵۰ns	۰/۴۱۴ns	−۰/۲۳۲ns	۱					
X4 (در تراکم ۶۷)	۰/۷۲۶**	۰/۸۲۰**	−۰/۸۸۲**	۱					
X4 (در تراکم ۱۳۳)	۰/۲۶۳ns	−۰/۳۷۴ns	−۰/۰۵۰ns	۱					
X5 (در تراکم ۳۳)	۰/۷۷۳**	۰/۶۸۸*	−۰/۴۴۴ns	۰/۵۵۲ns	۱				
X5 (در تراکم ۶۷)	۰/۵۰۲ns	۰/۶۷۲*	−۰/۸۸۰**	۰/۸۶۶**	۱				
X5 (در تراکم ۱۳۳)	۰/۲۸۲ns	۰/۰۵۵ns	−۰/۳۴۱ns	۰/۵۰۱ns	۱				
X6 (در تراکم ۳۳)	−۰/۸۸۰**	−۰/۸۹۴**	۰/۳۷۳ns	−۰/۴۵۹ns	−۰/۸۰۷**	۱			
X6 (در تراکم ۶۷)	−۰/۶۱۱*	−۰/۵۵۵ns	۰/۳۷۱ns	−۰/۳۲۴ns	−۰/۲۱۶ns	۱			
X6 (در تراکم ۱۳۳)	−۰/۲۰۷ns	۰/۱۴۷ns	۰/۰۷۳ns	−۰/۱۷۶ns	−۰/۱۰۸ns	۱			
X7 (در تراکم ۳۳)	−۰/۶۳۰*	−۰/۷۲۳**	۰/۱۸۷ns	−۰/۵۶۰ns	−۰/۷۳۷**	۰/۸۴۶**	۱		
X7 (در تراکم ۶۷)	−۰/۵۳۸ns	−۰/۷۲۳**	۰/۶۵۳*	−۰/۶۸۷*	−۰/۷۵۷**	۰/۵۱۰ns	۱		
X7 (در تراکم ۱۳۳)	−۰/۲۳۸ns	−۰/۱۲۰ns	۰/۵۳۷ns	−۰/۲۱۷ns	−۰/۲۵۱ns	۰/۲۸۲ns	۱		
X8 (در تراکم ۳۳)	−۰/۵۱۴ns	−۰/۷۲۳**	۰/۳۴۵ns	−۰/۵۶۰ns	−۰/۵۳۲ns	۰/۷۲۲**	۰/۸۸۹**	۱	
X8 (در تراکم ۶۷)	−۰/۶۸۴*	−۰/۸۰۳**	۰/۹۳۷**	−۰/۸۲۴**	−۰/۷۹۱**	۰/۴۳۰ns	۰/۷۱۱**	۱	
X8 (در تراکم ۱۳۳)	−۰/۴۰۷ns	−۰/۲۶۲ns	۰/۳۸۳ns	۰/۰۳۸ns	−۰/۴۰۵ns	۰/۴۲۷ns	۰/۴۳۲ns	۱	
X9 (در تراکم ۳۳)	۰/۶۸۲*	۰/۹۳۱**	−۰/۵۰۹ns	۰/۳۴۲ns	۰/۷۳۲**	−۰/۸۶۱**	−۰/۶۷۴*	−۰/۶۴۷*	۱
X9 (در تراکم ۶۷)	۰/۷۶۶**	۰/۶۵۷*	−۰/۷۸۶**	۰/۷۹۰**	۰/۷۷۵**	−۰/۳۳۳ns	−۰/۶۵۵*	−۰/۷۶۲**	۱
X9 (در تراکم ۱۳۳)	۰/۴۱۵ns	۰/۳۲۲ns	−۰/۶۳۳*	−۰/۱۰۶ns	−۰/۱۰۱ns	۰/۱۷۰ns	−۰/۶۴۳*	−۰/۱۳۹ns	۱

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

با توجه به این نتایج و با مطالعه و بررسی وجود همبستگی بین صفات کم اهمیت و صفات با اهمیت می‌توان به گزینش غیرمستقیم برای صفات مهم از طریق صفات کم اهمیت که بعضاً دارای شرایط اندازه‌گیری آسان‌تری است، اقدام نمود. اما ضروری به نظر می‌رسد که برای درک بهتر روابط بین صفات و شناخت صفاتی که بیشترین نقش را در عملکرد دانه ایفا می‌نمایند از تجزیه ضرایب مسیر بر مبنای ضرایب همبستگی فنوتیپی استفاده نماییم.

