آنالیز صفات موثر بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های کلزای بهاره با نرم‌افزار Path 74 در شرایط اقلیمی خوزستان

Analysis Main Effective Traits on Grain Yield of Spring Canola Genotypes by Path 74 Software under Khuzestan Climate Condition

محمد خیاط

باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

نویسنده مسئول مکاتبات: Khayat.agri@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۲

چکیده

به‌منظور تعیین مهم‌ترین صفت‌های موثر بر عملکرد دانه و تعیین مقدار تاثیر مستقیم و غیرمستقیم هر یک در عملکرد دانه ارقام کلزا، تعداد ۱۰ رقم کلزا انتخاب شد و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد مطالعه قرارگرفتند. بررسی ضرایب همبستگی نشان داد صفت‌های ماده خشک کل، شاخص برداشت، وزن هزاردانه، تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در بوته، ارتفاع بوته، روز تا رسیدگی و دوره گل‌دهی با صفت عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بودند. تجزیه رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت نشان داد که صفت تعداد خورجین در بوته دارای بیش‌ترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه است. وزن هزار دانه به‌طور غیرمستقیم با افزایش تعداد خورجین‌های هر بوته به‌همراه صفت‌های ماده خشک کل، دوره گل‌دهی و دوره رسیدگی اثر مستقیم بر عملکرد دانه داشتند. بنابراین برای گزینش ژنوتیپ برتر از نظر عملکرد دانه، انتخاب مستقیم برای صفت‌های فوق پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی: صفات زراعی، عملکرد دانه، متغیر تابع و مستقل.

مقدمه

عملکرد دانه گیاه کلزا به ظرفیت عملکرد رقم، شرایط آب و هوایی، نوع خاک و مدیریت زراعی بستگی دارد و عوامل ژنتیکی و زراعی تعیین کننده رشد و نمو گیاه و در نتیجه عملکرد دانه هستند (احمدی، ۱۳۹۰).

یکی از مهم‌ترین اهداف در اصلاح گیاه کلزا، افزایش عملکرد در واحد سطح است. مفهوم افزایش عملکرد افزودن کارآیی فیزیولوژیکی گیاه و بهبود عملکرد در واحد سطح است چرا که بسیاری اهداف دیگر به‌طور غیرمستقیم در بالابردن میزان عملکرد دخالت دارند. عملکرد منعکس کننده نمود همه اجزای گیاه است و به‌عنوان نتیجه نهایی چندین خصوصیت در نظر گرفته می‌شود. رابطه بین دو صفت یا دو متغیر را می‌توان با استفاده از روش همبستگی و یا رگرسیون اندازه‌گیری کرد (فارسی و باقری، ۱۳۸۸، آلیاری و شکاری، ۱۳۹۱). عملکرد صفت پیچیده‌ای است که تحت تاثیر عوامل زیادی قراردارد و معمولا به علت پایین‌بودن وراثت‌پذیری عملکرد انتخاب مستقیم برای آن چندان موثر نیست و بنابراین برای اصلاح عملکرد بهتر است از انتخاب غیرمستقیم استفاده شود، شناخت رابطه عملکرد و اجزای آن برای موفقیت در برنامه‌های گزینشی اهمیت زیادی دارد. موفقیت در اصلاح و تولید ارقام پرمحصول با کیفیت بیش‌تر به تشخیص نحوه کنترل ژنتیکی عملکرد و ارتباط آن با سایر اجزای عملکرد صفت‌های فنولوژیکی و کیفیت علوفه بستگی دارد (جعفری، ۱۳۹۰). اجزای عملکرد مستقل از یکدیگر نیستند و معمولا بر یکدیگر تاثیر می‌گذارند، افزایش یا کاهش یک جزو می‌تواند به‌وسیله اجزای دیگر تعدیل شود، بنابراین افزایش یک جزو ضرورتاً موجب افزایش کلی در اندازه مخزن نخواهد شد، به‌طور کلی با افزایش تعداد بوته در واحد سطح تعداد خورجین در بوته کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش تعداد دانه در هر خورجین، وزن هزار دانه کاهش می‌یابد، برای دستیابی به عملکرد مناسب باید موازانه مناسبی بین تمام اجزای عملکرد وجود داشته باشد (Earle and Ceaglsk, 2010). مصباح و همکاران (Mesbah *et al.*, 2014) با انجام آزمایشی رابطه بین عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف برنج را بررسی نمودند. نتایج نشان داد عملکرد دانه با صفات تعداد دانه در خوشه، درصد باروری، وزن هزار دانه، رسیدگی دانه‌ها و تاریخ ۵۰ درصد گل‌دهی همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد و در مجموع صفات تعداد دانه در خوشه و درصد باروری دو عامل اصلی اجزای عملکرد و موثر بر عملکرد دانه هستند. برخی روش‌های آماری مانند تجزیه همبستگی سهم نسبی هر یک از اجزای تشکیل‌دهنده عملکرد را در مقدار عملکرد به‌همراه اطلاعات لازم برای انتخاب غیرمستقیم صفت‌های در ژنوتیپ‌های برتر را برای اصلاح عملکرد نشان می‌دهند (فرشادفر، ۱۳۹۲). همبستگی میان صفت‌ها در برنامه‌ریزی و ارزیابی برنامه‌های اصلاحی مفید است. به‌عبارتی وقتی گزینش برای صفتی انجام می‌گیرد، دانستن چگونگی تاثیر آن روی صفت‌های دیگر بسیار اهمیت دارد و اطلاع از وجود همبستگی بین صفت‌های مهم تفسیر نتایج به‌دست آمده قبلی را ساده‌تر کرد، اساس برنامه‌ریزی طرح‌های موثر را در آینده فراهم می‌سازد. همچنین همبستگی بین صفت‌های مهم و کم اهمیت متخصصان اصلاح نباتات را در گزینش غیرمستقیم برای صفت‌های مهم از طریق صفت‌های کم اهمیت که اندازه‌گیری آن‌ها آسان‌تر است، یاری می‌کند (قلی‌پور و همکاران، ۱۳۸۹). ضریب همبستگی که به‌عنوان مقیاس اندازه‌گیری رابطه خطی بین دو متغیر به‌کار می‌رود، صرفا دارای یک تفسیر ریاضی است و بر روابط علت و معلولی دلالتی ندارد (ابوذری گزافرودی، ۱۳۹۰). از تجزیه علیت (Path coefficient analysis) به عنوان ابزاری برای ارزیابی اهمیت صفت‌های موثر بر عملکرد استفاده می‌شود. این روش روابط بین صفت‌های و آثار مستقیم و غیرمستقیم آن‌ها را بر عملکرد روشن می‌سازد (Wright, 2013). هدف از تجزیه علیت این است که بتوان با ایجاد مدل‌های علت و معمولی تحلیل مناسبی از همبستگی بین متغیرها ارائه کرد (سلیمان‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱). در این روش ضریب همبستگی بین دو صفت به اجزایی که آثار مستقیم و غیرمستقیم را اندازه‌گیری می‌کند، تفکیک می‌گردد. استفاده از این روش به

