Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Plant Production Research

Print ISSN: 2322-2050
Online ISSN: 2322-2778

Investigating the relationship between grain yield and yield components in spring rapeseed cultivars using multivariate analysis

Mohammad Amin Norouzi[1], Leila Ahangar[*2], Kamal Payghamzadeh[3], Hossein Sabouri[4], Sayed Javad Sajadi[5]

1. M.Sc. Graduate of Biotechnology, Dept. of Plant Production, College of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran. E-mail: ma.nouroozii@gmail.com
2. Corresponding Author, Assistant Prof., Dept. of Plant Production, College of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran. E-mail: l.ahangar63@gmail.com
3. Associate Prof., Dept. Horticulture Crops Research, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran. E-mail: kamalpay@gmail.com
4. Associate Prof., Dept. of Plant Production, College of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran. E-mail: hos.sabouri@gmail.com
5. Assistant Prof., Dept. of Plant Production, College of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran. E-mail: sj_sajadi@yahoo.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 01.07.2023
Revised: 02.07.2023
Accepted: 03.05.2023

Keywords:
Correlation,
Multivariate Statistical Methods,
Path Analysis,
Rapeseed,
Regression

ABSTRACT

Background and objectives: Rapeseed with the scientific name (*Brassica napus* L.) are one of the most important oilseed crops in the world. Considering the country's increasing need to import oil and the importance of rapeseed among oilseeds plants, increasing the yield and percentage of oil is very important. Therefore, identification the traits that increase seed yield, play an important role in the success of breeding programs. Yield is a complex trait that is affected by many factors. Direct selection of a variety for yield is not often very effective, so investigating the relationships between grain yield and other traits for indirect selection may be effective. In such a situation, correlations may not clarify the relationships well, therefore, multivariate statistical methods and path analysis can help in understanding the nature of the relationship between traits for direct or indirect selection and improve the efficiency of selection in breeding programs plants become useful.

Materials and Methods: In this study, eight genotypes of spring rapeseed (SPN-202, SPN-204, SPN-206, SPN-207, SPN-217, SPN-225, SPN-227, SPN-182) along with 56 rapeseed hybrids (F1) were planted in a randomized complete block design with three replications in 2019-2020 crop years in the research farm of Gorgan Agricultural Research Station. During the experiment, phenological, morphological traits, yield and yield components were recorded. The normality of the data was evaluated based on the Kolmogorov-Smirnov method. In order to understand the relationships between traits and to identify the traits affecting on grain yield, at first, correlation coefficients were estimated, then stepwise regression were done. Then, path analysis based on correlation coefficients was used to determine the direct and indirect effects of traits. Finally, all traits were grouped based on principal component analysis.

Results: The results of analysis of variance indicate a significant difference for all studied traits at the probability level of one percent. The coefficient of variation (C.V) for the traits varied from 1.37 (physiological maturity) to 10.31 (number of sub-branches), which indicates that there is sufficient

accuracy in conducting the research. The results of correlation evaluation showed that number of pod per lateral branches (0.864), number pods per Plant (0.865), number of lateral branches (0.466), physiological maturing (0.329) and number of grain per pod (0.358) had a positive and significant correlation with grain yield ($P<0.01$). Stepwise regression analysis showed that the traits of number of pods per plant, number of grain per pod and 1000-grain weight has a decisive role on grain yield. Based on the results of path analysis, number of pods per plant had the most direct effect (0.881) and number of grain per pod had the most indirect effect (0.053) through the number of pods per plant on grain yield. In order the results of principal component analysis, four components were able to explain 75.91% of the changes in the measured data of 64 rapeseed varieties.

Conclusions: Results of the path analysis showed that number of pods per plant, number of grain per pod and 1000-grain weight had a direct positive effect on grain yield. Also, the stepwise regression analysis showed that the stated traits have the highest regression coefficients. Therefore, selection for these traits can be very effective in achieving high performance

Cite this article: Norouzi, Mohammad Amin, Ahangar, Leila, Payghamzadeh, Kamal, Sabouri, Hossein, Sajadi, Sayed Javad. 2023. Investigating the relationship between grain yield and yield components in spring rapeseed cultivars using multivariate analysis. *Journal of Plant Production Research*, 30 (3), 85-100.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/JOPP.2023.20680.2971
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۲۰۵۰
شاپا آنلاین: ۲۳۲۲-۲۷۷۸

بررسی روابط بین عملکرد و اجزای عملکرد دانه در ارقام بهاره کلزا با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره

محمد امین نوروزی[۱]، لیلا آهنگر*[۲]، کمال پیغام‌زاده[۳]، حسین صبوری[٤]، سید جواد سجادی[٥]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد بیوتکنولوژی، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران. رایانامه: ma.nouroozii@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی گنبد، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران. رایانامه: l.ahangar63@gmail.com

۳. استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران. رایانامه: kamalpay@gmail.com

٤. دانشیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی گنبد، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران. رایانامه: hos.sabouri@gmail.com

۵. استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی گنبد، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران. رایانامه: sj_sajadi@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۱/۱۰/۱۷
تاریخ ویرایش: ۱٤۰۱/۱۱/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۱۲/۱٤

واژه‌های کلیدی:
تجزیه علیت،
رگرسیون،
روش‌های آماری چندمتغیره،
کلزا،
همبستگی

چکیده

سابقه و هدف: کلزا با نام علمی (*Brassica napus* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان دانه روغنی در جهان است. با توجه به نیاز روزافزون کشور به واردات روغن و اهمیت کلزا در بین دانه‌های روغنی، افزایش عملکرد دانه و درصد روغن از اهمیت زیادی برخوردار است. بنابراین شناخت صفاتی که موجب افزایش عملکرد دانه می‌شوند، نقش مهمی در موفقیت برنامه‌های به نژادی دارند. عملکرد یک صفت پیچیده است که تحت‌تأثیر عوامل زیادی قرار می‌گیرد. انتخاب مستقیم یک رقم برای عملکرد اغلب چندان مؤثر نیست، بنابراین بررسی روابط بین عملکرد دانه و صفات دیگر برای انتخاب غیرمستقیم ممکن است مؤثر باشد. در چنین شرایطی همبستگی‌ها ممکن است به خوبی ارتباط‌ها را روشن نکنند، بنابراین روش‌های آماری چندمتغیره و تجزیه مسیر می‌توانند در درک ماهیت رابطه بین صفات برای انتخاب مستقیم یا غیرمستقیم و در نتیجه بهبود کارایی انتخاب اصلاحی در برنامه‌های اصلاح نباتات مفید واقع گردند.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه هشت ژنوتیپ کلزای بهاره (SPN-202، SPN-204، SPN-206، SPN-207، SPN-217، SPN-225، SPN-227 و SPN-182) به همراه ٥٦ هیبرید کلزا (F_1) در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار

در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان کشت شدند. در طول آزمایش صفات فنولوژیک، مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد یادداشت‌برداری شدند و نرمال بودن داده‌ها بر اساس روش کولموگروف- اسمیرنوف ارزیابی شد. برای درک روابط بین صفات و شناخت صفات مؤثر در عملکرد دانه از تجزیه ضرایب همبستگی بین صفات، رگرسیون گام به گام و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی استفاده شد. هم‌چنین از تجزیه علیت بر مبنای ضرایب همبستگی برای مشخص کردن اثر مستقیم و غیرمستقیم صفات استفاده شد. در نهایت تمامی صفات براساس تحلیل مؤلفه‌های اصلی گروه‌بندی شدند.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار برای تمامی صفات مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد است. ضریب تغییرات (C.V) برای صفات از ۱/۳۷ (رسیدگی فیزیولوژیک) تا ۱۰/۳۱ (تعداد شاخه‌های فرعی) متغیر بود که نشان‌دهنده دقت کافی در انجام پژوهش است. نتایج ارزیابی همبستگی نشان داد که صفت تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی (۰/۸٦٤)، تعداد کل خورجین در بوته (۰/۸٦٥)، تعداد شاخه‌های فرعی (۰/٤٦٦)، رسیدگی فیزیولوژیک (۰/۳۲۹) و تعداد دانه درخورجین (۰/۳۵۸) با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند. تجزیه و تحلیل رگرسیون گام به گام نشان داد که صفات تعداد کل خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزاردانه نقش تعیین‌کننده‌ای بر عملکرد دانه دارند. بر اساس نتایج تجزیه علیت، تعداد کل خورجین در بوته بیش‌ترین تأثیر مستقیم (۰/۸۸۱) و تعداد دانه در خورجین از طریق تعداد کل خورجین در بوته بیش‌ترین تأثیر غیرمستقیم (۰/۰۵۳) را بر عملکرد دانه نشان دادند. بر اساس نتایج تجزیه مؤلفه‌های اصلی، چهار مؤلفه شناسایی شد که توانستند ۷۹/۲۸ درصد از تغییرات داده‌های اندازه‌گیری شده در ٦٤ ژنوتیپ کلزا را تبیین کنند.

نتیجه‌گیری: نتایج تجزیه علیت نشان داد که صفات تعداد کل خورجین در بوته، تعداد دانه خورجین و وزن هزاردانه اثر مثبت مستقیم بر عملکرد دانه داشتند. هم‌چنین تجزیه و تحلیل رگرسیون گام به گام نیز بیانگر این بود که صفات بیان شده دارای بالاترین ضرایب رگرسیونی هستند، بنابراین انتخاب برای این صفات در جهت نیل به عملکرد بالا می‌تواند بسیار موثر باشد.

استناد: نوروزی، محمد امین، آهنگر، لیلا، پیغام‌زاده، کمال، صبوری، حسین، سجادی، سید جواد (۱۴۰۲). بررسی روابط بین عملکرد و اجزای عملکرد دانه در ارقام بهاره کلزا با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره. *نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی*، ۳۰ (۳)، ۱۰۰-۸۵.

DOI: 10.22069/JOPP.2023.20680.2971

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی می‌باشد که در طی دهه‌های گذشته تولید آن به سرعت افزایش یافته است. این افزایش عملکرد نه‌تنها به دلیل رشد قابل توجه در سطح زیر کشت بوده، بلکه به‌دلیل در دسترس بودن انواع ژنوتیپ‌های با بازدهی بالا از جمله واریته‌های هیبرید بوده است (۱). هرساله مناطق وسیعی از استان‌های شمالی ایران به کشت کلزا اختصاص می‌یابد، به‌طوری که سطح زیر کشت کلزا در استان گلستان در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ تقریباً برابر با ۵۰ هزار هکتار با قابلیت برداشت ۸۵ هزار تن دانه گزارش شده است (۲). با توجه به روند رو به رشد جمعیت در کشور و هم‌چنین نیاز روزافزون به افزایش تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح، آگاهی از تنوع ژنتیکی و مدیریت منابع ژنتیکی و بررسی میزان رابطه عملکرد دانه و صفات وابسته گامی مؤثر در برنامه‌های به‌نژادی می‌باشد (۳). عملکرد صفت پیچیده‌ای است که تحت‌تأثیر عوامل زیادی قرار دارد. انتخاب مستقیم یک رقم برای عملکرد غالباً بسیار مؤثر نیست، بنابراین استفاده از انتخاب غیرمستقیم بر اساس برخی صفات مرتبط با عملکرد ممکن است مؤثر باشد. درک ماهیت ارتباط بین صفات برای انتخاب مستقیم یا غیرمستقیم و در نتیجه بهبود کارایی انتخاب روش اصلاحی در برنامه‌های اصلاح نباتات مهم است. زیرا در برنامه‌های اصلاح نباتات، انتخاب بر اساس تعداد زیادی صفت زراعی صورت می‌گیرد که ممکن است بین آن‌ها همبستگی مثبت و منفی وجود داشته باشد، بنابراین با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره مانند تجزیه علیت و رگرسیون گام به گام و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی این امکان فراهم گردید که بدون از بین بردن مقدار زیادی از اطلاعات مفید، مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد شناسایی و مورد ارزیابی قرار گیرند (٤). بر اساس گزارش‌های مختلف، افزایش تعداد دانه در خورجین و تعداد خورجین در بوته باعث افزایش عمکرد دانه می‌شود، زیرا تعداد بیش‌تر دانه، تقاضای زیادی را برای مواد فتوسنتزی ایجاد می‌کند و در نتیجه تولید مواد فتوسنتزی را افزایش می‌دهد، بنابراین هر عاملی که باعث افزایش این پارامترها شود منجر به افزایش عملکرد دانه خواهد شد (۵، ٦، ۷). نتایج مربوط به تجزیه مسیر در مطالعه بانرجی و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد که از بین پارامترهای رشدی بر عملکرد دانه، صفات ارتفاع بوته و تعداد خورجین در بوته اثرات مستقیم و مثبتی بر عملکرد کلزا داشتند. انتخاب مستقیم این دو عامل می‌تواند برای بهبود عملکرد کلزا مفید واقع شود (۸). اسماعیلی و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی گزارش کردند که رابطه همبستگی عملکرد دانه با وزن هزاردانه، تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در بوته، طول خورجین، درصد روغن و عملکرد روغن در سطح یک درصد مثبت و معنی‌دار بود. هم‌چنین نتایج تجزیه علیت مؤید آن بود که سه صفت طول خورجین، تعداد خورجین در بوته و درصد روغن بیش‌ترین اثر را بر عملکرد داشتند (۹). روستاباغی و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی همبستگی و تجزیه علیت بین صفات در ارقام کلزا گزارش کردند که عملکرد دانه کلزا دارای همبستگی مثبتی با وزن هزاردانه، شاخص برداشت، تعداد شاخه‌های فرعی در بوته و طول دوره رسیدگی بود. نتایج تجزیه علیت بیانگر این بود که صفات وزن هزاردانه و پایان گلدهی اثر مستقیم قابل‌توجهی بر عملکرد دانه داشتند. هم‌چنین در رگرسیون گام به گام عملکرد با سایر صفات، وزن هزاردانه و پایان گلدهی بیش‌ترین تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند (۱۰). مرادی و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی نشان دادند که عملکرد دانه با وزن هزاردانه و تعداد دانه در خورجین بیش‌ترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را داشتند (۳). در مطالعه‌ای رحیمی و همکاران (۲۰۱٦) بیان کردند که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد

خورجین در بوته، طول خورجین، تعداد دانه در خورجین و تعداد شاخه‌های فرعی دارد، در حالی‌که با صفت ارتفاع بوته همبستگی منفی و معنی‌دار وجود داشت. هم‌چنین نتایج تجزیه علیت نشان داد صفت تعداد خورجین در بوته بیش‌ترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشت (۱۱). سندهو و همکاران (۲۰۱۹) طی بررسی صفات مختلف در کلزا، وزن هزاردانه را به عنوان یکی از مهم‌ترین صفات مؤثر در عملکرد دانه شناسایی نمودند (۱۲).

کلزا از گیاهان بسیار مهم در صنعت کشاورزی ایران می‌باشد. از این‌رو اجرای برنامه‌های اصلاحی در راستای ارتقای این محصول مهم، بسیار ضروری است. استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره، در شناسایی صفات مهم و تأثیرگذار بر عملکرد و میزان سهم نسبی اثر هر یک بر عملکرد، برای رسیدن به موفقیت در برنامه اصلاحی مفید خواهد بود. بنابراین هدف از این پژوهش، استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره جهت بررسی میزان همبستگی و روابط بین صفات و شناسایی صفات مهم و برآورد میزان سهم نسبی هر یک از صفات مؤثر بر عملکرد ۸ ژنوتیپ کلزای بهاره و ٥٦ هیبرید حاصل از آن‌ها برای استفاده در برنامه‌های به‌نژادی است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش هشت ژنوتیپ کلزای بهاره (SPN-202، SPN-204، SPN-206، SPN-207، SPN-217، SPN-225، SPN-227، SPN-182) به‌همراه ٥٦ هیبرید (حاصل از تلاقی دای الل دوطرفه) در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ٤ ردیف ٤ متری (مساحت هر کرت ٤/٨٠ مترمربع) با فاصله بین ردیف ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر با تراکم پایین (١٦٠ بوته در هر کرت و ۳۳ بوته در مترمربع) در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان کشت شدند (جدول ۱). شهرستان گرگان دارای میانگین درازمدت بارندگی سالانه تقریباً ٤٨٧ میلی‌متر، دامنه نوسانات دمایی سالانه ۱۰ درجه سانتی‌گراد، ارتفاع ۵/۵ متر از سطح دریا و میانگین دمای سالانه تقریباً ۱۸ درجه سانتی‌گراد در عرض جغرافیایی ٣٦ درجه، ۵۳ دقیقه و ٢٤ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ٥٤ درجه، ٢٤ دقیقه و ۵۱ ثانیه شرقی قرار دارد. نحوه مصرف کود و مواد غذایی چون نیتروژن، فسفر، پتاس و گوگرد (به همراه باکتری تیوباسیلیوس) بر اساس نتایج آزمون خاک و توصیه متخصصین آب و خاک انجام شد. عملیات مدیریت مزرعه شامل کاشت، داشت و برداشت مطابق با دستورالعمل فرجی و همکاران (۲۰۲۰) انجام شد (۱۳). در طول آزمایش صفات تعداد روز از تاریخ سبز شدن تا شروع گلدهی، تعداد روز از تاریخ سبز شدن تا پایان گلدهی، طول دوره گلدهی، رسیدگی فیزیولوژیکی، ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، تعداد شاخه‌های فرعی، ارتفاع شاخه‌بندی (سانتی‌متر)، ارتفاع خورجین‌بندی (سانتی‌متر)، طول ساقه اصلی (سانتی‌متر)، طول خورجین و قطر ساقه (سانتی‌متر) و در انتهای صفات رشد تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی، تعداد کل خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزاردانه (گرم) و عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) یادداشت‌برداری شدند. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از روش کولموگروف- اسمیرنوف و برای درک روابط بین صفات و شناخت صفات مؤثر در عملکرد دانه از تجزیه ضرایب همبستگی بین صفات، رگرسیون گام به گام و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی استفاده شد. هم‌چنین از تجزیه علیت بر مبنای ضرایب همبستگی برای مشخص کردن اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات استفاده شد. برای تجزیه‌های آماری از نرم‌افزار SPSS V.22 (۲۰۱۳) استفاده گردید (١٤).

جدول ۱- مشخصات ژنوتیپ‌های کلزا مورد استفاده در این پژوهش.

Table 1. Specifications of rapeseed genotypes used in this study.

شماره ژنوتیپ Genotype No	شجره Pedigree	نام لاین Line name	منشاء Origin	تیپ رشدی Growth type
1	Rameh/97/1	SPN-202	IRAN	Spring
2	Rameh/97/3	SPN-204	IRAN	Spring
3	Rameh/97/5	SPN-206	IRAN	Spring
4	Rameh/97/6	SPN-207	IRAN	Spring
5	Ogh/Beh/4	SPN-217	IRAN	Spring
6	Dalgan	SPN-225	IRAN	Spring
7	Zabol-8	SPN-227	IRAN	Spring
8	F6/11/Rameh	SPN-182	IRAN	Spring

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ارائه‌شده در جدول‌های ۲ و ۳، بیانگر وجود اختلاف معنی‌داری برای همه صفات مورد بررسی در سطح آماری یک درصد می‌باشد. با توجه به نتایج حاصل می‌توان نتیجه گرفت که بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد بررسی تفاوت ژنتیکی معنی‌داری وجود دارد، بنابراین ارزش انجام کارهای ژنتیکی را توجیه می‌کند. ضریب تغیرات (C.V) برای صفات از ۱/۳۷ (صفت رسیدگی فیزیولوژیکی) تا ۱۰/۳۱ (صفت تعداد شاخه‌های فرعی) متفاوت بود که مبین وجود دقت کافی در اجرای پژوهش می‌باشد (جدول‌های ۲ و ۳). هم‌چنین میزان ضریب تبیین (R^2) صفات از ۰/٦۱ برای صفت طول دوره گلدهی تا ۰/۹۹ برای صفت ارتفاع شاخه‌بندی ارزیابی شد که بیانگر توجیه تغییرات صفات در مدل انتخابی می‌باشد (جدول ۲).