تجزیه رگرسیونی

در تجزیه رگرسیون گام به گام، صفت عملکرد به عنوان متغیر وابسته در مقابل سایر صفات به عنوان متغیرهای مستقل در شرایط متفاوت تراکم، الگوی کاشت و رقم مورد

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]

بررسی قرار گرفت (جدول ۵). نتایج نشان داد که صفات تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه و تعداد شاخه‌های فرعی در آرایش کاشت مربع به ترتیب اهمیت وارد مدل رگرسیونی شدند و ضریب تبیین اصلاح شده آن‌ها در حدود ۹۵/۴٪ بود. به عبارت دیگر، ۹۵/۴ درصد تغییرات عملکرد دانه بر اساس صفات یادشده قابل توجیه است. در آرایش کاشت مستطیل صفات تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه به ترتیب اهمیت وارد مدل رگرسیونی شدند و ضریب تبیین اصلاح شده آن‌ها در حدود ۷۹/۷٪ بود. در رقم گلبرگ‌دار صفات تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین وارد مدل شدند در حالی که در رقم بدون گلبرگ صفات تعداد خورجین در بوته و دوره گلدهی وارد مدل شده و ضریب تبیین اصلاح شده آن‌ها به ترتیب حدود ۸۱/۹٪ و ۹۳/۴٪ بود.

در تراکم ۳۳ بوته فقط صفت تعداد خورجین در بوته با ضریب تبیین ۸۵/۳٪ وارد مدل گردید در حالی که در تراکم ۶۷ بوته فقط صفت طول خورجین با ضریب تبیین ۵۸/۶٪ و در تراکم ۱۳۳ بوته فقط صفت دوره گلدهی با ضریب تبیین ۳۵/۴٪ وارد مدل گردید و مدل معنی‌دار گردید (جدول ۵).

جدول ۵- تجزیه رگرسیون گام به گام عملکرد (وابسته) با سایر صفات مورد مطالعه در آرایش کاشت، رقم و تراکم‌های متفاوت کلزا

Table 5. Stepwise regression analysis of yield (dependent) with other studied traits in Planting pattern, varieties and different densities of rapeseed

