دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی روابط صفات در شرایط عادی و تنش خشکی در ارقام کلزا

محمد مهدی مجیدی[۱]، محسن جعفرزاده قهدریجانی[۲]، فاطمه رشیدی[۲] و آقافخر میرلوحی[۳]

۱- دانشیار، دانشگاه صنعتی اصفهان، (نویسنده مسوول: majidi@cc.iut.ac.ir)
۲ و ۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استاد، دانشگاه صنعتی اصفهان
تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۳/۲/۱

چکیده

این پژوهش بررسی هم‌بستگی و کشف روابط صفات فنولوژیک، مورفولوژیک و فیزیولوژیک و تعیین مهم‌ترین اجزای دخیل در توجیه تنوع عملکرد دانه در ارقام مختلف کلزا تحت تاثیر تنش رطوبتی است که در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. در این آزمایش تعداد ۲۸ رقم کلزا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در دو محیط رطوبتی نرمال و تنش خشکی از نظر صفات مورفولوژیک، زراعی و فیزیولوژیک مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که محتوای پرولین در شرایط تنش خشکی با عملکرد دانه هم‌بستگی معنی‌دار (۰/۴۲) دارد و احتمالا می‌تواند به عنوان شاخص انتخاب غیر مستقیم برای مقاومت به خشکی استفاده شود. 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. در هر دو محیط رطوبتی عملکرد با میزان محتوی نسبی آب هم‌بستگی نشان داد. در نتایج حاصل از رگرسیون مرحله‌ای در شرایط عدم تنش، صفات تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در واحد سطح و وزن هزار دانه بیشترین سهم را در توجیه عملکرد دانه داشتند. در شرایط تنش صفات وزن هزار دانه، تعداد خورجین در گیاه، تعداد دانه در خورجین و تعداد روز تا گلدهی، دارای بیشترین سهم بودند. نتایج تجزیه خوشه‌ای براساس صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در شرایط عدم تنش و تنش، ارقام را به سه گروه تقسیم کرد. نمونه‌های دارای فاصله ژنتیکی بیشتر می‌توانند کاندیداهای مناسب برای پیشبرد برنامه‌های اصلاحی در برای توسعه ارقام جدید مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، تنش خشکی، روابط صفات، کلزا

مقدمه

کلزا یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی است که نقش عمده‌ای در تأمین روغن خوراکی انسان داشته و از نظر تامین روغن مصرفی مقام سوم را بعد از سویا و نخل روغنی دارد (۱۰). تنش خشکی مهم‌ترین عامل محیطی محدودکننده رشد ونمو گیاهان در کل دنیا است. به طوری‌که کاهش رشد در اثر تنش خشکی بیشتر از سایر تنش‌های محیطی گزارش شده است (۹). آب قابل دسترس از محدودیت‌های عمده در عمل‌کرد و کیفیت اکثر گونه‌های زراعی است که ممکن است در کل دوره رشد یا در مواقع بحرانی بروز کند (۲۶). کلزا گیاهی نیمه حساس به کمبود آب می‌باشد و بسیاری از مطالعات نشان داده است که حساس‌ترین مرحله نمو کلزا به تنش خشکی، اواخر فصل رویشی یعنی خورجین‌بندی و سراسر دوران گل‌دهی است (۱۷).

مطالعه روابط صفات مختلف در طرح‌های به نژادی از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشد زیرا که ممکن است انتخاب برای یک یا چند صفت موجب تأثیر بر صفات دیگر شود. بنابراین بررسی هم‌بستگی بین صفات، متخصصان اصلاح نباتات را در انجام گزینش غیرمستقیم برای صفات مهم زراعی نظیر عملکرد و اجزای عملکرد و صفاتی که اندازه‌گیری آن‌ها آسان است، یاری می‌نماید (۲۳). رگرسیون مرحله‌ای برای گزینش متغیرهای با ارزش از میان تعدادی صفت اندازه‌گیری شده و به دست آوردن مدلی که بیشترین تغییرات تابع را توجیه کند، استفاده می‌شود (۱۹). مزیت اصلی تجزیه ضرایب مسیر بر ضرایب هم‌بستگی این است که می‌توان اثر مستقیم هر جزء عملکرد را از اثرات غیرمستقیم حاصل از ارتباط متقابل بین اجزای آن تفکیک کرد (۲۵).

تاکنون مطالعات زیادی در زمینه ارتباط و هم‌بستگی صفات مهم زراعی روی گیاه کلزا انجام گرفته است که صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در خورجین و تعداد خورجین در بوته را مهم‌ترین صفات با هم‌بستگی بالا در عملکرد معرفی کردند (۳۱،۳۰،۲۹). قوش و موخوپادهای (۱۳) در یک تحقیق بر روی اجزای عملکرد دانه در کلزا گزارش نمودندکه وزن هزار دانه اثر مستقیم مثبت پایینی روی عملکرد دارد. هاکان و اونسال (۱۴) گزارش کردند که تجزیه علیت روی ۱۴ رقم کلزای بهاره نشان داد که صفت تعداد غلاف در بوته دارای اثر مستقیم مثبت بود و بیشترین تأثیر را نسبت

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-01]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.65]

به سایر صفات بر روی عملکرد دانه داشت. صفت تعداد دانه در غلاف دارای اثر مستقیم منفی روی عملکرد دانه بود. خان و همکاران (۲۲) در مطالعه روی ۳۰ ژنوتیپ کلزا با منشأ متفاوت، هم‌بستگی بین عملکرد دانه با ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی و تعداد خورجین در بوته به‌ترتیب ۰/۰۳، ۰/۳۹ و ۰/۲۸ گزارش کردند. الگان و ایگان (۱) صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، شاخص برداشت و وزن هزار دانه را مهم‌ترین عوامل موثر بر عملکرد دانه در کلزا معرفی نموده‌اند. مرجانوویک و همکاران (۲۴) هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری بین صفات وزن هزاردانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع گیاه و میزان روغن دانه با عملکرد دانه در بوته مشاهده کردند. زانگ و همکاران (۳۲) هم‌بستگی معنی‌داری بین عملکرد با تعداد غلاف در متر مربع و تعداد دانه در متر مربع مشاهده کردند در حالی‌که عملکرد همبستگی معنی‌داری با وزن هزار دانه نشان نداد. تونکترک و سیفتسی (۳۱) و بیتز و همکاران (۸) نشان دادند که هم‌بستگی معنی‌داری بین عملکرد دانه و میزان پرولین در سطح احتمال پنج درصد وجود دارد.

یکی از ملزومات برنامه‌های به نژادی برای ایجاد ارقام متحمل به خشکی درک صحیح از روابط بین خصوصیات مختلف است. با توجه به این که مطالعات اندکی در زمینه بررسی روابط صفات در کلزا به ویژه تحت شرایط مختلف رطوبتی انجام شده است این مطالعه با هدف بررسی هم‌بستگی صفات، تعیین آثار مستقیم و غیرمستقیم صفات بر عملکرد دانه، تعیین مهم‌ترین اجزای دخیل در توجیه تنوع عملکرد دانه و کشف روابط پنهانی حاکم بر گروه متغیرها در ژنوتیپ‌های کلزا تحت شرایط عادی و تنش رطوبتی صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۸ در مزارع تحقیقاتی دانشگاه صنعتی در منطقه‌ی لورک انجام پذیرفت. مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان در منطقه لورک نجف آباد واقع شده که طبق تقسیم‌بندی کوپن، دارای اقلیم نیمه خشک خنک با تابستان‌های خشک می‌باشد. مواد ژنتیکی مورد بررسی در این تحقیق، ۲۸ رقم کلزا تهیه شده از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، بخش تحقیقات دانه‌های روغنی بود (جدول ۱). نمونه‌ها در مزرعه در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار در ۲ سطح تنش (عدم تنش و تنش شدید) کشت شدند. هر بلوک اصلی به دو بلوک فرعی با ۱۴ ژنوتیپ تفکیک گردید.