ضرایب همبستگی: نتایج ضرایب همبستگی بین صفات در والدین و هیبریدها در جدول ٤، ارائه شده است. ضرایب همبستگی نشان‌دهنده میزان و درجه ارتباط بین صفات مختلف می‌باشد. بیش‌ترین میزان همبستگی مثبت و معنی‌دار بین صفات تعداد خورجین در شاخه فرعی و تعداد کل خورجین در بوته با مقدار ۰/۹۹۸ ثبت شد. ضرایب مثبت و معنی‌دار همبستگی‌های صفات، بیان‌کننده ارتباط افزایشی برای هر یک از صفات با سایر صفات می‌باشد. همبستگی بین صفت عملکرد دانه با صفات تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی با مقدار (۰/۸٦٤)، تعداد کل خورجین در بوته با مقدار (۰/۸٦٥)، تعداد شاخه‌های فرعی با مقدار (۰/٤٦٦)، رسیدگی فیزیولوژیک با مقدار (۰/۳۲۹) و تعداد دانه در خورجین با مقدار (۰/۳٥۸) در سطح یک درصد مثبت و معنی‌دار بود. رائو و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که بین عملکرد دانه با تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد (۱٥). هم‌چنین ساروج و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای بیان کردند که صفت تعداد کل خورجین در بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه داشت (۱٦). ضرایب همبستگی بین صفات تحت‌تأثیر روابط پایین آن صفات نیز می‌باشد. به عبارتی همبستگی هر صفت تحت‌تأثیر روابط آن صفت با صفات دیگر قرار دارد، بنابراین بهتر است از تجزیه رگرسیون و تجزیه علیت برای شناخت بهتر ارتباط بین صفات بهره برد.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک، فنولوژیک و عملکرد و اجزای عملکرد در ژنوتیپ‌های کلزا.

Table 2. Analysis of variance of morphological, phenological, yield and yield components in rapeseed genotypes.

قطر ساقه SD	طول ساقه اصلی MSL	ارتفاع خورجین‌بندی POH	ارتفاع شاخه‌بندی BH	ارتفاع گیاه PH	رسیدگی فیزیولوژیک PM	طول دوره گلدهی FD	تعداد روز از تاریخ سبز شدن تا پایان گلدهی DFT	تعداد روز از تاریخ سبز شدن تا شروع گلدهی DFI	درجه آزادی Df	منابع تغیرات	S.O.V
11.54**	342.24**	549.34**	226.47**	677.82**	2.07^{ns}	40.82*	133.84**	27.59**	2	تکرار	Replication
47.52**	1099.70**	1636.29**	1915.32**	1559.80**	146.75**	51.12**	145.35**	217.13**	7	والد مادری	Maternal
15.44**	580.25**	1336.06**	1264.64**	770.51**	24.98**	48.00**	153.67**	180.22**	7	والد پدری	Paternal
29.28**	484.64**	884.66**	1123.88**	844.22**	38.51**	29.02**	88.42**	99.46**	63	تلاقی ها	Crosses
0.95	0.98	0.98	0.99	0.98	0.76	0.61	0.88	0.93	-	-	R^2
7.38	4.33	2.49	4.53	1.65	1.37	9.97	1.83	1.81	-	-	C.V
0.62	3.19	4.60	4.01	7.23	5.90	9.52	5.91	3.41	126	خطا	Error

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک، فنولوژیک و عملکرد و اجزای عملکرد در ژنوتیپ‌های کلزا.

Table 3. Analysis of variance of phenological, morphological, yield and its components in rapeseed genotypes.

عملکرد دانه Y	وزن هزاردانه GW	تعداد دانه در خورجین GP	تعداد کل خورجین در بوته PP	تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی PLB	تعداد خورجین در ساقه اصلی PMS	طول خورجین PL	تعداد شاخه‌های فرعی LB	درجه آزادی Df	منابع تغیر	S.O.V
99781.84*	0.03^{ns}	3.74^{ns}	3200.67**	2866.68**	14.06^{ns}	10.28**	0.72^{ns}	2	تکرار	Replication
720226.70**	1.52**	49.41**	49654.95**	49708.77**	50.60**	16.04**	8.06**	7	والد مادری	Maternal
266645.60**	0.70**	31.17**	26627.04**	27782.69**	162.44**	7.23**	2.43**	7	والد پدری	Paternal
419469.50**	1.21**	32.88**	26680.81**	26894.07**	108.95**	7.33**	4.21**	63	تلاقی‌ها	Crosses
0.89	0.89	0.85	0.97	0.97	0.86	0.92	0.87	-	-	R^2
7.91	6.39	6.54	5.65	6.34	8.99	7.23	10.31	-	-	C.V
25002.70	0.07	2.70	337.27	344.28	8.34	0.32	0.29	126	خطا	Error

DFI: Days to Flowering Initiation from Emergence Date, DFT: Days to the Termination of Flowering from Emergence Date, FD: Flowering Duration, PM: Physiological Maturing, PH: Plant Height, BH: Branching Height, POH: Podding Length, MSL: Main Stem Length, SD: Stem Diameter, LB: No. Lateral Branches, PL: Pod Length, PMS: No. Pods per Main Stem, PLB: No. Pod per Lateral Branches, PP: No. Pods per Plant, GP: No. Grain per Pod, GW: 1000 Grain Weight, Y: Yield

^{ns}، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

^{ns}, * and ** Non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively

جدول ٤- همبستگی بین صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف کلزا.

Table 4. Correlation between the studied traits in different rapeseed genotypes.

صفات Traits	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1																
2	0.877**	1															
3	-0.399**	0.090	1														
4	0.592**	0.568**	-0.144	1													
5	-0.010	0.078	0.171	0.080	1												
6	0.156	0.262*	0.178	0.263*	-0.132	1											
7	-0.158	-0.123	0.092	-0.231	0.349**	-0.453**	1										
8	-0.173	-0.151	0.070	-0.116	0.532**	-0.019	0.483**	1									
9	0.068	0.109	0.067	0.185	0.101	0.509**	-0.343**	0.235	1								
10	0.026	0.000	-0.054	0.005	-0.068	0.308*	-0.370**	0.091	0.568**	1							
11	0.285*	0.358**	0.092	0.180	0.126	0.395**	-0.281*	-0.250*	0.271*	0.192	1						
12	-0.033	-0.030	0.011	0.019	0.181	-0.145	0.101	0.206	0.288*	0.320**	0.105	1					
13	0.019	0.159	0.263*	0.308*	-0.090	0.475**	-0.310*	-0.093	0.145	-0.104	0.283*	-0.100	1				
14	0.017	0.157	0.265*	0.311*	-0.079	0.468**	-0.305*	-0.080	0.164	-0.084	0.291*	-0.037	0.998**	1			
15	0.024	0.010	-0.032	0.093	-0.056	0.185	-0.072	-0.236	-0.099	-0.070	-0.102	0.014	0.060	0.061	1		
16	0.040	0.092	0.092	0.029	0.197	-0.079	0.169	0.200	-0.054	-0.158	-0.030	-0.053	-0.098	-0.102	-0.210	1	
17	0.048	0.185	0.255*	0.329**	-0.011	0.466**	-0.236	-0.057	0.111	-0.155	0.207	-0.049	0.864**	0.865**	0.358**	0.222	1

۱- تعداد روز از تاریخ سبز شدن تا شروع گلدهی. ۲- تعداد روز از تاریخ سبز شدن تا پایان گلدهی. ۳- طول دوره گلدهی. ٤- رسیدگی فیزیولوژیک. ٥- ارتفاع گیاه. ٦- تعداد شاخه‌های فرعی. ۷- ارتفاع شاخه‌بندی. ۸- ارتفاع خورجین‌بندی.