شرایط	ترتیب صفات	منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	β اولیه	β نهایی	β استاندارد شده
آرایش مربع	تعداد خورجین در بوته	رگرسیون	۱	۲۰۹۴۴۴۰۹/۲۶**	۶/۳۵**	۵/۷۸**	۰/۸۵۶
		خطا	۱۶	۱۶۶۷۳۴/۵۵			
	وزن هزار دانه	رگرسیون	۲	۱۱۱۸۷۶۹۳/۵۰**	۵۰۹/۷۸**	۵۵۵/۹۶**	۰/۲۸۴
		خطا	۱۵	۸۲۴۵۱/۶۷			
	تعداد شاخه‌های فرعی در بوته	رگرسیون	۳	۷۵۷۲۳۲۰/۱۰**	۲۴/۰۴*	۲۴/۰۴*	۰/۲۱۷
		خطا	۱۴	۶۳۹۴۲/۹۸			
آرایش مستطیل	تعداد خورجین در بوته	رگرسیون	۱	۱۶۵۳۶۷۰۷/۴۷**	۶/۷۳**	۷/۰۹**	۰/۹۰۸
		خطا	۱۶	۳۵۷۸۵۳/۲۳			
	وزن هزار دانه	رگرسیون	۲	۹۱۳۳۱۶۲/۲۲**	۵۱۷/۳۷*	۵۱۷/۳۷*	۰/۲۸۳
		خطا	۱۵	۲۶۶۴۰۲/۳۰			
رقم گلبرگ‌دار	تعداد خورجین در بوته	رگرسیون	۱	۱۵۱۴۵۶۱۲/۴۸**	۷/۶۳**	۵/۷۹**	۰/۶۶۶
		خطا	۱۶	۲۸۶۱۸۷/۵۷			
	تعداد دانه در خورجین	رگرسیون	۲	۸۲۸۶۷۵۸/۹۳**	۴۲۴/۹۷*	۴۲۴/۹۷*	۰/۳۴۱
		خطا	۱۵	۲۱۰۰۷۳/۰۵			
رقم بدون گلبرگ	تعداد خورجین در بوته	رگرسیون	۱	۱۶۵۳۶۷۰۷/۴۷**	۶/۵۹**	۸/۳۰**	۱/۱۸۲
		خطا	۱۶	۳۵۷۸۵۳/۲۳			
	دوره گلدهی	رگرسیون	۲	۹۱۳۳۱۶۲/۲۲**	-۳۲۵/۱۱**	-۳۲۵/۱۱**	-۰/۳۴۳
		خطا	۱۵	۲۶۶۴۰۲/۳۰			
تراکم ۳۳ بوته	تعداد خورجین در بوته	رگرسیون	۱	۱۲۸۲۲۹۲/۳۴**	۲/۸۹**	۲/۸۹**	۰/۹۳۱
		خطا	۱۰	۱۹۷۹۹/۱۴			
تراکم ۶۷ بوته	طول خورجین	رگرسیون	۱	۸۲۰۱۴۷/۰۷**	۴۹۴/۸*	۴۹۴/۸*	۰/۷۹۰
		خطا	۱۰	۴۹۴۷۹/۰۵			
تراکم ۱۳۳ بوته	دوره گلدهی	رگرسیون	۱	۳۳۲۷۴۰/۵۴*	-۱۹۲/۲۸*	-۱۹۲/۲۸*	-۰/۶۴۳
		خطا	۱۰	۴۷۳۲۱/۲۹			

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

مقایسه تجزیه رگرسیون در شرایط متفاوت تراکم، الگوی کاشت و رقم نشان می‌دهد که تاثیر صفات بر عملکرد در این شرایط متفاوت می‌باشد و نشان دهنده تاثیر شرایط محیطی و نوع رقم، الگوی کاشت و تراکم بر عملکرد می‌باشد. بنابراین در هر کدام از شرایط آرایش کشت، تراکم و رقم متفاوت باید صفات موثر در آن شرایط را برای اصلاح عملکرد انتخاب و اقدام به اصلاح نمود. متفاوت بودن ضرایب تبیین مدل‌ها در شرایط متفاوت آرایش کشت، تراکم و رقم نشان دهنده تاثیر این شرایط بر مدل می‌باشد. محاسبه ضرایب β استاندارد شده نشان داد که اهمیت صفت تعداد خورجین در بوته در اکثر شرایط آرایش کشت، تراکم و رقم متفاوت بیشتر بوده و اثر افزاینده‌ای دارد، درحالی‌که تاثیر صفات دیگر در هر شرایط بر روی عملکرد دانه کم و افزاینده بوده است. خیاط و همکاران (۱۳) نیز نشان دادند که صفات تعداد خورجین، وزن خشک کل، دوره گلدهی، وزن هزار دانه و تعداد روز تا رسیدگی صفات موثر بر عملکرد دانه می‌باشند و ضریب تبیین مدل آن‌ها ۹۲/۵ درصد بود که با نتایج تحقیق حاضر متفاوت بود. هم‌چنین اصغری (۶) نشان داد که صفات وزن هزار دانه و ارتفاع بوته وارد مدل رگرسیونی شده و ۹۴/۸ درصد از تغیرات عملکرد را توجیه نمودند.

میزان اثر مستقیم و غیرمستقیم صفات مستقل بر عملکرد دانه بر اساس ضرایب همبستگی فنوتیپی برای هر شرایط در جدول ۶ ارائه شده است. بر اساس ترتیب اهمیت صفات و رگرسیون گام به گام، صفات برای هر شرایط انتخاب و تجزیه علیت بر اساس ضرایب همبستگی فنوتیپی انجام شد. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه علیت، صفت تعداد خورجین در بوته بیشترین اثر مستقیم و مثبت را بر عملکرد دانه در آرایش کاشت مربع داشت و میزان اثر غیرمستقیم این صفت از طریق

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]

وزن هزار دانه (۰/۰۹۳-) و تعداد شاخه‌های فرعی (۰/۱۷۹) ناچیز بود.