جدول ۱- ژنوتیپ‌های کلزا مورد مطالعه در این پژوهش

ردیف	نام رقم	منشاء	ردیف	نام رقم	منشاء
۱	Anatol	فرانسه	۱۵	Nk bravour	مجارستان
۲	Billy	فرانسه	۱۶	Nk fair	مجارستان
۳	Eldo	فرانسه	۱۷	Oase	مجارستان
۴	Ella	فرانسه	۱۸	Okapi	فرانسه
۵	Es astric	فرانسه	۱۹	Olphi	فرانسه
۶	Es betty	فرانسه	۲۰	Olpop	فرانسه
۷	Es saphir	فرانسه	۲۱	Opera	آلمان
۸	Esc 6152	روسیه	۲۲	Rpc 2023	فرانسه
۹	Gk helena	مجارستان	۲۳	Slm 046	فرانسه
۱۰	Gkh 1103	مجارستان	۲۴	Smart	فرانسه
۱۱	Gkh 305	مجارستان	۲۵	Talaye	آلمان
۱۲	Lilian	روسیه	۲۶	Rgs	مجارستان
۱۳	Lioness	روسیه	۲۷	Hayola	مجارستان
۱۴	Modena	روسیه	۲۸	Licord	مجارستان

هر پلات شامل ۶ ردیف کاشت ۳ متری با فواصل ردیف ۳۰ سانتی‌متر بود. محیط‌های رطوبتی مورد استفاده شامل محیط بدون تنش رطوبتی با اعمال ضریب MAD[1] (متوسط کسری از کل آب در دسترس که می‌تواند از عمق توسعه ریشه تخلیه شود بدون این که به گیاه تنشی وارد شود) برابر با ۵۰ درصد (۲) و محیط تنش رطوبتی با اعمال ضریب MAD برابر با ۸۵ درصد بود. صفات مورد بررسی شامل روز تا گل‌دهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته، طول خورجین، تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد خورجین در واحد سطح، تعداد شاخه فرعی در بوته، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، عمل‌کرد دانه در بوته، عمل‌کرد دانه در واحد سطح، درصد روغن دانه، درصد پروتئین دانه، عملکرد روغن و عمل‌کرد پروتئین بوده و نیز هم‌چنین شامل صفات اندازه‌گیری شده‌ی آزمایشگاهی مانند میزان محتوی نسبی آب برگ، آمینو اسید پرولین و میزان کلروفیل a و b را در برگرفت.

1- Management Allowed Depletion

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.65]

محتوای نسبی آب برگ (درصد) از رابطه زیر محاسبه گردید.

رابطه (۱)

$$RWC\ (\%) = [(W_f - W_d)/(W_t - W_d)]\times 100$$

در رابطه فوق W_f: وزن تر نمونه برگی W_d: وزن خشک نمونه برگی W_t: وزن تورژسانس نمونه برگی می‌باشد.

اندازه‌گیری پرولین به روش بیتس و همکاران (۸) و با دستگاه اسپکتروفتومتر (APEL PD-303S) انجام گرفت. برای اندازه‌گیری محتوی کلروفیل با دستگاه اسپکتروفتومتر از روش آرنون (۴) استفاده شد.

پس ار محاسبه هم‌بستگی بین صفات، از تجزیه به عامل‌ها برای گروه‌بندی صفات و درک روابط پنهانی بین آن‌ها استفاده شد. به منظور گروه‌بندی ارقام از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward برمبنای ماتریس فاصله اقلیدسی معیار فاصله در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری به کمک نرم‌افزارهای SAS و SPSS و داده‌پردازی و ترسیم نمودارها و جداول به کمک نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج هم‌بستگی بین صفات مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. در شرایط عدم تنش رطوبتی، عملکرد دانه هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری با صفت تعداد روز تا رسیدگی داشت، که نشان دهنده این واقعیت است که هر چه گیاه زمان بیشتری برای پر کردن دانه‌ها در اختیار داشته باشد، محصول بیشتری تولید خواهد کرد. هم‌بستگی عملکرد دانه با صفات، تعداد خورجین در گیاه (۰/۸۵)، تعداد دانه در خورجین (۰/۴۳)، تعداد خورجین در ساقه اصلی (۰/۸۸)، تعداد خورجین در واحد سطح (۰/۹۰) مثبت و معنی‌دار مشاهده شد. عملکرد دانه هم‌چنین با تعداد شاخه هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری (۰/۹۰) داشت که با توجه به عادت رشدی گیاه کلزا که بصورت رشد نامحدود است و درصد بالای خورجین‌هایی که بر روی شاخه‌های جانبی تشکیل می‌گردد، قابل توجیه است. عملکرد دانه با صفت ارتفاع گیاه نیز دارای هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری (۰/۸۳) بود. شرایطی که به کاهش ارتفاع ساقه منجر می‌گردد، موجب کاهش عملکرد دانه نیز می‌شود زیرا اندازه و پتانسیل رشدی گل آذین را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد (۲۰). برادران و همکاران (۷) طی یک تحقیق روی عمل‌کرد ۱۵ رقم کلزای پاییزه، مشاهده کردند که عملکرد دانه با صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه فرعی، عملکرد بیولوژیک، قطر ساقه و درصد روغن هم‌بستگی معنی‌داری داشت. در گزارشی دهقانی و همکاران (۱۱) طی دو سال آزمایش روی گیاه کلزا، در سال اول بین عملکرد دانه با تعداد شاخه فرعی در بوته و وزن هزار دانه هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری بدست آوردند و این در حالی است که در سال دوم عملکرد فقط با وزن هزار دانه هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار داشت. بین عملکرد دانه و میزان کلروفیل در شرایط عدم تنش رطوبتی، هم‌بستگی قوی و معنی‌داری (۰/۹۰) وجود دارد. علت این امر آن است که با افزایش کلروفیل برگ، فتوسنتز خالص افزایش یافته و تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه افزایش می‌یابد. درحالی که بین عملکرد دانه و میزان پرولین در شرایط عدم تنش رطوبتی همبستگی مشاهده نشد. هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و محتوی نسبی آب برگ نشان‌دهنده آن بود که ارقامی که توانایی بالاتری در حفظ محتوی نسبی آب برگ دارند، توانایی انجام فتوسنتز و تولید بالاتری دارند. آروین و عزیزی (۵) در شرایط عادی محیطی هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد و میزان کلروفیل (۰/۲۷) مشاهده کردند که این هم‌بستگی به‌رغم معنی‌دار بودن قابل توجه نبود. خلیلی و همکاران (۲۱) بین عملکرد دانه و میزان محتوی نسبی آب هم‌بستگی معنی‌دار و بالایی (۰/۹۶) در شرایط تنش خشکی در کلزا مشاهده کردند.

در شرایط عدم تنش رطوبتی هم‌بستگی عملکرد دانه با درصد روغن مثبت (۰/۷۹) و با درصد پروتئین منفی (۰/۹۰-) بود. هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار بین درصد روغن و تعداد روز تا رسیدگی نشان‌دهنده این است که از صفت دیررسی احتمالاً بتوان بعنوان معیاری برای افزایش میزان روغن ژنوتیپ‌ها در برنامه‌های گزینشی بهره برد. گزارش ربیعی و همکاران (۲۷) بر روی ۱۴ رقم کلزا هم‌بستگی معنی‌داری بین روز تا رسیدگی و درصد روغن نشان نداد. در شرایط تنش خشکی، عملکرد با تعداد روز تا گلدهی در سطح احتمال پنج درصد هم‌بستگی منفی (۰/۳۸-) نشان داد که نشان‌گر این است که ارقامی که زودتر به گل رفته و مرحله پرشدن دانه را زودتر و قبل از شروع گرما و تشدید تنش طی کنند، می‌توانند عملکرد بالاتری تولید کنند (۱۶).