۹- طول ساقه اصلی. ۱۰- طول خورجین. ۱۱- قطر ساقه. ۱۲- تعداد خورجین در ساقه اصلی. ۱۳- تعداد خورجین در شاخه فرعی. ١٤- تعداد کل خورجین در بوته. ۱٥- تعداد دانه در خورجین. ١٦- وزن هزاردانه. ۱۷- عملکرد دانه

1- Days to Flowering Initiation from Emergence Date, 2- Days to the Termination of Flowering from Emergence Date, 3- Flowering Duration, 4- Physiological Maturing, 5- Plant Height, 6- No. Lateral Branches, 7- Branching Height, 8- Podding Height, 9- Main Stem Length, 10- Pod Length, 11- Stem Diameter, 12- No. Pods per Main Stem, 13- No. Pod per Lateral Branches, 14- No. Pods per Plant, 15- No. Grain per Pod, 16-1000 Grain Weight, 17- Yield

* و ** معنی‌دار در سطح احتمال ٥ و ۱ درصد

* and ** significant at 5 and 1% probability levels, respectively

تجزیه رگرسیون: در تجزیه رگرسیون، صفت عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به‌عنوان متغیرهای مستقل مورد ارزیابی قرار گرفتند (جدول ۵). نتایج نشان داد صفات تعداد کل خورجین در بوته، وزن هزاردانه و تعداد دانه در خورجین توانسته‌اند در مجموع ۹۹/۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کنند. مرادی و همکاران (۲۰۱۷) در گزارشی با استفاده از تجزیه رگرسیون بیان کردند که صفات وزن هزاردانه و تعداد دانه در خورجین بیش‌ترین تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرده است (۳). با توجه به نتایج حاصل از رگرسیون گام به گام برای واریته‌های کلزا، اولین متغیر وارد شده در مدل رگرسیونی، صفت تعداد کل خورجین در بوته می‌باشد که اهمیت بیش‌تری نسبت به دو صفت دیگر دارد که با نتایج مطالعات قبلی انجام شده (۱۱، ۱۷، ۱۸، ۱۹) مطابقت داشت. نکته دارای اهمیت در نتایج حاصل شده از تجزیه رگرسیون، تاثیر صفت وزن هزاردانه بر عملکرد دانه است که در تجزیه ضرایب همبستگی، معنی‌دار نشده بود. انتخاب یک صفت براساس متغیرهای رگرسیونی می‌تواند پیشرفت ژنتیکی بالاتری نسبت به انتخاب براساس ضریب همبستگی بر عملکرد نهایی بذر داشته باشد (۱۲). به‌طورکلی می‌توان استنباط کرد که صفات مذکور در واریته‌های مورد بررسی با اهمیت هستند و ارزش مطالعه در برنامه‌های اصلاحی را دارند.

جدول ۵- نتایج رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته.

Table 5. Results of stepwise regression for grain yield as dependent variable.

R^2	F	خطای استاندارد Std. Error	ضرایب رگرسیون استاندارد Std. coefficients	صفات	Traits
0.865	183.450**	0.059	0.881	تعداد کل خورجین در بوته	Pods No. per Plant
0.919	38.254**	8.854	0.393	وزن هزاردانه	1000 Grain Weight
0.993	657.285**	1.696	0.386	تعداد دانه در خورجین	Grain No. per Pod

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد. عرض از مبدا: ۱۲۱۹/۱۸۸-

** Significant at 1% probability levels, respectively. Intercept: -1219.188

تجزیه علیت: با توجه به تأثیر صفات و نتایج به‌دست آمده از رگرسیون، سه صفت تعداد کل خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزاردانه در تجزیه علیت مورد استفاده قرار گرفتند (جدول ٦). براساس نتایج به‌دست آمده بیش‌ترین اثر مستقیم و مثبت را صفت تعداد کل خورجین در بوته بر عملکرد دانه (۰/۸۸) داشت که با نتایج طاهیرا و همکاران (۲۰۱۷) و رادیک و همکارن (۲۰۲۱) مبنی بر ارتباط مثبت و مستقیم تعداد کل خورجین در بوته مطابقت داشت (۲۰، ۲۱). هم‌چنین به ترتیب صفات وزن هزاردانه و تعداد دانه در خورجین بیش‌ترین اثرات مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه را داشتند. اثر غیرمستقیم صفت تعداد کل خورجین در بوته بر عملکرد دانه از طریق صفات تعداد دانه در خورجین (۰/۰۲٤) و وزن هزاردانه (۰/۰۳۹-) بسیار ناچیز بود. هم‌چنین اثر غیرمستقیم صفت تعداد دانه در خورجین بر صفت عملکرد از طریق صفت تعداد کل خورجین در بوته معادل ۰/۰۵۳ و از طریق صفت وزن هزاردانه معادل ۰/۰۸۱- به‌دست آمد. در صفت وزن هزاردانه دو صفت تعداد کل خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین کم‌ترین اثرات غیرمستقیم و منفی را با مقادیر ۰/۰۸۸- و ۰/۰۸۵- به خود اختصاص دادند.

جدول ٦- تجزیه علیت عملکرد دانه و صفات مرتبط کلزا.

Table 6. Path analysis of yield and its related rapeseed traits.