اثر مستقیم صفت وزن هزار دانه نیز در رده بعدی بوده و اثر غیرمستقیم این صفت از طریق تعداد خورجین در بوته منفی و متوسط و از طریق تعداد شاخه‌های فرعی ناچیز و منفی بود. اثر مستقیم صفت تعداد شاخه‌های فرعی متوسط و مثبت و اثر غیرمستقیم آن از طریق تعداد خورجین در بوته بالا و مثبت و از طریق وزن هزار دانه منفی و ناچیز بود. با توجه به نتایج به دلیل اثرات غیرمستقیم ناچیز تعداد خورجین در بوته از طریق سایر صفات و هم‌چنین اثرات مستقیم بالا، و هم‌چنین اثرات غیرمستقیم بالای تعداد شاخه‌های فرعی از طریق تعداد خورجین و اثر مستقیم متوسط آن، این صفات می‌توانند به عنوان معیار مناسبی جهت گزینش ارقام پرمحصول در شرایط آرایش کاشت مربع مورد استفاده قرار گیرند. در شرایط آرایش مستطیل هم اثر مستقیم صفت تعداد خورجین در بوته بالا و مثبت و اثر غیرمستقیم آن از طریق وزن هزار دانه ناچیز و منفی بود و این صفت می‌تواند به عنوان معیار گزینشی برای انتخاب ارقام پرعملکرد باشد. در رقم گلبرگ‌دار اثر مستقیم صفات تعداد خورجین در بوته بالا و مثبت و اثر مستقیم تعداد دانه در خورجین متوسط و مثبت بود. همچنین اثر غیرمستقیم تعداد خورجین در بوته از طریق تعداد دانه متوسط و مثبت و اثر غیرمستقیم تعداد دانه در خورجین از طریق تعداد خورجین نیز بالا و مثبت بود. بنابراین گزینش از طریق این صفات برای تولید ارقام پرعملکرد پیشنهاد می‌گردد. درحالی‌که در رقم بدون گلبرگ صفت تعداد خورجین بیشترین اثر مستقیم را داشت و اثر غیرمستقیم آن از طریق صفت دوره گلدهی منفی و متوسط بود درحالی‌که اثر مستقیم دوره گلدهی منفی و بالا و اثر غیرمستقیم آن از طریق تعداد خورجین مثبت و بالا بود.

جدول ۶- اثرات مستقیم و غیر مستقیم صفات برعملکرد کلزا در الگوی کاشت، رقم و تراکم متفاوت

Table 6. Direct and indirect effects of traits on rapeseed yield in different planting pattern, variety and density

شرایط	صفات	اثرات مستقیم	اثرات غیرمستقیم X1	X2	X3	همبستگی با عملکرد
آرایش مربع	تعداد خورجین در بوته (X1)	۰/۸۵۶	-----	-۰/۰۹۳	۰/۱۷۹	۰/۹۴۲
	وزن هزار دانه (X2)	۰/۲۸۵	-۰/۲۸۱	-	-۰/۰۸۰	-۰/۰۷۶
	تعداد شاخه‌های فرعی در بوته (X3)	۰/۲۱۸	۰/۷۰۵	-۰/۱۰۴	-	۰/۸۱۹
			Residual= 0.19		R2=0.96	
آرایش مستطیل			X1	X2		
	تعداد خورجین در بوته (X1)	۰/۹۰۸	-----	-۰/۰۴۶		۰/۸۶۲
	وزن هزار دانه (X2)	۰/۲۸۲	-۰/۱۴۸	-		۰/۱۳۴
			Residual= 0.424		R2=0.82	
رقم گلبرگ‌دار			X1	X2		
	تعداد خورجین در بوته	۰/۶۶۶	-	۰/۲۰۹		۰/۸۷۶
	تعداد دانه در خورجین	۰/۳۴۱	۰/۴۰۹	-		۰/۷۵۱
			Residual= 0.40		R2=0.84	
رقم بدون گلبرگ			X1	X2		
	تعداد خورجین در بوته	۱/۱۸۲	-	-۰/۲۴۲		۰/۹۴۰
	دوره گلدهی	-۰/۳۴۲	۰/۸۳۷	-		۰/۴۹۵
			Residual= 0.241		R2=0.94	
تراک ۳۳ بوته	تعداد خورجین در بوته	۰/۹۳۱	Residual= 0.069, R2=0.93			۰/۹۳۱
تراکم ۶۷ بوته	طول خورجین	۰/۷۹۰	Residual= 0.21, R2=0.79			۰/۷۹۰
تراکم ۱۳۳ بوته	دوره گلدهی	-۰/۶۴۳	Residual= 0.357, R2=0.64			-۰/۶۴۳