در شرایط تنش رطوبتی هم‌بستگی معنی‌داری بین عملکرد و تعداد خورجین در گیاه مشاهده نشد ولی هم‌بستگی بین عملکرد و تعداد دانه در خورجین (۰/۴۱) و وزن هزار دانه (۰/۴۸) مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۲). آلگان و ایگان (۱) و زانگ و همکاران (۳۲) هم‌بستگی معنی‌داری بین عملکرد با تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه مشاهده کردند. عدم هم‌بستگی عملکرد و تعداد خورجین در گیاه نشان‌دهنده‌ی این است در شرایط تنش به دلیل فعل و انفعالات شیمیایی بالا برخی صفات مورفولوژیک از

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.65]

جمله تعداد خورجین نمی‌تواند تأثیر زیادی روی افزایش عملکرد داشته باشند. هم‌چنین در برخی مطالعات به وراثت‌پذیری پایین تعداد خورجین در گیاه اشاره شده است زیرا این صفت به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی می‌باشد (۱۲). بین عملکرد و درصد روغن نیز هم‌بستگی معنی‌داری در شرایط تنش مشاهده نشد درحالی که هم‌بستگی عملکرد با محتوی نسبی آب (۰/۶۰) مثبت و معنی‌دار شد. مطالعات تونکترک و سیفتسی (۳۱) نشان داد که هم‌بستگی معنی‌داری بین عملکرد دانه و درصد روغن وجود ندارد. همبستگی عملکرد با میزان پرولین نیز در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. بیتز و همکاران (۸) پرولین را به‌عنوان موثرترین ماده‌ی تنظیم‌کننده‌ی اسمزی در گیاهان تحت تنش خشکی معرفی کردند. طی گزارشات مختلف ارقام با عملکرد بالا که پرولین بالایی دارند به عنوان ارقام مقاوم معرفی شده‌اند.

نتایج مربوط به رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته در مقابل کلیه صفات دیگر به عنوان متغیر مستقل در شرایط تنش و عدم تنش در جداول ۳ و ۴ آمده است. از میان صفات مختلف مورد بررسی در شرایط بدون تنش رطوبتی تعداد دانه در خورجین نخستین متغیر وارد شده به مدل بود که ۵۴ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود. در مرحله دوم و سوم به ترتیب تعداد خورجین در هکتار و وزن هزار دانه وارد مدل شدند. این سه متغیر در مجموع ۸۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند (جدول ۳). در شرایط عادی رطوبتی ارقامی که دارای تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در هکتار و وزن هزار دانه بیشتری داشته باشند، عملکرد بیشتری خواهند داشت.

در شرایط تنش رطوبتی سه متغیر وارد مدل شدند که در مجموع ۸۰ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند (جدول ۴). وزن هزار دانه، به عنوان نخستین متغیر وارد شده به مدل ۳۷ درصد از عملکرد دانه را توجیه کرد. در مرحله دوم، سوم و چهارم به ترتیب صفات، تعداد خورجین در گیاه، تعداد دانه در خورجین وتعداد روز تا گلدهی وارد مدل شدند. در شرایط تنش رطوبتی متغیر جدیدی به نام تعداد روز تا گلدهی وارد مدل شد که نشان می‌دهد بدلیل رسیدگی زودهنگام گیاه در شرایط تنش و اینکه گیاه فرصت زمان کمتری برای پرکردن دانه‌ها دارا می‌باشد هرچه تعداد روز تا گلدهی کوتاه‌تر باشد، عملکرد بیشتری نیز خواهند داشت. وزن هزار دانه به عنوان اولین عامل مؤثر بر عملکرد دانه توسط صباغ‌نیا و همکاران (۳۰) گزارش شده است. روستا باغی و همکاران (۲۹) وزن هزار دانه و روز تا گلدهی را مهم‌ترین عوامل توجیه‌کننده عملکرد معرفی کردند به‌طوری که اثر وزن هزار دانه با عملکرد مثبت ولی روز تا گلدهی منفی مشاهده شد. نتایج حاصل از تجزیه ضرایب مسیر برای عملکرد دانه در واحد سطح با استفاده از صفات باقی‌مانده در مدل رگرسیون مرحله‌ای نشان داد که در شرایط عدم تنش رطوبتی وزن هزار دانه بیشترین اثر مستقیم مثبت را بر عملکرد دانه در بوته داشته است. این صفت از طریق تعداد خورجین در گیاه و تعداد دانه در خورجین، اثری غیرمستقیم و منفی بر عملکرد دانه اعمال می‌کند (جدول ۵). بعد از وزن هزار دانه، صفت تعداد دانه در خورجین بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه در واحد سطح داشت. این صفت نیز از طریق وزن هزار دانه و تعداد شاخه جانبی اثری غیرمستقیم و منفی بر عملکرد دانه داشت. تعداد خورجین درگیاه و تعداد شاخه از نظر اثر مستقیم در رتبه‌های بعدی قرار دارند. با توجه به بالا بودن اثرات مستقیم صفات در شرایط نرمال می‌توان برای افزایش عملکرد از طریق انتخاب صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در خورجین و تعداد خورجین در گیاه اقدام نمود. در شرایط تنش رطوبتی نیز وزن هزار دانه بیشترین اثر مستقیم مثبت را بر عملکرد دانه در بوته داشته است (جدول ۶). تعداد دانه در خورجین و تعداد خورجین در گیاه از نظر مقدار اثر مستقیم در رتبه‌های بعدی قرار دارند. در این تحقیق، در بین صفات مورد بررسی، در شرایط عدم تنش و تنش خشکی صفت وزن هزار دانه به عنوان یکی از مهم‌ترین صفات درگیر در عملکرد دانه که بیشترین اثر مستقیم را دارا می‌باشد شناسایی گردید که این امر در مطالعات دیگر نیز تأیید شده است (۳۰،۲۹). طی گزارش ایوانووسکا و همکاران (۱۸) وزن هزار دانه با تعداد شاخه فرعی در بوته و تعداد دانه در غلاف رابطه مثبت و معنی‌داری نشان داد در حالی‌که با تعداد روز تا گل‌دهی منفی و معنی‌دار عنوان کردند. برخی از نتایج به دست آمده از تجزیه علیت با نتایج آزمایش‌های سایر محققین مشابه بود (۳۰،۱۵،۱۱). نتایج تجزیه به عامل‌ها در شرایط عادی و تنش رطوبتی ژنوتیپ‌های مورد بررسی به دست آمد (جداول ۷ و ۸). در این مطالعه برای توجیه بهتر، عامل‌ها را به روش وریماکس دوران داده که در نهایت به شناسایی ۶ عامل پنهانی در هریک از شرایط عادی و تنش رطوبتی منجر شد. در شرایط عادی رطوبتی ۶ عامل پنهانی شناسایی شد که در مجموع ۸۵ درصد از تنوع بین داده‌ها را توجیه کرد (جدول ۷). عامل اول به شدت تحت تأثیر عملکرد دانه در بوته، عملکرد در واحد سطح، عملکرد روغن و شاخص برداشت می‌باشد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.65]

جدول ۲- ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی در ارقام مختلف کلزا در شرایط بدون تنش رطوبتی (بالای قطر) و در شرایط تنش رطوبتی (پایین قطر)

	صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
۱	روز تا گلدهی	۱	-۰/۰۶	۰/۱۶	-۰/۲۶	۰/۲۷	۰/۲۵	-۰/۳۳	-۰/۳۲	۰/۲۶	-۰/۳۶	-۰/۳۳	۰/۲۶	-۰/۳۲	-۰/۱۴	-۰/۲۷	۰/۲۶	-۰/۴۴	۰/۲۶	-۰/۱۱	۰/۲۶
۲	روز تا رسیدگی	۰/۵۶	۱	-۰/۸۴	۰/۱۰	-۰/۹۳	-۰/۹۲	۰/۸۱	۰/۸۵	-۰/۹۴	۰/۷۴	۰/۷۸	-۰/۹۴	۰/۷۸	۰/۹۳	۰/۸۹	-۰/۹۴	۰/۷۳	-۰/۹۳	-۰/۶۰	-۰/۹۴
۳	ارتفاع بوته	-۰/۰۷	۰/۰۴	۱	-۰/۲۸	۰/۹۱	۰/۸۹	۰/۸۳	۰/۸۵	۰/۹۰	-۰/۸۱	-۰/۸۴	۰/۹۰	-۰/۷۵	۰/۸۶	-۰/۸۶	۰/۹۰	-۰/۷۸	۰/۹۰	۰/۴۱	۰/۹۰
۴	تعداد خورجین دربوته	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	-۰/۲۴	۱	-۰/۲۷	-۰/۳۵	۰/۸۵	۰/۷۶	-۰/۲۶	۰/۶۹	۰/۶۵	-۰/۲۶	۰/۳۶	۰/۱۴	۰/۳۳	-۰/۲۶	۰/۴۱	-۰/۲۵	-۰/۲۹	-۰/۲۶
۵	تعداد دانه درخورجین	۰/۰۶	-۰/۰۰۹	۰/۰۱	-۰/۴۰	۱	۰/۹۸	۰/۴۳	۰/۳۸	۰/۹۹	-۰/۸۷	-۰/۹۰	۰/۹۹	-۰/۸۳	-۰/۹۴	-۰/۹۳	۰/۹۹	-۰/۸۵	۰/۹۹	۰/۴۹	۰/۹۹
۶	وزن هزار دانه	-۰/۲۰	-۰/۰۰۶	۰/۴۱	-۰/۵۵	-۰/۲۴	۱	۰/۲۸	۰/۳۲	۰/۹۹	-۰/۹	-۰/۹۳	۰/۹۹	-۰/۸۲	-۰/۹۰	-۰/۹۱	۰/۹۹	-۰/۸۶	۰/۹۹	۰/۵۱	۰/۹۹
۷	عملکرد دانه در بوته	-۰/۳۸	-۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۴۱	۰/۴۸	۱	۰/۹۹	-۰/۹	۰/۸۸	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۵	۰/۷۹	۰/۹۷	-۰/۹۰	-۰/۹۳	۰/۸۹	-۰/۱۵	۰/۹۰
۸	عملکرد در واحد سطح	-۰/۳۹	-۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۴۷	۰/۵۲	۰/۹۷	۱	-۰/۹۳	۰/۸۷	۰/۹۰	۰/۹۳	۰/۹۵	۰/۸۲	۰/۹۸	-۰/۹۳	-۰/۹۴	۰/۹۱	-۰/۰۸	۰/۹۲
۹	طول خورجین	۰/۰۶	-۰/۰۵	۰/۰۱	-۰/۲۹	۰/۷۱	-۰/۱۰	۰/۱۵	۰/۱۴	۱	-۰/۸۷	-۰/۹۰	۰/۹۹	-۰/۸۳	-۰/۹۳	-۰/۹۳	۰/۹۹	-۰/۸۶	۰/۹۹	۰/۴۹	۰/۹۹
۱۰	تعداد خورجین درساقه اصلی	-۰/۰۸	-۰/۰۶	-۰/۳۲	۰/۹۴	-۰/۳۰	-۰/۵۴	۰/۳۶	۰/۳۲	-۰/۱۹	۱	۰/۹۹	-۰/۸۷	۰/۷۹	۰/۷۵	۰/۸۴	-۰/۸۷	۰/۸۶	-۰/۸۶	-۰/۴۸	-۰/۸۷
۱۱	خورجین در هکتار	۰/۰۰۲	۰/۰۰۸	-۰/۲۴	۰/۹۹	-۰/۴۰	-۰/۵۵	۰/۳۰	۰/۳۵	-۰/۲۹	۰/۹۴	۱	-۰/۹۰	۰/۸۱	۰/۷۹	۰/۸۷	-۰/۹۰	۰/۸۶	-۰/۸۹	-۰/۵۲	-۰/۹۰
۱۲	تعداد شاخه در بوته	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۳۰	-۰/۱۸	-۰/۲۸	-۰/۱۵	-۰/۱۶	۰/۰۷	۰/۲۴	۰/۳۰	۱	-۰/۸۳	-۰/۹۳	-۰/۹۳	۰/۹۹	-۰/۸۶	۰/۹۹	۰/۴۹	۰/۹۹
۱۳	شاخص برداشت	-۰/۰۲	-۰/۰۲	-۰/۰۳	۰/۳۵	-۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۵۶	۰/۵۵	۰/۰۶	۰/۳۴	۰/۳۵	-۰/۱۰	۱	۰/۷۷	۰/۹۵	-۰/۸۳	۰/۸۸	-۰/۸۲	-۰/۴۲	-۰/۸۳
۱۴	درصد روغن	۰/۱۵	۰/۳۵	۰/۳۰	۰/۰۲	-۰/۳۶	۰/۲۶	-۰/۰۸	-۰/۱۲	-۰/۲۹	-۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۰۱	۱	۰/۸۹	-۰/۹۳	۰/۶۸	-۰/۹۳	-۰/۵۵	-۰/۹۳
۱۵	عملکرد روغن	-۰/۳۰	۰/۰۶	۰/۱۸	۰/۳۸	-۰/۰۷	۰/۲۴	۰/۸۸	۰/۸۹	۰/۰۰۳	۰/۳۹	۰/۳۸	-۰/۱۲	۰/۵۱	۰/۳۲	۱	-۰/۹۳	۰/۸۸	-۰/۹۲	-۰/۵۰	-۰/۹۳
۱۶	درصد پروتئین	-۰/۴۷	-۰/۲۱	-۰/۰۴	-۰/۲۱	۰/۳۳	۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۲۸	۰/۳۲	-۰/۱۲	-۰/۲۱	-۰/۰۷	-۰/۱۷	-۰/۶۰	۰/۰۰۲	۱	-۰/۸۶	۰/۹۹	۰/۵۰	۰/۹۹
۱۷	عملکرد پروتئین	-۰/۵۲	-۰/۱۸	-۰/۰۰۱	۰/۱۵	۰/۲۷	۰/۱۵	۰/۷۸	۰/۸۵	۰/۲۷	۰/۲۲	۰/۱۵	-۰/۱۷	۰/۳۰	-۰/۴۳	۰/۶۲	۰/۷۳	۱	-۰/۸۵	-۰/۲۷	-۰/۸۶
۱۸	محتوی نسبی آب	-۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۰۷	۰/۵۰	-۰/۲۹	۰/۰۹	۰/۶۰	۰/۶۴	-۰/۲۶	۰/۴۴	۰/۵۰	-۰/۰۴	۰/۳۳	۰/۱۶	۰/۶۸	۰/۰۲	۰/۴۶	۱	۰/۴۹	۰/۹۹
۱۹	پرولین	-۰/۱۱	-۰/۰۰۹	۰/۱۱	-۰/۲۵	-۰/۰۰۵	۰/۲۹	۰/۴۲	۰/۴۵	۰/۰۳	-۰/۲۱	-۰/۲۵	۰/۲۹	-۰/۰۹	۰/۰۰۵	-۰/۰۷	۰/۲۱	۰/۰۳	-۰/۱۲	۱	-۰/۴۹
۲۰	کلروفیل	-۰/۱۵	۰/۰۹	-۰/۱۱	-۰/۰۵	۰/۲۰	۰/۰۳	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۱۵	۰/۰۱	-۰/۰۵	-۰/۲۱	۰/۰۴	-۰/۱۶	۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۲۹	۰/۱۲	-۰/۰۹	۱