Traits	صفات	اثر مستقیم صفت Direct effect	اثر غیرمستقیم از طریق Indirect effect: تعداد کل خورجین در بوته Pods per Plant	وزن هزاردانه 1000 Grain Weight	تعداد دانه در خورجین Grain per Pod	همبستگی با عملکرد Correlation with yield	R^2
Pods per Plant	تعداد کل خورجین در بوته	0.881	-	-0.039	0.024	0.866	0.865
1000 Grain Weight	وزن هزاردانه	0.393	-0.088	-	-0.085	0.219	0.919
Grain per Pod	تعداد دانه در خورجین	0.386	0.053	-0.081	-	0.358	0.993

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی: ابتدا لازم است از مناسب بودن داده‌ها از نظر تعداد نمونه‌ها و رابطه بین متغیرها برای انجام تجزیه به مولفه‌های اصلی اطمینان حاصل شد. برای این منظور از آماره آزمون KMO[1] برای اطمینان از کفایت تعداد داده‌ها و از آزمون بارتلت برای اطمینان از مناسب بودن داده‌ها برای تحلیل عاملی استفاده گردید. اگر مقدار شاخص نزدیک به یک باشد، اندازه نمونه برای تحلیل عاملی مناسب هستند و در غیر این صورت (معمولاً کم‌تر از ۰/۵) نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای داده‌های موردنظر چندان مناسب نمی‌باشد و اگر مقدار آن بین ۰/۵ تا ۰/٦۹ محاسبه گردد، بیانگر این است که داده‌ها متوسط بوده و داده‌ها باید با احتیاط بیش‌تری استخراج شوند و مقادیر بزرگ‌تر از ۰/۷ نشان‌دهنده مناسب بودن حجم نمونه است. مقدار KMO برای کل داده‌ها ۰/٤۳ (کم‌تر از ۰/۵) به‌دست آمده است. بنابراین نمی‌توان تجزیه و تحلیل مؤلفه اصلی را برای کل داده‌ها اجرا کرد و نتایج حاصل از تحلیل مؤلفه‌های اصلی معتبر نیست. بنابراین با حذف صفات طول دوره گلدهی، ارتفاع گیاه، تعداد خورجین در ساقه، تعداد دانه در خورجین و وزن هزاردانه از داده‌های ورودی، مقدار KMO به‌دست آمده برابر با ۰/٦۷۱ به‌دست آمد (جدول ۷) که این مقدار وجود همبستگی لازم بین متغیرهای ورودی برای انجام آنالیز مؤلفه‌های اصلی را تأیید می‌کند.

به‌منظور کاهش حجم متغیرها، ارزیابی و گروه‌بندی تنوع ناشی از سهم هر صفت، از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با چرخش وریماکس استفاده شد. مطابق با جدول ۸ نتایج به‌دست آمده نشان داد که ٤ مؤلفه اول ۷۹/۲۸ درصد از تغییرات اندازه‌گیری شده بر روی ٦٤ ژنوتیپ کلزا را تبیین نمودند. ارشد بیدگلی و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهش‌های خود بر روی ۱۵ رقم کلزا، گزارش کردند که شش مؤلفه اول ۸۹/۲۰ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌کنند (۵). نتایج پژوهش جان و همکاران (۲۰۱۸) بر روی ۳٦ ژنوتیپ خردل نشان داد که شش مؤلفه اول توانسته ۷٦/۲۰ درصد از تغییرات کل را توجیه کند (۲۲). در مؤلفه اول صفات تعداد خورجین در شاخه فرعی، تعداد کل خورجین در بوته و عملکرد دانه بیش‌ترین بار عاملی مثبت را داشتند و ۲٦/۷۸ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند که می‌توان این

1- Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy

مؤلفه را عملکرد دانه عنوان کرد و با نتایج مرادی همکاران (۳) و بخشی و همکاران (۲۳) مطابقت داشت. مؤلفه دوم که فنولوژیکی نامیده می‌شود صفات تعداد روز از تاریخ سبز شدن تا شروع گلدهی، تعداد روز از تاریخ سبز شدن تا پایان گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک دارای بیش‌ترین بار عاملی مثبت بودند و بیش‌ترین اهمیت را داشتند. این مؤلفه ۲۰/۶۹ درصد از تغییرات کل را توجیه نمود. در مؤلفه سوم صفات تعداد شاخه‌های فرعی، طول ساقه اصلی و طول خورجین با مقدار ۱۸/۴۹ درصد و در مؤلفه چهارم صفات ارتفاع شاخه‌بندی و ارتفاع خورجین‌بندی با مقدار ۱۳/۳۱ درصد از تغییرات داده‌ها را تبیین کردند و به‌ترتیب به مؤلفه‌های اجزای عملکرد و فیزیولوژیک نام گرفتند.

جدول ۷- مقدار KMO و آزمون بارتلت.

Table 7. KMO value and Bartlett's test.

آزمون Test	مقدار Value
KMO	0.671
Bartlett's Test	699.675

جدول ۸- تجزیه مؤلفه‌های اصلی صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های کلزا.

Table 8. Principal components analysis of studied traits in rapeseed genotypes.

صفات Traits	مؤلفه اول Principle component 1	مؤلفه دوم Principle component 2	مؤلفه سوم Principle component 3	مؤلفه چهارم Principle component 4
1	-0.081	0.943	0.025	-0.114
2	0.074	0.932	0.044	-0.075
3	0.279	0.737	0.076	-0.033
4	0.495	0.184	0.608	-0.139
5	-0.219	-0.052	-0.454	0.721
6	0.000	-0.099	0.230	0.918
7	0.121	0.087	0.873	0.119
8	-0.203	-0.046	0.837	-0.101
9	0.215	0.321	0.335	-0.386
10	0.967	0.070	0.046	-0.108
11	0.965	0.070	0.063	-0.097
12	0.929	0.114	-0.005	-0.033
مقدار ویژه Eigen values	4.074	2.171	1.933	1.336
در صد واریانس هر عامل Percentage of cumulative variance	26.781	20.698	18.492	13.314

۱- تعداد روز از تاریخ سبز شدن تا شروع گلدهی. ۲- تعداد روز از تاریخ سبز شدن تا پایان گلدهی. ۳- رسیدگی فیزیولوژیک. ٤- تعداد شاخه‌های فرعی. ٥- ارتفاع شاخه‌بندی. ٦- ارتفاع خورجین‌بندی. ۷- طول ساقه اصلی. ۸- طول خورجین. ۹- قطر ساقه. ۱۰- تعداد خورجین در شاخه فرعی. ۱۱- تعداد کل خورجین در بوته. ۱۲- عملکرد دانه

1-Days to Flowering Initiation from Emergence Date, 2- Days to the Termination of Flowering from Emergence Date, 3- Physiological Maturing, 4- No. Lateral Branches, 5- Branching Height, 6- Podding Length, 7- Main Stem Length, 8- Pod Length, 9- Stem Diameter, 10- No. Pod per Lateral Branches, 11- No. Pods per Plant, 12- Yield