بنابراین گزینش همزمان مثبت برای صفات تعداد خورجین و منفی برای صفت دوره گلدهی برای گزینش ارقام پرعملکرد بدون گلبرگ پیشنهاد می‌گردد. مقایسه اثرات مستقیم صفات در تراکم‌های مختلف نشان داد که در تراکم ۳۳ بوته از طریق گزینش مثبت صفت تعداد خورجین در بوته و در تراکم ۶۷ بوته از طریق گزینش مثبت صفت طول خورجین و در تراکم ۱۳۳ بوته از طریق گزینش منفی صفت دوره گلدهی می‌توان به ارقام پرعملکرد دست یافت. مقایسه تجزیه علیت در تراکم، آرایش کشت و رقم متفاوت نشان می‌دهد که گزینش ارقام پرعملکرد تحت تاثیر این عوامل قرار دارد و برای گزینش ارقام پرعملکرد در شرایط تراکم، آرایش کشت و رقم متفاوت باید از صفات خاصی استفاده نمود تا به ارقام پرعملکرد دست یافت. خیاط و همکاران (۱۲) بیشترین اثر مستقیم را برای تعداد دانه در خورجین و اثر مستقیم وزن هزار دانه را کم گزارش کردند که با نتایج این تحقیق مطابقت نداشت. هم‌چنین اشرفی و همکاران (۷) نیز نشان دادند که ارتفاع بوته تعداد روز تا رسیدگی به ترتیب با اثرات مستقیم (۰/۸۳۸ و ۰/۳۸۳) بیشترین اثرات را روی عملکرد دانه داشتند. در مقابل، تونکتورک و سیفتسی (۲۴) اعلام کردند که تعداد غلاف در بوته بیشترین اثر مستقیم و مثبت را بر عملکرد دانه دارد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت نداشت و دلیل این تفاوت را می‌توان بیشتر به خاطر شرایط محیطی مختلف و نیز تنوع ژنوتیپ‌های مورد بررسی دانست.

شناخت عوامل مؤثر در تغییر عملکرد و اجزای عملکرد کمک شایانی به اصلاح و توسعه گیاهان برای دستیابی به عملکرد مطلوب می‌نماید. عملکرد و فرایند تشکیل آن به عوامل ژنتیکی، محیطی، زراعی و نیز اثر متقابل آن‌ها بستگی دارد. از طرفی عملکرد دانه، به کل ماده‌ی خشک تولیدی و تسهیم آن به دانه‌ها وابستگی زیادی دارد. نتایج حاصل از همبستگی‌های ساده، رگرسیون گام به گام و تجزیه علّیت تا

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]