ضرایب همبستگی با قدرمطلق بیشتر از ۰/۳۸ و ۰/۴۸ به ترتیب در سطوح ۵٪ و ۱٪ درصد معنی‌دار می‌باشند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.65]

جدول ۳- نتایج تجزیه رگرسیون مرحله‌ای برای تعیین سهم نسبی اجزای عملکرد دانه در ارقام کلزا در شرایط بدون تنش

متغیر مستقل	پارامترهای مدل	جزء R^2	تجمعی R^2	F
تعداد دانه در خورجین	۰/۲۷	۰/۵۴	۰/۵۴	۱۱۵/۱۸
تعداد خورجین در هکتار	۰/۰۰۰۶	۰/۱۹	۰/۷۳	۶/۱۶
وزن هزار دانه	۱/۳۲	۰/۱۵	۰/۸۸	۵/۷۳
عرض از مبدأ	-۸/۴۹			

جدول ۴- نتایج تجزیه رگرسیون مرحله‌ای برای تعیین سهم نسبی اجزای عملکرد دانه در ارقام کلزا در شرایط تنش

متغیر مستقل	پارامترهای مدل	جزء R^2	تجمعی R^2	
وزن هزار دانه	۱/۰۲	۰/۳۷	۰/۳۷	۴۱/۲۴
تعداد خورجین در بوته	۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۵۲	۴/۷۴
تعداد دانه در خورجین	۰/۲۸	۰/۱۴	۰/۶۶	۵/۷۲
تعداد روز تا گلدهی	-۰/۰۲	۰/۱۴	۰/۸۰	۴/۹۲
عرض از مبدأ	-۲/۲			

جدول ۵- تجزیه ضرایب مسیر برای عملکرد دانه در بوته ارقام مختلف کلزا در شرایط بدون تنش

		اثر غیر مستقیم از طریق				
صفت	اثرمستقیم	تعداد خورجین در	دانه در خورجین	وزن هزار دانه	تعداد شاخه	r
تعداد خورجین در بوته	۰/۶۵۳	-	۰/۱۳۵	-۰/۳۳۱	۰/۳۹	۰/۸۵
دانه در خورجین	۰/۶۹۳	۰/۰۴۹	-	-۰/۲۱۲	-/۱۰۳	۰/۴۳
وزن هزار دانه	۰/۷۴۵	-۰/۱۸۸	-۰/۲۸۹	-	۰/۰۰۸	۰/۲۸
تعداد شاخه	۰/۴۱۰	۰/۶۱۱	-۰/۰۱۲	-۰/۱۱۲	-	۰/۹
					باقیمانده=	۰/۳۷

جدول ۶- تجزیه ضرایب مسیر برای عملکرد دانه در بوته ارقام مختلف کلزا در شرایط تنش رطوبتی

		اثر غیرمستقیم از طریق				
صفت	اثرمستقیم	تعداد خورجین در بوته	دانه درخورجین	وزن هزار دانه	تعداد	r
تعداد خورجین دربوته	۰/۴۵۳	-	-۰/۲۱۱	-۰/۲۳۲	۰/۱۳۶	۰/۱۵
دانه در خورجین	۰/۸۶۷	-۰/۲۵۱	-	-۰/۲۲۴	۰/۰۲	۰/۴۱
وزن هزار دانه	۰/۹۳	-۰/۲۷۳	-/۲۰۸	-	۰/۰۳۳	۰/۴۸
تعداد شاخه	-۰/۱۱۹	۰/۳۸۵	-۰/۱۵۶	-۰/۲۶۱	-	-۰/۱۵
					باقیمانده=	۰/۴۲

جدول ۷- نتایج تجزیه به عامل‌ها در ارقام مختلف کلزا در شرایط عدم تنش رطوبتی برای صفات مورد مطالعه

صفت	بار عامل اول	بار عامل دوم	بار عامل سوم	بار عامل‌چهارم	بار عامل پنجم	بار عامل ششم
روز تا گلدهی	-/۳۲	۰/۱۴	۰/۱۹	۰/۷۶	-/۰۹	-/۱
روز تا رسیدگی	۰/۰۴	-/۰۳	-/۰۳	۰/۸۵	۰/۲۷	۰/۱۱
ارتفاع بوته	۰/۲۴	-/۵	۰/۰۱	۰/۰۷	-/۴۵	۰/۳
تعداد خورجین در بوته	۰/۳۶	۰/۸۶	-/۲۷	۰/۰۳	-/۰۸	۰/۰۲
تعداد دانه در خورجین	۰/۰۱	-/۱۶	۰/۸۹	-/۰۰۹	۰/۱۷	-/۱
وزن هزار دانه	۰/۲۳	-/۸۳	-/۳	-/۰۸	-/۰۰۰۸	۰/۱
عملکرد دانه در بوته	۰/۹۳	۰/۱۳	۰/۱۳	-/۱۵	۰/۱	-/۰۹
عملکرد در واحد سطح	۰/۹۳	۰/۱	۰/۰۹	-/۱۹	۰/۱۶	-/۰۳
طول غلاف	۰/۰۹	-/۰۹	۰/۸۸	-/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۹
تعداد خورجین در ساقه اصلی	۰/۳۷	۰/۸۵	-/۲	-/۰۴	-/۰۱	۰/۰۱
تعداد خورجین در واحد سطح	۰/۳۶	۰/۸۶	-/۲۷	۰/۰۳	-/۰۸	۰/۰۲
تعداد شاخه	-/۱۳	۰/۴	۰/۰۵	۰/۰۵	-/۳۱	۰/۷۵
شاخص برداشت	۰/۶۱	۰/۱۸	۰/۰۸	۰/۰۵	-/۱۹	-/۲۱
درصد روغن	۰/۱۵	-/۲۳	-/۴۴	۰/۵۵	-/۴	۰/۰۴
عملکرد روغن	۰/۹۶	۰/۰۰۱	-/۱۱	۰/۰۵	-/۰۱	۰/۰۰۲
درصد پروتئین	۰/۰۹	-/۱۵	۰/۲۹	-/۵۸	۰/۵۳	۰/۲۶
عملکرد پروتئین	۰/۷۱	/۰۰۰۵	۰/۲۳	-/۴۵	۰/۴۱	۰/۰۹
محتوی نسبی آب	۰/۷۲	۰/۱۸	-/۳۷	۰/۰۸	۰/۱۷	۰/۰۵
پرولین	-/۰۹	-/۲۶	-/۰۳	-/۰۶	۰/۱۵	۰/۷۴
کلروفیل	۰/۲	-/۰۶	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۷	-/۰۲
مقدار ویژه	۴/۸	۳/۶	۲/۴	۲/۳	۱/۶	۱/۴
درصد واریانس تجمعی	۰/۲۷	۰/۴۷	۰/۶۰	۰/۶۹	۰/۷۶	۰/۸۲

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.65]

لذا این عامل را می‌توان عامل عملکرد نامید. عامل دوم تحت تأثیر تعداد خورجین در گیاه، تعداد خورجین در ساقه اصلی و تعداد خورجین در واحد سطح در برای مثبت و وزن هزار دانه در برای منفی است. این عامل را می‌توان عامل خورجین‌دهی نامید. در عامل سوم صفات روز تا رسیدگی و روز تا گل‌دهی در برای منفی و درصد پروتئین، عملکرد پروتئین و پرولین در برای مثبت تأثیر اصلی را در این عامل داشته‌اند. بنابراین می‌توان این عامل را عامل ترکیبات متابولیتی نامید. عامل‌های چهارم، پنجم و ششم به‌ترتیب عامل خورجین، عامل درجه ۱ فتوسنتز و عامل درجه ۲ فتوسنتز نامید. در شرایط تنش رطوبتی نیز ۶ عامل پنهانی شناسایی شد که ۸۲ درصد از تنوع کل داده‌ها را تبیین نمودند (جدول ۸).