شناخت روابط علت و معلولی بین صفت‌ها نیاز دارد و محقق باید بر مبنای اطلاعات قبلی و شواهد تجربی جهت علت‌ها را معلوم کند (Garcia *et al*., 2015). در واقع تجزیه علیت تصویر کامل‌تری از همبستگی ساده را نشان می‌دهد و ضریب همبستگی بین دو متغیر علت و معلول را به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تفکیک می‌کند. مطالعات متعددی برای تعیین همبستگی بین صفت‌های مختلف و تفکیک آن‌ها به روش تجزیه علیت در کلزا انجام شد (مطلبی‌پور و همکاران، ۱۳۹۳، قلی‌پور و همکاران، ۱۳۸۹، سلیمان‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱). ابوذری گزافروری و همکاران (۱۳۹۱) صفت‌های تعداد ساقه بارور و تعداد دانه در خوشه را به‌عنوان شاخصی برای گزینش عملکرد ارقام برنج معرفی نمودند، هرچند در مدل تجزیه علیت میزان اثر مستقیم وزن صد دانه بر عملکرد نیز نسبتا بالا برآورد گردید. تجزیه علیت در ارقام لوبیا قرمز نشان داد که تعداد دانه در خورجین و تعداد خورجین در بوته جهت گزینش ارقام برتر مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه هستند (رهنمایی‌تک و همکاران، ۱۳۸۷). ربیعی و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی ارقام کلزا مشاهده نمودند که عملکرد دانه بیش‌ترین همبستگی را با وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد روغن داشت. تجمع ماده خشک در گیاه باعث انتقال بهتر شیره پرورده شد، بنابراین گیاه از حداکثر آسیمیلات تولید شده جهت پر شدن دانه‌ها استفاده می‌کند.