حدودی مؤید یکدیگر بودند به طوری که در تعیین ضرایب همبستگی ساده صفات تعداد خورجین در بوته، طول خورجین، تعداد دانه در خورجین و تعداد شاخه‌های فرعی بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه دارا بودند. بنابراین جهت رسیدن به یک پاسخ مؤثر در طول نسل‌های قبل از رسیدن به خلوص و هم‌چنین جهت افزایش عملکرد لازم است که گزینش برای صفاتی نظیر تعداد دانه در خورجین، طول خورجین، تعداد خورجین و تعداد شاخه‌های فرعی و طول دوره گلدهی انجام گیرد. در روش رگرسیون گام به گام در هر شرایط، صفات متفاوتی وارد مدل گردیدند و بیشترین ضریب تبیین را به خود نسبت دادند و اثرات مستقیم آن‌ها در هر شرایط متفاوت بود. با توجه به نتایج و مقایسه اثرات مستقیم در شرایط مختلف، می‌توان گزینش‌های غیرمستقیمی را از طریق افزایش صفت تعداد خورجین در بوته برای دستیابی به عملکرد بالا بهره جست. از طرف دیگر عملکرد دانه هم به ظرفیت مبدأ و هم به ظرفیت مخزن بستگی دارد و این دو نیز به یکدیگر وابسته هستند. مقصد برای کربوهیدرات‌ها به مبدأ وابسته است و کارآیی مبدأ در ساخت کربوهیدرات‌ها با فعالیت مقصد در ارتباط است بنابراین با شناخت ویژگی‌های مرفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه می‌توان الگوی رشد، جذب نور و میزان فتوسنتز را کنترل کرد و در نتیجه‌ی آن مدلسازی خصوصیات گیاهی و پیش‌بینی عملکرد را می‌توان بهتر انجام داد چرا که ارزش اقتصادی یک رقم به صفات مختلف آن بستگی دارد. البته وجود تفاوت در نتایج شرایط متفاوت این تحقیق و هم‌چنین نتایج تعدادی از مطالعات دیگر را می‌توان به متفاوت بودن مواد گیاهی، نوع کاشت، تراکم مختلف و شرایط محیطی متفاوت در هر یک از صفات نیز نسبت داد چرا که اهمیت نسبی اجزای مختلف عملکرد با محل، فصل، طول عمر گیاه زراعی و موقعیت زمین فرق می‌کند.

منابع

1. Akbar, M., U. Saleem, M. Tahira Yagub and N. Iqbal. 2007. Utilization of genetic variability, correlation and path analysis for seed yield improvement in mustard, *Brassica juncea*. Journal of Agricultural Research, 45: 25-31.
2. Ali, M.H., S.M.H. Zaman and S.M.A. Hossain. 1996. Variation in yield, oil and protein content of rapeseed (*Brassica campestris* L.) in relation to levels of nitrogen, sulphur and plant density. Indian Journal of Agronomy, 41: 290-295.
3. Ali, N., F. Javidfar, J.Y. Elmira and M. Mirza. 2003. Relationship among yield components and selection criteria for yield improvement in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). Pakistan Journal of Botany, 35: 167-174.
4. Appelqvist, L.A. and R. Ohlson. 1972. Rapeseed: cultivation, composition, processing and utilization. Elsevier.
5. Arbuckle, J.L. 2010. BM SPSS® Amos™ 19 user's guide, Crawfordville (Fl). Amos Development Corporation.
6. Asghari, A.R. 2013. Investigate the relationship and path coefficient analysis between yield and yield components of canola cultivars. International Journal of Farming and Allied Sciences, 2: 1042-1045.
7. Ashrafi, V., M. Valizadeh, A.A. Imani and A.G. Eshghi, 2013. Investigation of the correlation relations and path coefficient analysis between yield and yield components in Canola (*Brassica napus* L.). Technical Journal of Engineering and Applied Sciences, 3: 1473-1476.
8. Eilkaee, M.N. and Y. Emam, 2003. Effect of plant density on yield and yield components in two winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 34: 509-515. (In Persian).
9. Gül, M.K., C.Ö. Egesel, F. Kahriman and Ş. Tayyar. 2007. Investigation of some seed quality components in winter rapeseed grown in Çanakkale Province. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20: 87-92.
10. Jahani, M., Gh. Nematzadeh and Gh. Mohammadi Nejad. 2016. Evaluation of agronomic traits associated with grain yield in rice (*Oryza sativa*) using regression and path analysis. Journal of Crop Breeding, 7: 115-122.
11. Khan, S., Farhatullah and I.H. Khalil. 2008. Phenotypic correlation analysis of elite $F_{3:4}$ Brassica populations for quantitative and qualitative traits. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, 3: 38-42.
12. Khayat, M., S. Lack and H. Karami. 2012. Correlation and path analysis of traits affecting grain yield of canola (*Brassica napus* L.) varieties. Journal of Basic and Applied Scientific Research, 2: 5555-5562.
12. Khayat, M., A. Rahnama and S. Lack. 2014. Assessment correlation, stepwise regression and path coefficient analyses of yield associated traits in rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars for achieve genetic improvement. Advances in Environmental Biology, 8: 305-310.
13. 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.
14. Marjanović-Jeromela, A., R. Marinković, A. Mijić, Z. Zdunić, S. Ivanovska and M. Jankulovska. 2008. Correlation and path analysis of quantitative traits in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). Agriculturae Conspectus Scientificus (ACS), 73: 13-18.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]