جدول ۸- نتایج تجزیه به عامل‌ها در ارقام مختلف کلزا در شرایط تنش رطوبتی برای صفات مورد مطالعه

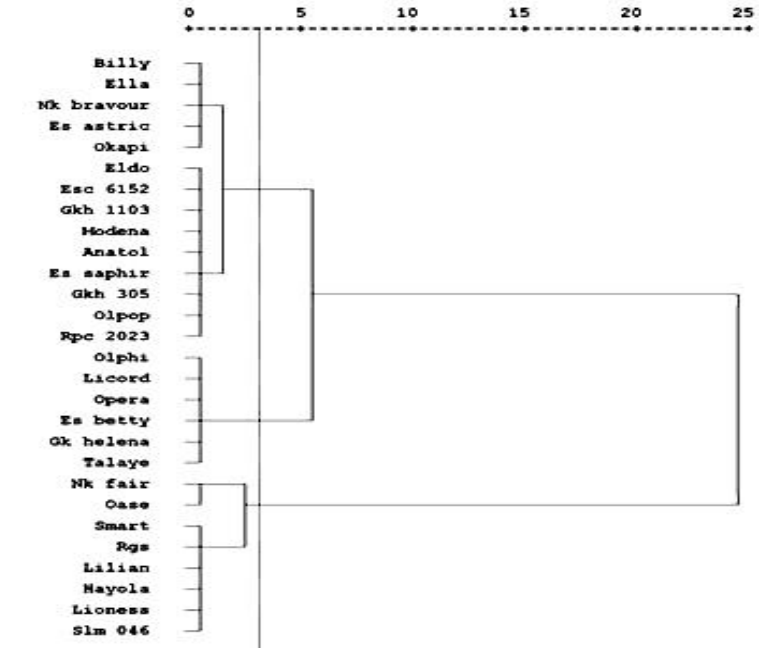
صفت	بار عامل اول	بار عامل دوم	بار عامل سوم	بار عامل چهارم	بار عامل پنجم	بار عامل ششم
روز تا گلدهی	-/۳۲	۰/۱۴	۰/۱۹	۰/۷۶	-/۰۹	-/۱
روز تا رسیدگی	۰/۰۴	-/۰۳	-/۰۳	۰/۸۵	۰/۲۷	۰/۱۱
ارتفاع بوته	۰/۲۴	-/۵	۰/۰۱	۰/۰۷	-/۴۵	۰/۳
تعداد خورجین در بوته	۰/۳۶	۰/۸۶	-/۲۷	۰/۰۳	-/۰۸	۰/۰۲
تعداد دانه در خورجین	۰/۰۱	-/۱۶	۰/۸۹	-/۰۰۹	۰/۱۷	-/۱
وزن هزار دانه	۰/۲۳	-/۸۳	-/۳	-/۰۸	-/۰۰۰۸	۰/۱
عملکرد دانه در بوته	۰/۹۳	۰/۱۳	۰/۱۳	-/۱۵	۰/۱	-/۰۹
عملکرد در واحد سطح	۰/۹۳	۰/۱	۰/۰۹	-/۱۹	۰/۱۶	-/۰۳
طول غلاف	۰/۰۹	-/۰۹	۰/۸۸	-/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۹
تعداد خورجین در ساقه اصلی	۰/۳۷	۰/۸۵	-/۲	-/۰۴	-/۰۱	۰/۰۱
تعداد خورجین در واحد سطح	۰/۳۶	۰/۸۶	-/۲۷	۰/۰۳	-/۰۸	۰/۰۲
تعداد شاخه	-/۱۳	۰/۴	۰/۰۵	۰/۰۵	-/۳۱	۰/۷۵
شاخص برداشت	۰/۶۱	۰/۱۸	۰/۰۸	۰/۰۵	-/۱۹	-/۲۱
درصد روغن	۰/۱۵	-/۲۳	-/۴۴	۰/۵۵	-/۴	۰/۰۴
عملکرد روغن	۰/۹۶	۰/۰۰۱	-/۱۱	۰/۰۵	-/۰۱	۰/۰۰۲
درصد پروتئین	۰/۰۹	-/۱۵	۰/۲۹	-/۵۸	۰/۵۳	۰/۲۶
عملکرد پروتئین	۰/۷۱	/۰۰۰۵	۰/۲۳	-/۴۵	۰/۴۱	۰/۰۹
محتوی نسبی آب	۰/۷۲	۰/۱۸	-/۳۷	۰/۰۸	۰/۱۷	۰/۰۵
پرولین	-/۰۹	-/۲۶	-/۰۳	-/۰۶	۰/۱۵	۰/۷۴
کلروفیل	۰/۲	-/۰۶	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۷	-/۰۲
مقدار ویژه	۴/۸	۳/۶	۲/۴	۲/۳	۱/۶	۱/۴
درصد واریانس تجمعی	۰/۲۷	۰/۴۷	۰/۶۰	۰/۶۹	۰/۷۶	۰/۸۲

در این شرایط عامل اول عامل پتانسیل تولید نامیده شد. در عامل دوم صفات تعداد خورجین در گیاه، تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد خورجین در واحد سطح و تعداد شاخه در برای مثبت و وزن هزار دانه در برای منفی می‌باشند. این عامل را می‌توان عامل خورجین‌دهی نامید. عامل‌های سوم، چهارم، پنجم به‌ترتیب عامل خصوصیات دانه، فنولوژیک در برابر متابولیت‌های اولیه و ترکیبات غذایی دانه نامیده شدند. نتایج تجزیه به عامل‌ها نشان داد که تنش، تا حدودی بر روابط بین صفات و عوامل پنهانی موثر بر آن‌ها تاثیرگذار بوده، به طور کلی با انتخاب صفات معرفی شده با روش تجزیه به عامل‌ها می‌توان معیارهای مناسبی را در ارتباط با گزینش ارقام با عملکرد بالا که از پایه‌های مهم اصلاحی محسوب می‌شوند، به دست آورد. نتایج تجزیه به عامل‌ها در آزمایش رامعه (۲۸) برای ده صفت مورد بررسی در گیاه کلزا به شناسایی سه عامل منجر شد. این عامل‌ها تحت عنوان سرمایه ثابت (صفات فنولوژیک)، عامل مخزن (غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه) و عامل سوم، اجزای عملکرد ثانویه (غلاف در شاخه اصلی و وزن هزار دانه) نام‌گذاری شدند.

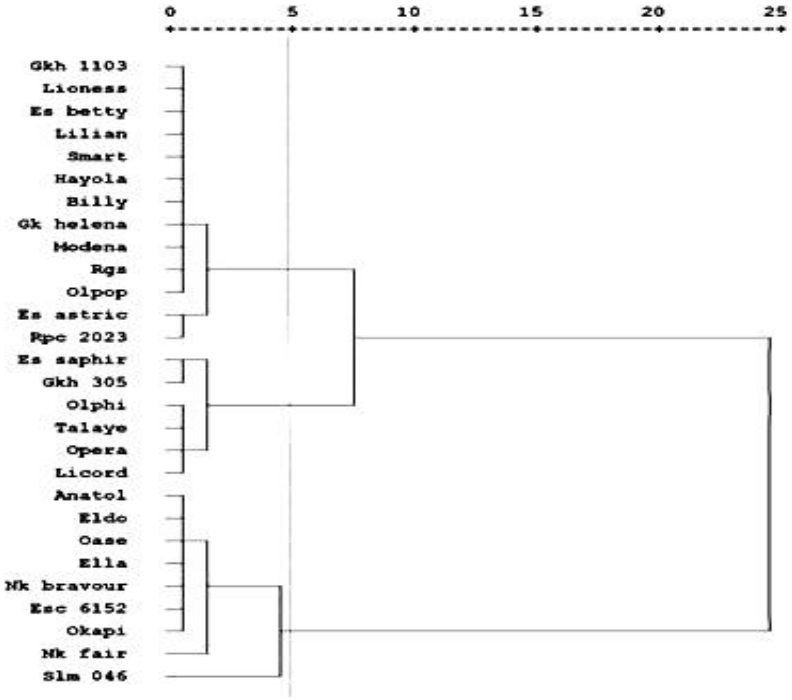
در این مطالعه به منظور گروه‌بندی ارقام از تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA و بر مبنای فاصله اقلیدسی به عنوان معیار تشابه استفاده شد و برای تعیین تعداد گروه‌ها از آزمون T^2 کاذب هوتلینگ استفاده گردید. نتایج حاصل از تجزیه کلاستر در اشکال ۱ و ۲ آورده شده است. در شرایط عادی، آزمون T^2 کاذب هوتلینگ در محل فاصله اقلیدسی ۲/۸ ارقام را در سه گروه مجزا قرار داد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.65]



شکل ۱- نمودار خوشه‌ای به روش UPGMA ارقام مختلف کلزا بر اساس صفات مختلف مورد مطالعه در شرایط بدون تنش.