هدف از این پژوهش بررسی همبستگی بین برخی صفت‌های زراعی و شناسایی صفت‌هایی است که دارای بیش‌ترین اثرات مستقیم و غیرمستقیم بر عملکرد دانه از طریق تجزیه علیت بود تا بدین وسیله بتوان با استفاده از صفت‌های مهم مرتبط با عملکرد، به بهبود این اهداف مهم اصلاحی دست یافت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش، به‌منظور بررسی همبستگی صفات موثر بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های کلزا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان اجرا شد. بافت خاک رسی سیلتی، هدایت الکتریکی عصاره اشباع ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر و اسیدیته خاک ۷/۳ بود. متوسط بارندگی سالانه و درجه حرارت روزانه درازمدت (۳۰ ساله) در این منطقه به‌ترتیب ۲۴۸ میلی‌متر و ۲۴/۴۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی و درجه حرارت فصل زراعی به‌ترتیب ۱۳۶/۶۸ میلی‌متر و ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود. در هر کرت هشت خط کاشت به‌فاصله ۳۰ سانتی‌متر از یکدیگر و با طول شش‌متر کشت گردید. متوسط فاصله بین بوته‌ها سه تا چهار سانتی‌متر بود. میزان کود قبل از کاشت براساس آزمون خاک و بر مبنای ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن،۱۰۰کیلوگرم در هکتار فسفر به‌همراه ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار به‌صورت پایه و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، در هنگام رشد سریع ساقه استفاده شد. به‌منظور تعیین اجزای عملکرد دانه در زمان رسیدگی فیزیولوژیک ۱۰ بوته به‌طور تصادفی از هر کرت انتخاب و صفت‌های تعداد خورجین در بوته، دانه در خورجین و وزن هزار دانه مورد ارزیابی قرارگرفتند. در برداشت نهایی از سطحی معادل یک مترمربع از هر کرت، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک محاسبه و شاخص برداشت با استفاده از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک محاسبه شد. برای مطالعه نوع روابط بین متغیرهای مستقل (صفت‌های زراعی و اجزای عملکرد) و متغیر وابسته (عملکرد دانه در بوته) تجزیه علیت عملکرد دانه با اجزای مربوطه به‌منظور به‌دست آوردن اثرات مستقیم و غیرمستقیم انجام گردید.

برای انجام محاسبات آماری، تعیین ضرایب همبستگی، تجزیه رگرسیون از نرم‌افزار Minitab 13 و تجزیه علیت از نرم‌افزار Path74استفاده شد.

نتایج و بحث

ضرایب همبستگی ساده بین صفات

این ضرایب براساس ضریب پیرسون محاسبه گردید که در جدول یک ارائه شد. بیش‌ترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین صفت‌های ماده خشک کل ($r=$ ۰/۹۳۲**)، شاخص برداشت ($r=$ ۰/۸۱۰**)، تعداد خورجین در بوته ($r=$ ۰/۹۵۵**)، وزن هزار دانه ($r=$ ۰/۹۰۹**)، دوره گل‌دهی ($r=$ ۰/۸۲۴**)، ارتفاع

بوته (r=۰/۷۱۵**) و زمان رسیدگی (r= ۰/۶۷**) مشاهده شد که همگی در سطح یک درصد آماری معنی‌دار شدند، صفت‌های تعداد دانه در خورجین (r= ۰/۵۷۵*) و روز تا سبز شدن (r= ۰/۶۵۶*) در سطح پنج درصد با عملکرد دانه همبستگی داشتند. سلیمان‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) گزارش دادند صفت‌های روز تا گل‌دهی و روز تا رسیدگی همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه ارقام کلزا دارند بنابراین ارقامی که طول دوره گل‌دهی بیش‌تری دارند، شانس بالاتری برای تلقیح گل و تبدیل آن‌ها به خورجین دارند. کسب بیش‌ترین ضریب همبستگی عملکرد دانه توسط تعداد خورجین در بوته (r= ۰/۹۵۵**) در میان اجزای عملکرد بدین علت است که این جز عملکرد در برگیرنده دانه و تامین کننده آسیمیلات مورد نیاز دانه‌ها است، به همین دلیل، همبستگی مثبت و معنی‌دار تعداد دانه در خورجین با عملکرد دانه را می‌توان طبیعی دانست چرا که هرچه این صفت بیش‌تر باشد گیاه مخزن بزرگ‌تری برای مواد متابولیکی فراهم می‌کند، این امر با نتایج جرگه (۱۳۸۵) و مندهام و اسکات (Mendham and Scot, 2011) مطابقت داشت.

افزایش ماده خشک کل و ارتباط مستقیم آن با عملکرد دانه، ارتباط بین کارآیی فتوسنتز گیاه و عملکرد دانه را نشان می‌دهد، بنابراین ارقامی که متناسب با شرایط رشد از عوامل تولید بهره بیش‌تری ببرند و مواد فتوسنتزی بیش‌تری در مخازن خود تجمیع می‌کنند و کارایی و عملکرد بالاتری دارند، این مطلب با نتایج قلی‌پور و همکاران (۱۳۸۹) و مطلبی‌پور و همکاران (۱۳۹۳) هماهنگی دارد. همبستگی مثبت و معنی‌دار شاخص برداشت با عملکرد دانه (r= ۰/۸۱۰**) بیانگر چگونگی و کارآیی توزیع مواد فتوسنتزی در اندام‌های مختلف خصوصا دانه است این مطلب را ربیعی و همکاران (۱۳۸۸) و ولدیانی و همکاران (۱۳۸۶) تایید کردند.

بنابراین طبق دلایل فوق باید به صفاتی که همبستگی زیادی با عملکرد دانه دارند، توجه نشان داد.