تجزیه خوشه‌ای: با استفاده میانگین ژنوتیپ‌ها تجزیه خوشه‌ای انجام گرفت که براساس آماره‌های تجزیه واریانس چندمتغیره (جدول ۹) نقطه برش خوشه‌ها تعیین شد و ترسیم دندروگرام براساس روش وارد و فواصل بین والدین و هیبریدها با ضریب فاصله اقلیدوسی صورت گرفت. نتایج حاصل بیانگر قرارگیری ژنوتیپ‌های S-207×S-206، SPN-182، S-225×S-207، S-204×S-206، SPN-225، S-204×S-207، S-204×S-227، SPN-204، S-227×S-207، S-227×S-182، S-204×S-182، S-204×S-225، S-217×S-204،S-217×S-206، S-217×S-207، S-227×S-202، SPN-206، S-225×S-182، S-202×S-206، S-202×S-204، S-227×S-217، S-227×S-225، S-225×S-217، S-225×S-227، S-202×S-207، S-227×S-206، S-182×S-227، S-206×S-202، S-207×S-206، S-182×S-217، S-207×S-227، S-182×S-225 و S-182×S-207 در کلاستر اول، ژنوتیپ‌های S-202×S-217، S-206×S-204، SPN-217، S-217×S-182، S-217×S-227، S-206×S-227، S-202×S-182، S-225×S-204، S-204×S-202، S-182×S-202 و S-202×S-225 در کلاستر دوم، ژنوتیپ‌های S-207×S-204، S-207×S-217، S-206×S-217، S-217×S-225، S-217×S-202، S-225×S-206، S-227×S-204، SPN-207، S-225×S-202، SPN-227 و S-207×S-225 در کلاستر سوم و ژنوتیپ‌های S-206×S-182، S-182×S-206، S-202×S-227، S-182×S-204، S-206×S-225، S-204×S-217، S-207×S-182، S-207×S-202 و SPN-202 در کلاستر چهارم بود (شکل ۱). نتایج حاصل از بررسی دندروگرام بیانگر وجود تنوع ژنتیکی گسترده در بین والدین از نظر صفات مورد بررسی می‌باشد. بنابراین می‌توان از این ژنوتیپ‌ها برای دستیابی به ارقام اصلاح شده با توجه به قرارگیری در کلاسترهای جداگانه و دور از یکدیگر در دورگ گیری بهره برد. به طوری که والد SPN-202 در کلاستر چهارم می‌تواند با والدینی که در کلاسترهای اول، دوم و سوم قرار گرفتند و بیش‌ترین فاصله را از این ژنوتیپ ثبت کردند جهت تلاقی‌های مفید مورد استفاده قرار گیرند. هم‌چنین والد SPN-202 و هیبرید S-207×S-202 دارای بیش‌ترین مقدار میانگین عملکرد دانه بودند.

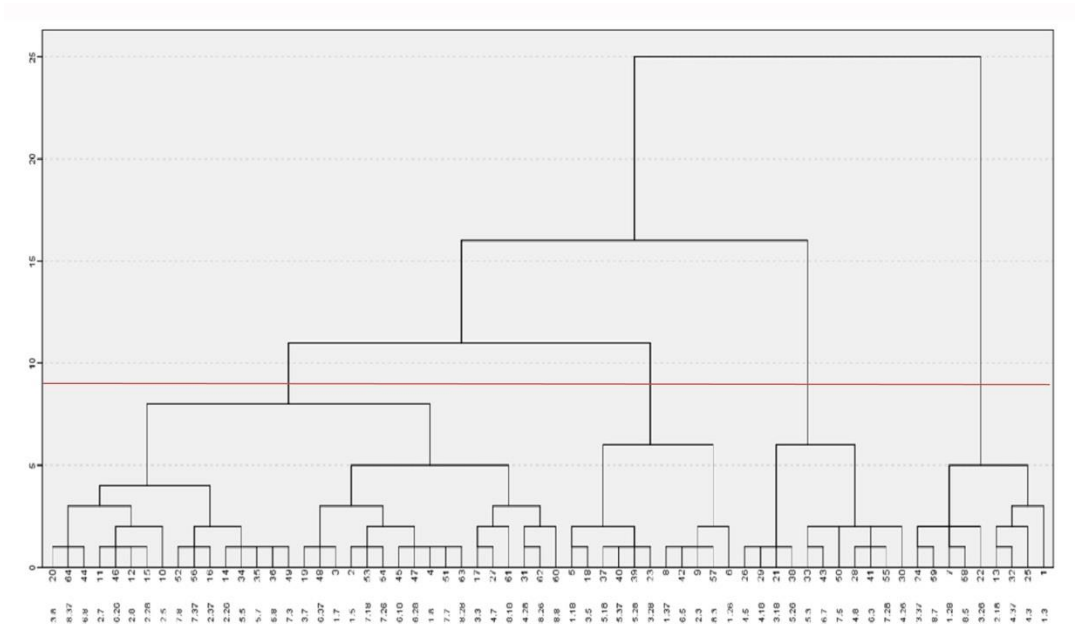
جدول ۹- تجزیه واریانس چندمتغیره در ژنوتیپ‌های کلزا.

Table 9. Multivariate analysis of variance in rapeseed genotypes.

مقدار آماره value	F	آزمون‌های چندمتغیره	Multivariate tests
چهار خوشه	Four clusters		
1.573	10.469**	اثر پیلا	Pillai's Trace
0.061	14.569**	لامبدای ویلک	Wilks' Lambda
6.183	18.435**	اثر هتلینگ	Hotelling's Trace
4.502	42.769**	بزرگ‌ترین ریشه روی	Roy's Largest Root

* و ** معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

* and ** Significant at 5 and 1% probability levels, respectively



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای (والدین: ۱- SPN-202 ۲- SPN-204 ۳- SPN-206 ٤- SPN-207 ٥- SPN-217 ٦- SPN-225 ۷- SPN-227 ۸- SPN-182).

Fig. 1. The dendrogram of cluster analysis. (Parents: 1- SPN-202 2- SPN-204 3- SPN-206 4-SPN-207 5- SPN-217 6- SPN-225 7- SPN-227 8- SPN-182).

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج به‌دست آمده از این مطالعه نشان داد که بین والدین مورد مطالعه و واریته‌های نسل اول کلزا حاصل از تلاقی این والدین، تنوع ژنتیکی قابل‌ملاحظه‌ای از نظر صفات مورد مطالعه وجود دارد. نتایج همبستگی بیانگر وجود یک رابطه مثبت و معنی‌دار بین صفت عملکرد دانه با صفات تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی، تعداد کل خورجین در بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، رسیدگی فیزیولوژیک و تعداد دانه در خورجین بود. نتایج رگرسیون گام به گام نشان داد که صفات تعداد کل خورجین در بوته، وزن هزاردانه و تعداد دانه در خورجین در مجموع ۹۹/۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. اما صفت تعداد کل خورجین در بوته بیش‌ترین اثر مستقیم و مثبت را بر عملکرد دانه داشته است. هم‌چنین تکنیک تجزیه به مؤلفه‌های اصلی به عنوان یک روش آماری بسیار کارآمد، توانست با دسته‌بندی صفات در ٤ مؤلفه اول، ۷۹/۲۸ درصد از تغییرات را توجیه نماید. هم‌چنین براساس تنوع مشاهده شده براساس نتایج گروه‌بندی، می‌توان ژنوتیپ‌هایی را که در گروه‌های متفاوت و با فاصله از یکدیگر قرار گرفته‌اند را در برنامه‌های دورگ‌گیری از آن‌ها بهره برد. با توجه به ارزیابی‌های صورت گرفته و نتایج به‌دست آمده از تجزیه‌های آماری متفاوت، استفاده از واریته‌های مورد بررسی با توجه به هدف اصلاحی می‌تواند نتایج مناسبی را به همراه داشته باشد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از همه همکاران ایستگاه تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گرگان (عراقی محله)، که در اجرای این پروژه تحقیقاتی همکاری کردند، صمیمانه سپاسگزای می‌شود.