شکل ۲- نمودار خوشه‌ای به روش UPGMA ارقام مختلف کلزا بر اساس صفات مختلف مورد مطالعه در شرایط تنش رطوبتی.

در گروه اول ارقام Billy، Ella، Nk bravour، Es astric، Okapi، Eldo، Esc 6152، Gkh 1103، Modena، Anatol، Es saphir، Gkh 305، Olpop، Rpc 2023 قرار گرفتند، مشاهده ویژگی‌های این ارقام که گروه اول (جدول ۹) حاکی از آن است که این ارقام دارای عملکرد متوسط، تعداد خورجین متوسط بوده، محتوی نسبی آب بالا، درصد روغن بالا و وزن هزار دانه بالا بودند، بنابراین ارقام این گروه اگرچه از نظر عملکرد دانه در حد متوسطی قرار داشتند ولی از نظر درصد روغن وضعیت مطلوب دارند. در گروه دوم ارقام

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.65]

Olphi، Licord، Opera، Es betty، Gk helena، Talaye قرار گرفتند، ارقام این گروه با داشتن تعداد خورجین پایین در گیاه عملکرد پایینی را به خود اختصاص دادند. البته در ارقام این گروه با کم شدن تعداد خورجین در گیاه، وزن هزار دانه افزایش یافته است. در گروه سوم ارقام Nk fair، Oase، Smart، Rgs، Lilian، Hayola، Lioness، Slm 046 قرار گرفتند. ارقام این گروه بر خلاف گروه دوم تعداد خورجین بالا و در نتیجه عملکرد بالایی داشتند، ولی درصد روغن دانه در این گروه پایین می‌باشد.

جدول ۹- میانگین صفات در هر یک از گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر برخی صفات مهم در شرایط بدون تنش و تنش خشکی

محیط رطوبتی	گروه	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد در هکتار (کیلوگرم)	درصد روغن	محتوی نسبی آب (٪)
عدم تنش	گروه اول	۱۰۲/۷۱^{b}	۱۷/۵^{a}	۳/۵۶^{a}	۳۰۴۷^{ab}	۴۵/۷۲^{a}	۷۸/۵^{a}
	گروه دوم	۹۳/۰۵^{c}	۱۷/۵۵^{a}	۳/۷۶^{a}	۲۸۶۲^{b}	۴۵/۳۲^{ab}	۷۳/۴۸^{b}
	گروه سوم	۱۱۸/۱۳^{a}	۱۷/۰۷ ^{a}	۳/۲۳^{b}	۳۲۰۵^{a}	۴۳/۹۴^{b}	۷۷/۴۴^{a}
تنش	گروه اول	۹۳/۲۸^{b}	۱۷/۲۱^{ab}	۳/۶۷^{ab}	۲۷۳۸^{b}	۴۴/۰۱^{a}	۷۰/۱۸^{b}
	گروه دوم	۸۳/۶۱^{c}	۱۷/۷۴^{a}	۳/۹^{a}	۲۶۰۸^{b}	۴۴/۵۸^{a}	۶۹/۴۱^{b}
	گروه سوم	۱۰۳/۸۸^{a}	۱۶/۶۸ ^{b}	۳/۵۹^{b}	۲۹۶۴^{a}	۴۴/۷۵^{a}	۷۵/۶۸^{a}

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف آماری در سطح ۵٪ می‌باشند.

در شرایط تنش خشکی نیز آزمون T^2 کاذب هوتلینگ در محل فاصله اقلیدسی ۴/۸ ارقام کلزا را در سه گروه مجزا قرار داد. در گروه اول ارقام Gkh 1103، Lioness، Es betty، Lilian، Smart، Hayola، Billy، Gk helena، Modena، Rgs، Olpop، Es astric، Rpc 2023 قرار گرفتند (جدول ۹). مشاهده ویژگی‌های این ارقام که گروه اول حاکی از آن است که این ارقام از نظر صفات تعداد خورجین در گیاه، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و عملکرد در واحد سطح در حد متوسط هستند. در گروه دوم ارقام Es saphir، Gkh 305، Olphi، Talaye، Opera و Licord قرار گرفتند، ارقام این گروه علی‌رغم داشتن تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه بالا، تعداد خورجین کمتر و در نتیجه عملکرد پایین‌تری داشتند. به نظر می‌رسد پایین بودن عملکرد ارقام این گروه تحت شرایط تنش با محتوی نسبی آب پایین این ارقام ارتباط داشته باشد. در گروه سوم ارقام Nk fair، Oase، Slm 046، Ella، Nk bravour، Okapi، Eldo، Esc 6152 و Anatol قرار گرفتند. ارقام این گروه با دارا بودن محتوی نسبی آب بالا و تعداد بیشتر خورجین در گیاه دارای عملکرد بالاتری نسبت به دو گروه دیگر هستند. در واقع در گروه‌بندی انجام شده ارقام از نظر عملکرد به سه دسته عملکرد بالا، عملکرد متوسط و عملکرد پایین تقسیم شده‌اند. تجزیه خوشه‌ای روش مناسبی برای اندازه‌گیری و تعیین فواصل ژنتیکی، دوری یا نزدیکی خویشاوندی بین ژنوتیپ‌ها و ارقام می‌باشد بنابراین تجزیه خوشه‌ای روش برآورد شباهت بین افراد در یک جمعیت است (۱۹). هدف یک متخصص اصلاح نباتات از دسته‌بندی ارقام و واریته‌های مختلف، پی بردن به فاصله بین آن‌ها و استفاده از تنوع ژنتیکی موجود در برنامه‌های اصلاحی می‌باشد (۳).

در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد که هم‌بستگی معنی‌دار عملکرد دانه به عنوان مهم‌ترین صفت زراعی با برخی صفات فیزیولوژیک و مورفولوژیک مشخص می‌کند که می‌توان نسبت به انتخاب غیرمستقیم این صفت اقدام نمود. صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در خورجین و تعداد خورجین در هکتار مهم‌ترین عوامل مؤثر بر عملکرد دانه معرفی شدند بطوری که وزن هزار دانه بیشترین اثر مستقیم در افزایش عملکرد دانه نسبت به صفات دیگر داشت. نتایج نشان داد که اگرچه در شرایط بدون تنش بین عملکرد و پرولین هم‌بستگی مشاهده نشد، ولی در شرایط تنش رطوبتی این هم‌بستگی معنی‌دار شده و عملکرد ارقامی که تجمع پرولین بیشتری داشتند، بالاتر بود. لذا می‌توان از میزان پرولین- که یک معیار گزینش در برای بهبود مقاومت گیاه به تنش خشکی است، بهره برد. تجزیه به عامل‌ها در شرایط نرمال و تنش خشکی به شناسایی شش عامل پنهانی منجر شد که از آن می‌توان به عنوان معیارهای مناسبی را در ارتباط با گزینش ارقام با عملکرد بالا به دست آورد.