تجزیه رگرسیون گام به گام

نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام در جدول سه ذکر شد. در این تجزیه عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته در برابر صفات دیگر به‌عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شد. همه صفت‌های وارد مدل رگرسیونی شدند و در نهایت پنج صفت تعداد خورجین در بوته، ماده خشک کل، دوره گل‌دهی، وزن هزار دانه و زمان رسیدگی در مدل رگرسیونی باقی‌ماندند، که این مدل در نهایت ۹۲/۵ درصد از تغییرات مربوط به صفت عملکرد دانه را توجیه نمود (جدول سه). سایر صفات مورد مطالعه تاثیری معنی‌داری بر مدل نداشت و به‌همین دلیل اختلاف ارقام از نظر عملکرد دانه گیاه را می‌توان به تفاوت در صفات فوق نسبت داد. در تجزیه رگرسیون گام به گام برادران و همکاران (۱۳۸۵) به ترتیب صفت‌های تعداد خورجین در بوته با ضریب تبیین ۶۴٪، تعداد دانه در خورجین ۶۷٪، وزن هزار دانه ۷۲٪، درصد روغن ۷۸٪ و به‌همراه تعداد گره در ساقه ۸۰ درصد از تغییرات مدل رگرسیونی مربوط به مقایسه ارقام کلزا را توجیه کردند. در تجزیه رگرسیون توسط رهنمایی‌تک و همکاران (۱۳۸۷) جهت انتخاب صفت‌های موثر بر عملکرد لوبیای قرمز صفت‌های وزن صد دانه، تعداد کل خورجین و تعداد بذر در خورجین به‌ترتیب در مدل وارد گردیدند. نتایج تجزیه رگرسیون ارقام لوبیای معمولی توسط ولدیانی و همکاران (۱۳۸۶) نشان داد پنج صفت وزن خورجین، تعداد بذر در بوته، تعداد کل خورجین، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت ۹۷٪ از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌کنند که صفت وزن خورجین به تنهایی ۹۵٪ تغییرات را در برمی‌گیرند.

تجزیه علیت

به‌منظور درک و تفسیر دقیق‌تر به‌دست آمده از همبستگی و رگرسیون گام به گام متغیرهای وارد شده در مدل نهایی رگرسیون مورد تجزیه علیت قرارگرفتند. بیش‌ترین اثر مستقیم مربوط به صفت تعداد خورجین در بوته بود (شکل یک). کلیه اثرات