منابع

1. Ishaq, M., Razi, R. & Khan, S. A. (2017). Exploring genotypic variations for improved oil content and healthy fatty acids composition in Rapeseed (*Brassica napus* L.). *J. Sci. Food. Agric*. 97 (6),1924-1930.
2. Deputy of plant production improvement of Golestan agricultural jihad organization. (2021). Report of rapeseed cultivation area in Golestan province in the crop year 2020-2021. 91p **(https://www.maj.ir/Dorsapax/userfiles/Sub65/amar99-1400.pdf).**
3. Moradi, M., Soltani Hoveize, M. & Shahbazi, E. (2017). Study the relations between grain yield and related traits in canola by multivariate analysis. *J. Crop Breed*. 9(23), 187-194. [In Persian with English abstract]
4. Abdollahi Hesar, A., Sofalian, O., Alizade, B., Asghari, A. & Zali, H. (2020). Evaluation of some autumn rapeseed genotypes based on morphological traits and SIIG index. *J. Crop Breed*. 12(34), 151-159. [In Persian with English abstract]
5. Arshadi Bidgoli, M., Amiri Oghan, H., Fotokian, M. H. & Alizadeh, B. (2018). Evaluation of diversity and relationship among yield and yield components of rapeseed genotypes (*Brassica napus* L.). *J. Crop Breed*. 10(27), 115-124. [In Persian with English abstract]
6. Laghari, K., Baloch, M., Sootaher, J. K., Menghwar, K. K., Kachi, M., Kumbhar, Z. M., Shah, W. H., Soothar, M. K. & Daudpotto, I. (2020). Correlation and heritability analysis in Rapeseed (*Brassica napus* L.) genotypes. *Pure Appl. Biol*. 9(1), 507-516.
7. Singh, V. K., Avtar, R., Mahavir, N. K., Manjeet, R. K. & Rathore, V. (2020). Assessment of genetic relationship among diverse Indian mustard (*Brassica juncea* L.) genotypes using XLSTAT. *Elec. J. Plant Breed*. 11(02), 674-680.
8. Banerjee, H., Chatterjee, S., Sarkar, S., Gantait, S. & Samanta, S. (2017). Evaluation of rapeseed-mustard cultivars under late sown condition in coastal ecosystem of West Bengal. *J. Appl. Nat. Sci*. 9(2), 940-949.
9. Ismaili, A., Nourozi Asl, A., Zebarjadi, A., Drikvand, R. & Azizi, Kh. (2015). Study on heritability and path analysis of different traits, seed yield and oil yield of canola in climatically condition of Khoram Abad, Iran. *J. Appl. Crop Res*. 28(106), 162-170. [In Persian with English abstract]
10. Roostabaghi, B., Dehghan, H. Alizadeh, B. & Sabaghnia, N. (2013). Study of diversity and evaluation of relationships between yield and yield components of rapeseed via multivariate methods. *J. Crop Prod. Proces*. 2(6), 53-63. [In Persian with English abstract]
11. Rahimi, M., Ramezani, M. & Ozoni Davaji, A. (2016). Investigation of Path and Correlation analysis of pattern and plant densities effect on two Rapeseed Cultivars. *J. Crop Breed*. 8(19), 218-227. [In Persian with English abstract]
12. Sandhu, S. K., Kang, M. S. Akash, M. W. & Singh, P. (2019). Selection indices for improving selection efficiency in Indian mustard. *J. Crop Improv*. 33(1), 25-41.
13. Faraji, A., Kiani, A., Younesabadi, M., Mubasheri, M. T., Aghajani, M. A., Peyghamzadeh, K., Habibian, L., Ghazaeian, M., Sadeghnejad, H. R. & Bagheri, M. (2020). Rapeseed cultivation in Golestan province (Practical tips in farm management). *Gol. Agric. Nat. Resour. Res. Train. Cen*. 32 p. [In Persian with English abstract]
14. IBM Corp. Released (2013). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.
15. Rao, S. H., Qambrani, Z., Gandahi, N., Yasir, T. A., Bano, S., Nahiyoon, Q. A., Liaquat, B. & Baloch, A. W. (2020). Assessment of genetic parametersin rapeseed genotypes. *Pak. J. Biotec*. 17(4), 183-187.
16. Saroj, R., Soumya, S. L., Singh, S., Sankar, S. M. & Chaudhary, R. (2021). Unraveling the Relationship Between Seed Yield and Yield-Related Traits in a Diversity Panel of (*Brassica juncea*) Using Multi-Traits Mixed Model [Online]. *Plant Sci*. 12, 651936.

17. Kumar, R., Gaurav, S. S., Jayasudha, S. & Kumar, H. (2016). Study of correlation and path coefficient analysis in germplasm lines of Indian mustard (*Brasica juncea* L.). *Agric. Sci. Diges. Res*. J. 36(2), 92-96.
18. Sharafi, Y., Majidi, M. M., Jafarzadeh, M. & Mirlohi, A. (2015). Multivariate analysis of genetic variation in winter rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *J. Agric. Sci. Tech*. 17 (5), 1319-1331.
19. Tiwari, A. K., Singh, S. K., Tomar, A. & Singh, M. (2017). Heritability, genetic advance and correlation coefficient analysis in Indian mustard (*Brassica juncea* L. *Czern & Coss*). *J. Pharm. Phyto*. 6(1), 356–359.
20. Radic, V., Balalic, I., Krstic, M. & Marjanovic-Jeromela, A. (2021). Correlation and Path analysis of yield and yield components in winter Rapeseed. Genetika. 53(1), 157-166.
21. Tahira, M. A., Khan, M. A. & Khan, M. A. (2017). Cluster analysis, associationand Path coefficient analysis for seed yield improvement in Rapeseed. *Pak. J. Agric. Res*. 30(4), 315-322.
22. Jan, S. A., Shinwari, Z. K., Ali, N. & Rabbani, M. A. (2018). Morphometric analysis of Brassica Carinata elite lines reveals variation for yield related traits. *Pak. J. Bot*. 50(4), 1521-1524.
23. Bakhshi, B., Amiri Oghan, H., Alizadeh, B., Rameeh, V., Payghamzadeh, K., Kiani, D., Rabiee, M., Rezaizad, A., Shiresmaeili, Gh., Dalili, A. & Kia, Sh. (2021). Identification of Promising Oilseed Rape Genotypes for the Tropical Regions of Iran Using Multivariate Analysis. *Agrotec. Ind. Crops*. 1(1), 11-18.