منابع

1. Algan, N. and H. Aygun. 2001. Correlation between yield and yield components in some winter rape genotypes. The Journal of Ege University, Agricultural Faculty, 38: 9-15.
2. Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and Drainage, Rome, Italy, 300 pp.
3. Anderberg, M.R. 1973. Cluster Analysis for Applications, New York, Academic Press, 359 pp.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.65]

4. Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24: 1-15.
5. Arvin, P. and M. Azizi. 2009. A comparison of yield, harvest index and morphological characters of spring cultivars of the oilseed rape species. Electronic Journal of Crop Production, 2: 1-14.
6. Bagheri, H.R., S. Safari, A. Heydarian and Z. Yousefian. 2007. Relationships between traits and path coefficient analysis for seed yield and oil rapeseed. Proceedings of the first symposium of rapeseed and canola oil. Islamic Azad University of Shahrekord, 300 pp (In Persian).
7. Baradaran, R., E. Majidi, F. Darvish and M. Azizi. 2006. Study of correlation relationships and path coefficient analysis between yield and yield components in rapeseed (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Sciences, 12: 811-819.
8. Bates, L.S., R.P. Waldren and L.D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant Soil, 39: 205-207.
9. Blum, A. 2012. Plant breeding for water limited environments. Springer, New York, 2-57.
10. Chen, S., M. Nelson, K. Ghamkhar, T. Fu and W. Cowling. 2008. Divergent patterns of allelic diversity from similar origins: the case of oil seed rape (*Brassica napus* L.) in China and Australia. Genome, 51: 1-10.
11. Dehghani, H., H. Omidi and N. Sabaghnia. 2008. Graphic analysis of relation of rapeseed using the biplot method. Agronomy Journal, 100: 1443-1449 (In Persian).
12. Diepenbrock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L). Field Crop Research, 67: 35-49.
13. Ghosh, D.C. and D. Mukhopadhyay. 1994. Growth and productivity of Indian rapeseed (*B. compestris* L.). Growth under short and mild winter condition of west Bengal. Indian Journal of Agricultural Research, 28: 239-244.
14. Hakan-ozer, E.O. and D. Unsal. 1999. Relationships between yield and yield components on currentlyimproved spring rapeseed cultivars. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23: 603-607.
15. Hashemi, A.S., G.A. Nematzadeh, N.A. Babaeian Jelodar and O. Ghasemi Chapi. 2010. Genetic evaluation of yield and yield components at advanced generations in rapeseed (*Brassica napus* L.). African Journal of Agricultural Research, 5: 1958-1964.
16. Hatamzadeh, H. 2011. Determine traits affecting grain yield of canola under rainfed conditions in cool temperate. Iranian Journal of Field Crops Research, 9: 248-257 (In Persian).
17. Heidari, H. 1999. Plant and drought. Ministry of Agriculture. Research Institute of Forests and Rangelands (In Persian).
18. Ivanovska, S., C. Stojkovski, Z. Dimov, A. Marjanovic-Jeromela, M. Jankulovska and L. Jankuloski. 2007. Interrelationship between yield and yield related traits of spring canola (*Brassica napus* L.) genotypes. Genetika, 39: 325-332.
19. Johnson, R.A. and D.W. Wichern. 2007. Applied multivariate statistical analysis. 4th edition, Prentice Hall International, Incorporation, New Jerse.
20. Khajehpour, M.R. 2007. Production of industral crops. Jihad University Press, Isfahan University of Technology, 88-96 (In Persian).
21. Khalili, M., A. Pour Aboughadareh, M.R. Naghavi and S.J. Talebzadeh. 2012. Response of spring Canola (*Brassica napus* L.) genotypes to water deficit stress. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4: 1579-1586.
22. Khan, A., M.I. Khan and S. Riaz. 2000. Correlation and path coefficient analysis contributing parameters in *Brassica napus*. Pakistan Agricultural Research, 16: 127-130.
23. Majidi, M.M. and A.F. Mirlohi. 2009. Genetic variation, heritability and correlations of agro-morpholical traits in tall fescue (*Festuca arundinacea*). Euphytica, 167: 323-331.
24. Marjanovic-Jeromela, A., R. Marjanovic, A. Mijic, Z. Zdunic, S. Ivanovska and M. Jankulovska. 2008. Correlation and path analysis of quantitative traits in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). Agriculturae Conspectus Scientificus, 73: 13-18.
25. Ortiz, R. and H. Langie. 1997. Path analysis and ideotype for plant breeding. Journal of Agronomy, 89: 989-994.
26. Parry, M.A.J., J. Flexas and H. Medrano. 2005. Prospects for crop production under drought: Research priorities and future directions. Annals of Applied Biology, 147: 217-226.
27. Rabiee, M., M. Rahimi and M. Kord-Rostami. 2011. Study of correlation and path coefficient analysis between oil yield and agronomical characters in fourtheen cultivars of Rapeseed (*Brassica napus* L.). Journal of Agriculture and Sustainable Production, 21: 18-27 (In Persian).
28. Rameeh, V. 2012. Correlation and factor analyses of quantitative traits in rapeseed (*Brassica napus* L.). International Journal of Agriculture Innovations and Research, 1: 2319-1473.
29. Rosta-baghi, B., H. Dehghani, B. Alizadeh and N. Sabaghnia. 2012. Variation and evaluation of the relationship between yield and yield components of rapeseed using multivariate methods. Journal of Crop Production and Processing, 2: 53-62 (In Persian).
30. Sabaghnia, N., H. Dehghani, B. Alizadeh and M. Moghaddam. 2010. Interrelationships between seed yield and 20 related traits of 49 canola (*Brassica napus* L.) genotypes in non-stressed and water-stressed environments. Spanish Journal of Agricultural Research, 8: 356-370.
31. Tuncturk, M. and V. Siftci. 2007. Relationships between yield and some yield components in rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars by using correlation and path analysis. Pakistan Journal of Botany, 39: 81-84.
32. Zhang, H., S. Flottmann and S.P. Milroy. 2011. Yield formation of canola (*Brassica napus* L) and associated traits in the high rainfall zone. Australian Research Assembly on Brassicas, 17: 93-98.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.65]

Relationship of Different Traits in Rapeseed (*Brassica napus* L.) Cultivars under Normal and Drought Conditions

Mohammad Mahdi Majidi[1], Mohsen Jafarzadeh Ghahdarijani[2], Fatemeh Rashidi[2] and Aghafakhr Mirlohi[3]

1- Associate Professor, Isfahan University of Technology (Corresponding author: majidi@cc.iut.ac.ir)
2- Graduated M.Sc. and Professor, Isfahan University of Technology
Received: January 9, 2014 Accepted: April 21, 2014

Abstract

This research was conducted to investigate the relationship between different traits, detecting factors affecting this relationship and to identify components of seed yield in canola under drought and normal conditions. Twenty eight canola cultivars were evaluated for morphological, agronomic and physiological traits under water stress and normal irrigation according to a randomized block design at Isfahan University of Technology research farm during 2008-09. Results showed that proline content had significant correlation (0.42) with seed yield under drought stress and possibly can be used as an indirect selection index for drought tolerance. In non-stress condition seed yield had significantly positive correlation with traits number of pods per plant, number of seeds per pod, number of pods per plant, number of pods per unit area while in stress condition no correlation was found between yield and number of pods per plant. Relative water content (RWC) was positively correlated with seed yield in both moisture environments. Stepwise regression revealed that number of seed per pod, number of pod per unit area and 1000-seed weight had the greatest contribution in justifying seed yield under non-stress condition. Under drought condition, 1000- seed weight, number of pods per plant, number of seed per pod and days to heading had the greatest contribution. Cluster analysis based on all measured traits under non-stress and stress conditions divided cultivars into three groups. Cultivars which had the most genetic distance could be used as an appropriate candidate for breeding programs to improve and produce new cultivars with higher drought tolerance.

Keywords: Brassica, Cluster Analysis, Drought Stress, Traits Relationships

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.65]