غیرمستقیم در این تجزیه کوچک یا منفی بودند. صفت تعداد خورجین در بوته دارای بیش‌ترین اثر مستقیم مثبت بالا بر عملکرد دانه، دارای اثرات غیرمستقیم مثبت از طریق ماده خشک کل (۱۳۸٪)، وزن هزار دانه (۲۷٪) و دوره رسیدگی (۴٪) و اثرات غیرمستقیم منفی از طریق دوره گل‌دهی (۳۴٪-) می‌باشد، از آن‌جا که مقدار اثرات غیرمستقیم منفی پایین است، بنابراین اثر چندانی بر اثرات غیرمستقیم مثبت نداشت، همبستگی معنی‌داری میان تعداد خورجین در بوته و عملکرد دانه ایجاد شد، که با نتایج برادران و همکاران (۱۳۸۵) و هاکان و همکاران (Hakan *et al*., 2012) مطابقت دارد. به‌نظر می‌رسد مخزن یا ظرفیت ذخیره بزرگی که به‌وسیله تعداد بیش‌تر دانه‌ها در هر خورجین حاصل می‌شود برای دستیابی به عملکردهای بیش‌تر است. تغییر تعداد خورجین به طور بالقوه باعث افزایش عملکرد می‌شود زیرا منبع فتوسنتز کرده و ظرفیت مخزن یا محل ذخیره مواد در گیاه را افزایش می‌دهد. می‌وان گفت حداکثر تظاهر هر یک از اجزای عملکرد بر حسب توالی بروز هر یک از آن‌ها طی دوره رشد و نمو گیاهی پی‌ریزی می‌شود. در تجزیه علیت پس از صفت تعداد خورجین در بوته، ماده خشک کل با اثر مستقیم (۰/۶۵۷) از اهمیت خاصی برخوردار است. به‌نظر می‌رسد با افزایش عملکرد بیولوژیک به‌دلیل فراهمی مواد فتوسنتزی (تولیدات منبع) و آمادگی دانه‌ها (مخازن) جهت دریافت و انباشت ماده خشک کل از طریق صفات تعداد خورجین در بوته (۰/۱۷) وزن هزار دانه (۰/۰۹۷) و دوره رسیدگی (۰/۰۴۵) اثرات غیرمستقیم مثبت بر عملکرد دانه دارد درحالی‌که اثرات غیرمستقیم آن (۰/۰۳۷-) می‌باشد. فیاض و طالبی (۱۳۸۸) با تجزیه علیت صفات زراعی نخود نتیجه گرفتند بیش‌ترین تاثیر مستقیم بر عملکرد دانه به‌ترتیب مربوط به صفات شاخص برداشت (۹۵/۶) ماده خشک کل (۴۸/۳) و تعداد خورجین در بوته (۹/۳۴) بود. صفت دوره گل‌دهی با داشتن اثر مستقیم مثبت (۰/۵۷۰) بر عملکرد دانه به همراه اثرات غیرمستقیم مثبت تعداد خورجین در بوته (۰/۱۱) ماده خشک کل (۰/۰۴۶) وزن هزار دانه (۰/۰۵۱) و دوره رسیدگی (۰/۰۴۷) باعث همبستگی مثبت بالای این صفت با عملکرد دانه گردید، این امر با نتایج سلیمان‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) مطابقت داشت. وزن هزار دانه اثر مستقیم و مثبت نسبتا کمی (۰/۱۱۲) با عملکرد دانه دارد و در مقابل اثرات مثبت و غیرمستقیم این صفت با صفات تعداد خورجین در بوته (۰/۶۴۶) ماده خشک کل (۰/۱۵۱) و دوره رسیدگی (۰/۰۳۶) بخش عمده‌ای از همبستگی این صفت، با عملکرد دانه را عهده دارند به‌طوری‌که اثر غیرمستقیم و منفی دوره گل‌دهی (۰/۰۳۶-) نمود چندانی ندارد (شکل یک). اثر منفی دوره گل‌دهی بدین دلیل بود که کوتاه شدن فاز گل‌دهی موجب رقابت گلچه‌ها برای مواد فتوسنتزی جاری شد، بنابراین کاهش وزن دانه‌ها را در پی داشت (ابوذری گزافراودی، ۱۳۹۰). وزن هزار دانه جهت افزایش عملکرد می‌تواند، مد نظر به نژادگران قرارگیرد، با توجه به این‌که اجزای عملکرد به‌ترتیب تکوین می‌یابند و کاهش یک صفت ممکن است تا اندازه زیادی توسط صفتی دیگر که بعد تکوین می‌یابد، جبران گردد؛ بنابراین این صفت برای جبران نقص اجزای اولیه عملکرد افزایش یافت و در چنین شرایطی، افزایش مقدار آن یک شاخص مهم برای رقم محسوب می‌شود به‌طوری که قلی‌پور و همکاران (۱۳۸۹)، سلیمان‌زاده (۱۳۹۱) و دپنبروک (Depenbrock, 2010) نیز در مطالعات خود به نتیجه مشابهی دست یافتند. آخرین صفتی که توسط رگرسیون گام به گام از میان ۱۲ صفت استخراج شد، صفت طول دوره رسیدگی بود. همانند صفت وزن هزار دانه اثرات مثبت و غیرمستقیم این صفت با صفت‌های تعداد خورجین در بوته (۰/۴۷۶)، ماده خشک کل (۰/۱۲۴) و وزن هزار دانه (۰/۰۶۴) بخش عمده‌ای از رابطه همبستگی دوره رسیدگی با عملکرد دانه را توجیه نمود چرا که اثر مستقیم آن بر عملکرد دانه صرفا (۰/۰۶۲) بود (شکل یک). در این مطالعه با توجه به نتایج ارائه شده صفات تعداد خورجین در بوته، ماده خشک کل و دوره گل‌دهی بیش‌ترین تاثیر مستقیم و مثبت را بر عملکرد دانه در ارقام کلزا داشتند، بنابراین جهت گزینش ژنوتیپ برتر از نظر

عملکـرد دانه می‌توان انتخـاب مستقیـم بـرای ایـن صفـات انجـام داد. بـرادران و همکـاران (۱۳۸۵)، راهنمـای‌تـک و همکـاران (۱۳۸۷) و یوسفـی و همکاران (Yousefi *et al*., 2009) نیز نتایج مشـابهی را در این خصوص گزارش نمودند.

جدول ۱- خلاصه نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی

Table 1. Summary result of analysis of variance measured traits.

S.O.V	منابع تغییرات	درجات آزادی df.	روز تا سبزشدن Days to sowing	درصد سبز شدن Germination Percentage	آغاز گلدهی Flowering Ripening	خاتمه گلدهی End Flowering	طول دوره گل دهی Flowering Duration	روز تا رسیدگی Days to ripening
Replication	تکرار	3	0.1	0.9	0.6	1.5	4.1	4.2
Planting date	تاریخ کاشت	3	68.4**	50.8*	29.7*	45.9*	122.9**	2440.1**
Error a	خطا a	9	1.6	6.5	3.2	1.4	5.6	18.0
Genotype	ژنوتیپ	3	51.9**	26.7*	41.6*	39.3*	35.7**	20.5**
Planting date* Genotype	تاریخ کاشت × ژنوتیپ	9	1.8*	18.9*	1.5*	3.8*	3.8*	4.3*
Error b	خطاb	36	0.7	3.2	1.2	2.6	1.8	1.6
CV. (%)	ضریب تغییرات	-	9.3	5.5	6.1	8.2	6.9	1.0

ns و *، **: به ترتیب به غیر معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

ns,*,**: Not significant, significant at 5% and 1 % of probability levels, respectively