15. Mohsenzadeh Golfazani, M., A. Aalami, H.A. Samizadeh, M. Shoaei Daylami and S. Talesh Sasani. 2012. Study of relationship between yield and yield components in tobacco genotype using path analysis method. Journal of Crop Breeding, 4: 26-40.
16. Ofori, I. 1996. Correlation and path-coefficient analysis of components of seed yield in bambara groundnut (Vigna subterranea). Euphytica, 91: 103-107.
17. Ozer, H. 2003. The effect of plant population densities on growth, yield and yield components of two spring rapeseed cultivars. Plant, Soil and Environment, 49:422-426.
18. Peydayesh, M. and R. Mamghani. 2013. Correlation and path analysis of yield components with morphological and phenological traits in canola cultivars (*Brassica napus* L.). Scientific Journal of Agronomy and Plant Breeding, 1: 49-55.
19. Rameeh, V. 2011. Correlation and path analysis in advanced lines of rapeseed (*Brassica napus*) for yield components. Journal of Oilseed Brassica, 2: 56-60.
20. Sadeghi, F. and J. Rotbeh. 2016. Evaluation of grain yield and yield components of maize using descriptive and multivariate statistics. Journal of Crop Breeding, 8: 212-221.
21. SAS-Institute-Inc. 2010. Base SAS 9.2 procedures guide: statistical procedures, third edition, Cary, NC: SAS Institute Inc.
22. Soleimanzadeh, H., N. Latifi and A. Soltani. 2008. Relationship of phenology and physiological traits with grain yield in different cultivars of Rapeseed (*Brassica napus* L.) under rainfed conditions. Journal of Agricultural Science and Natural Resources, 14: 67-76.
23. SPSS-Inc. 2010. IBM SPSS statistics 19 core system user's guide, USA: SPSS Inc., an IBM Company Headquarters.
24. Tuncturk, M. and V. Ciftci. 2007. Relationships between yield and some yield components in rapeseed (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) cultivars by using correlation and path analysis. Pakistan Journal of Botany, 39: 81-84.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]

Investigation of Path and Correlation Analysis of Pattern and Plant Densities Effect on Two Rapeseed Cultivars

Mehdi Rahimi[1], Mehdi Ramezani[2] and Abdolazim Ozoni Davaji[3]

1- Assistant Professor, Department of Biotechnology, Institute of Science and High Technology and Environmental Sciences, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran.
(Corresponding author: me.rahimi@kgut.ac.irm)
2- Young Researchers and Elite Club, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
3- Employee Payam Noor University, Iran
Received: August 22, 2015 Accepted: October 26, 2015

Abstract

In order to investigate the relationships between major agronomy traits and grain yield in rapeseed, two apetalous flowers (Hylite201) and petalled (Hyola401) rapeseed cultivars were planted in three plant densities and two planting patterns was carried out in a split plot-factorial design based on randomized complete block design with three replications at Rice Research Institute of Iran at Rasht during 2005-2006 cropping seasons. Yield and yield component traits were measured in all treatment. Results showed that there were significant differences between the measured traits which denoted a high rate of variation in rapeseed cultivars. Yield had a significant positive correlation with number of pods per plant, pod length, number of seeds per pod and number of lateral branches in each of the conditions of pattern, cultivars type and plant density, while had a significant negative correlation with plant height. The correlation between yield and yield component was different in various conditions that showed the effect of conditions. Stepwise regression analysis in each condition indicated that special trait entered to the model as effective traits to explain total grain yield variation. Results of path coefficient analysis at different conditions also showed that number of pods per plant in most conditions of studied had the highest direct effect and the lowest indirect effect through other trait on grain yield, so considered the major traits in grain yield enhancement in the most conditions.

Key words: Biologic yield, Grain yield, Harvest index, Rapeseed, Stepwise regression

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]