ادامه جدول یک

Table 1. Continued Table 1

S.O.V	منابع تغییرات S.O.V	درجات آزادی df.	ارتفاع بوته Plant height	تعداد خورجین در بوته Pod per plant	تعداد دانه در خورجین Seed per pod	وزن هزاردانه Seed Weight	ماده خشک کل Dry Weight	عملکرد دانه Seed yield
Replication	تکرار	3	695.2	235.9	2.8	0.16	227.02	36548.1
Planting date	تاریخ کاشت	3	13702.5**	3596.4**	82.0**	1.75**	174453**	3778123.7**
Error a	خطاa	9	65.3	28.5	0.7	0.03	33.43	89643.1
Genotype	ژنوتیپ	3	2379.6**	1517.2**	105.9**	1.16**	91498**	2378546.3**
Planting date* Genotype	تاریخ کاشت × ژنوتیپ	9	374.7*	105.3*	5.9**	0.07*	6533.2**	331796.9**
Error b	خطاb	36	180.8	47.1	1.7	0.03	26.1	20513.8
CV. (%)	ضریب تغییرات	-	9.1	8.8	7.8	6.8	3.65	7.0

ns و *، **: به ترتیب به غیر معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

ns,*,**: Not significant, significant at 5% and 1 % of probability levels, respectively

جدول ۲- ضرایب همبستگی صفت های زراعی ارقام مختلف کلزا

Table 2. Correlation coefficients of measured traits of canola cultivars

صفت های زراعی Agronomic Traits	روز تا سبز شدن Day to emergence	درصد جوانه زنی Percent of emergence	آغاز گلدهی initiation of flowering	خاتمه گلدهی End of flowering	دوره گلدهی Flowering duration	روز تا رسیدگی Days to ripening	ارتفاع بوته Plant heights	خورجین دربوته Pod Per plant	تعداد دانه در خورجین Seed per pod	وزن هزار دانه Seed weight	شاخص برداشت Harvest index	ماده خشک کل Total dry matter
Percent of emergence درصد جوانه زنی	-0.686**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Initiation of flowering آغاز گلدهی	-0.197 ns	-0.88 ns	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
End of flowering خاتمه گلدهی	-0.336 ns	-0.184 ns	0.962**	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flowering duration دوره گلدهی	-0.861**	0.513*	0.81 ns	0.523*	-	-	-	-	-	-	-	-
Days to ripening روز تا رسیدگی	-0.544*	0.130 ns	0.697**	0.755**	0.753**	-	-	-	-	-	-	-
Plant heights ارتفاع بوته	-0.690**	0.400 ns	0.572*	0.682**	0.823**	0.849**	-	-	-	-	-	-
Pod per plant تعداد خورجین در بوته	-0.723**	۰0.321 ns	0.400 ns	0.41 ns	0.855**	0.764**	0.822**	-	-	-	-	-
Seed per pod تعداد دانه در خورجین	-0.316 ns	0.206 ns	0.87 ns	0.75 ns	0.637**	0.65 ns	0.526*	0.620*	-	-	-	-
1000 seed weight وزن هزار دانه	-0.655**	0.195 ns	0.25 ns	0.66 ns	0.831**	0.581*	0.683**	0.863**	0.652**	-	-	-
Harvest index شاخص برداشت	-0.617*	۰0.157 ns	0.431 ns	0.45 ns	0.786**	0.653**	0.689**	0.907**	0.568*	0.886**	-	-
Total dry matter ماده خشک کل	-0.720**	0.294 ns	0.414 ns	0.485*	0.888**	0.729**	0.819**	0.943**	0.602*	0.886**	0.929**	-
Seed yield عملکرد دانه	-0.656**	0.202 ns	0.407 ns	0.430 ns	0.824**	0.670**	0.715**	0.955**	0.575*	0.909**	0.810**	0.932**

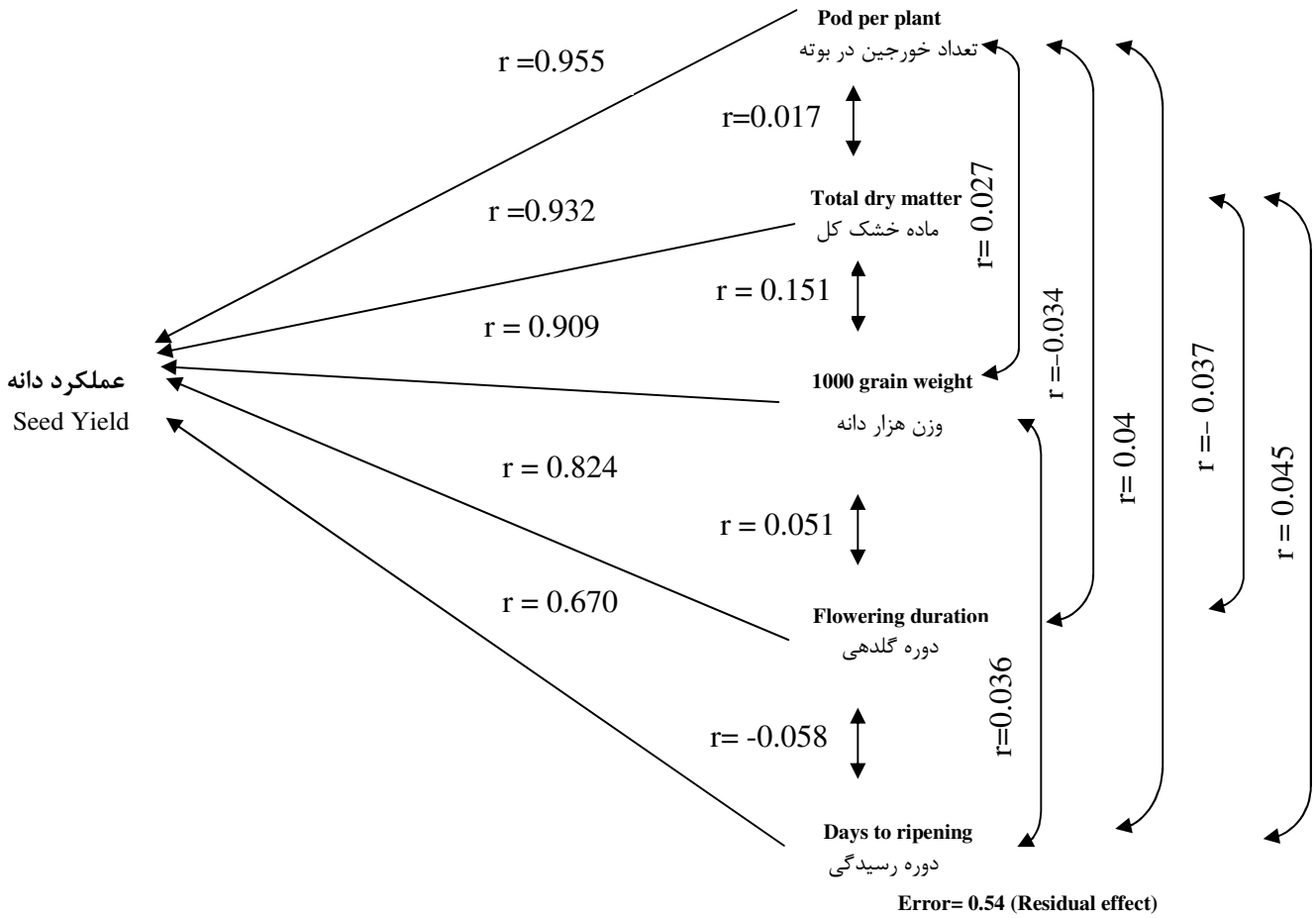
ns و *،**: به ترتیب به غیر معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

ns,*,**: Not significant, significant at 5% and 1 % of probability levels, respectively

جدول ۳- مراحل رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه به عنوان متغیر تابع و سایر صفت‌های به عنوان متغیر مستقل

Table 3. Stepwise regression for yield and other traits as the dependent variable as independent variables

Variable added to model متغیر اضافه شده به مدل	The stepwise regression مراحل رگرسیون گام به گام				
	1	2	3	4	5
Constant عرض از مبداء	-1422	-1316	-1511	-1234	-1693
Pod per plant تعداد خورجین در بوته	123	178	110.2	135.6	166.9
Total dry matter ماده خشک کل	-	1.02	2.04	0.99	0.55
Flowering duration دوره گلدهی	-	-	1.1	1.9	3.5
1000 grain weight وزن هزار دانه	-	-	-	119	223
Days to ripening دوره رسیدگی	-	-	-	-	4.5
Coefficient R^2 (%) ضریب تبیین R^2 (٪)	40	68	75	88	92.5



شکل ۱- تجزیه علیت همبستگی عملکرد دانه با صفت‌های باقی مانده

Fig. 1. Path analysis of grain yield with other traits

منابع **References**

احمدی، م. ۱۳۹۰. زمان و نحوه برداشت کلزا، نشریه ترویجی سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، معاونت ترویج. ۵۶ صفحه

آلیاری، ه. و شکاری، ف. ۱۳۹۱. دانه‌های روغنی. انتشارات عمیدی. تبریز. ۱۸۲ صفحه

ابوذری گزافرودی، ا. ۱۳۹۰. بررسی تنوع ژنتیکی و همبستگی بین صفت‌های مرفولوژیکی و داده‌های الکتروفورز پروتئین‌های ذخیره‌ای در ارقام برنج. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان.

ابوذری گزافرودی، ا.، هنرنژاد، ر.، فتوکیان، م.ح. و اعلمی، ع. ۱۳۹۱. مطالعه همبستگی صفت‌های زراعی و تجزیه علیت در برنج. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال دهم. شماره ۲.

برادران، ر.، مجیدی هروان، ا.، درویش، ف. و عزیزی، م. ۱۳۸۵. بررسی روابط همبستگی و تجزیه ضرایب مسیر مابین عملکرد در کلزا. مجله علوم کشاورزی. سال ۱۲. شماره ۴.

جعفـری، ع. ۱۳۹۰. تعیین فاصله ژنتیکی ۲۹ ژنوتیپ چچم دائمی از طریق تجـزیه کلاستر براساس عملکرد علوفه و صفت‌های مورفولوژیکی. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران. شماره ۶. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. تهران. صفحات ۷۹-۹۱

جرگه، آ. ۱۳۸۵. تعیین مناسب‌ترین تاریخ کاشت ارقام امید بخش کلزا و مطالعه همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول.

ربیعی، م.، کریمی، م. م. و صفا، ف. ۱۳۸۸. بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و صفت‌های زراعی ارقام کلزا به عنوان کشت دوم بعد از برنج در منطقه کوچصفهان. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۵. شماره ۱. صفحات: ۱۸۷-۱۷۷.

رهنمایی‌تک، ع.، واعظی، ش.، مظفری، ج. و شاه نجات بوشهری، ع. ا. ۱۳۸۷. تجزیه تحلیل همبستگی و علیت عملکرد دانه و صفت‌های وابسته به آن در لوبیا قرمز. مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۷۶.

سلیمان‌زاده، ح.، لطیفی،ن. و سلطانی، ا. ۱۳۹۱. ارتباط فنولوژی و صفت‌های فیزیولوژیک با عملکرد دانه در ارقام مختلف کلزا تحت شرایط دیم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۴. شماره ۵.

فارسی، م. و باقری، ع. ۱۳۸۸. اصول اصلاح نباتات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

فرشادفر، ع. ا. ۱۳۹۲. روش شناسی اصلاح نباتات. انتشارات دانشگاه رازی.

فیاض، ف. و طالبی، ر. ۱۳۸۸. تعیین روابط میان عملکرد و برخی از اجزای عملکرد نخود زراعی با استفاده از تجزیه علیت. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۷. شماره ۱. صفحات: ۱۴۱-۱۳۵.

قلی‌پور، ع.، لطیفی، ن.، قاسمی، ک.، آلیاری، ه. و مقدم، م. ۱۳۸۹. مقایسه رشد و عملکرد دانه ارقام کلزا در شرایط دیم گرگان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال یازدهم. شماره اول. صفحات ۱۳-۵.

مطلبی‌پور، ش.، احمدی، م. و جوکار، ل.۱۳۹۳. بررسی سازگاری و مقایسه عملکرد ارقام و لاین‌های کلزا در زرقان فارس، مجله علوم زراعی ایران، جلد دوم، شماره ۳.

ولدیانی، ع.، تاجبخش، م. و زردشتی، م.ر. ۱۳۸۶. بررسی ویژگی‌های زراعی و محصول‌دهی ارقام کلزا در منطقه ارومیه. مجله دانش کشاورزی. جلد ۱۴. شماره ۲. صفحات: ۴۳-۳۱.

Dipenbrock, W. 2010. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Field Crop Research. 80: 35- 49.

Earle, P.L., and Ceaglsk. N.H. 2010. Factor causing the checking macaroni. Cereal chem. 26: 267-286.

Garciadelmoral, L.F., Ramos, J.M., and Jimene, M.P. 2015. Ontogenetic approach to grain production in spring Barley based on path- coefficient analysis, Crop Science. 31: 1179-1185.

Hakan-Ozer, E.O., and Unsal, D. 2012. Relationship between yield and yield components on currently improved spring rapeseed cultivars. Tr. Journal of Agriculture and Forestry. 23: 603- 607.

Mesbah, M., Soaroush, H.R., and Zadeh, A.H.H. 2014. A study of relationship between grain yield components in rice. Journal of Agriculture Science. 5: 983-993.

Mendham, N.J.S., and Scot, R.K. 2011. the limiting effect of plant size at inflorescence initiation on subsequent growth and yield of oil seed rape (*B.napus*). Journal of Agriculture Science. Cambridge. 84: 487 – 502

Wright, S. 2013. Correlation and causation. Journal Agriculture. Research. 20: 557-595.

Yousefi-Daz, M., Soltani, A., Ghaderifar, F., and Sarparast, R. 2009. Evaluation of non-linear regression models to describe response of emergence rate to temperature in chickpea Agriculture Science and Technology. 20: 93-102.