



## به‌نژادی گیاهان زراعی و باغی

دوره ۲ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۳  
صفحه‌های ۳۱-۴۵

# بررسی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات در برخی ژنوتیپ‌های کلزا با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره در دو شرایط رطوبتی

مهدی کاکایی<sup>۱</sup>، علی‌رضا زبرجدی\*<sup>۲،۳</sup>، علی مصطفایی<sup>۴</sup> و عباس رضایی‌زاد<sup>۵</sup>

۱. مربی گروه علمی مهندسی کشاورزی (ژنتیک و اصلاح نباتات)، دانشگاه پیام‌نور، تهران
۲. دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه
۳. دانشیار، گروه پژوهشی بیوتکنولوژی مقاومت به خشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه
۴. استاد، بخش ایمنولوژی، مرکز تحقیقات بیولوژی-پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه
۵. استادیار، بخش غلات، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، کرمانشاه

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۲/۲۷

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۰۶/۱۵

### چکیده

به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های کلزا توسط تجزیه و تحلیل‌های چندمتغیره در دو شرایط رطوبتی (نرمال و تنش) تعداد ۱۶ ژنوتیپ با آرایش طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار تحت دو شرایط در دانشگاه رازی در سال ۱۳۸۶-۱۳۸۷ بررسی شد. تجزیه به عامل‌ها در شرایط نرمال نشان داد که نه عامل اول در مجموع ۸۹/۱ درصد تنوع کل داده‌ها را توجیه کردند و همچنین در شرایط تنش هشت عامل اول در مجموع ۸۶/۰۵ درصد تنوع کل داده‌ها را توجیه کردند. تجزیه علیت برای عملکرد روغن براساس ترتیب اهمیت صفات و نیز نتیجه رگرسیون گام‌به‌گام به ترتیب دو صفت پرولین در مرحله اوایل گلدهی و ارتفاع در مرحله اواسط گلدهی در شرایط نرمال و دو صفت ارتفاع در مرحله اواخر گلدهی و میانگین طول خورجین در شرایط تنش خشکی را انتخاب کردند. تجزیه خوشه‌ای براساس کلیه صفات در شرایط نرمال به روش WARD، ژنوتیپ‌ها را در سه گروه قرار داد و بیشترین فاصله ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های Sunday و Shiralee مشاهده شد. در شرایط تنش به روش UPGMA نیز ژنوتیپ‌ها در سه گروه قرار گرفتند و دورترین قرابت بین ژنوتیپ‌های Sahara و Sunday به دست آمد. بنابراین، پیش‌بینی می‌شود که تلاقی ژنوتیپ‌های Sunday و Sahara با Shiralee بهترین دورگ‌ها را ایجاد و در نسل‌های در حال تفرق تنوع مطلوبی برای برنامه‌های به‌نژادی فراهم کند.

**کلیدواژه‌ها:** تجزیه خوشه‌ای، تجزیه علیت، تنش خشکی، روش‌های آماری چندمتغیره، کلزا.

## مقدمه

کلزا به منزله یک گیاه روغنی به طور متوسط حاوی ۴۰ تا ۴۵ درصد روغن در دانه است (۱۴). با توجه به نیاز روزافزون به روغن های گیاهی و وابستگی شدید کشور در این مورد، بایستی توجه خاص به توسعه و گسترش حوزه کشت دانه های روغنی نظیر کلزا مبذول شود و مطالعه به نژادی پیرامون گیاهان دانه روغنی از این نظر مهم به نظر می رسد. شناسایی صفات مهم در کلزا اهمیت بالایی در مطالعات به نژادی دارد. با توجه به روند رو به رشد افزایش جمعیت در کشور و همچنین نیاز روزافزون به افزایش تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح، بررسی میزان تنوع ژرم پلاسما های موجود برای بهره برداری بیشتر از آنها در برنامه های به نژادی لازم است. یکی از راهکارهای مفید برای انجام مطالعات تنوع ژنتیکی، استفاده از روش های آماری چندمتغیره برای شناسایی ژنوتیپ های مناسب و انجام تلاقی دور و سازگار است. به عبارت دیگر، مطالعه تنوع ژنتیکی گیاه کلزا، به به نژادگران گیاهی در شناسایی پتانسیل ژنتیکی صفات مرتبط با اهداف مهم کمک شایانی خواهد کرد.

روش های مختلفی برای برآورد تنوع ژنتیکی وجود دارد و از جمله مهم ترین آنها روش های آماری چندمتغیره است که به طور هم زمان از اطلاعات چندین صفت در کلیه افراد استفاده می کنند و به طور وسیعی در تجزیه و تحلیل تنوع ژنتیکی بر پایه داده های مورفولوژیک، بیوشیمیایی و مولکولی کاربرد دارند (۲۵). در تجزیه عامل ها، هدف اساسی بیان وجود روابط کواریانس میان بسیاری از متغیرها براساس چند کمیت تصادفی غیرقابل مشاهده است که عامل ها نامیده می شوند. به عبارت دیگر، از تجزیه به عامل ها به منظور پیدا کردن علت وجود همبستگی و توصیف رابطه بین صفات و ژنوتیپ ها برحسب تعداد کمتری شاخص که تأثیرگذار روی این صفات هستند، استفاده می شود (۹).

تجزیه مسیر یا علیت، روشی است که اولین بار در سال ۱۹۲۱ معرفی و در سال ۱۹۵۹ در گیاهان برای تجزیه اثرات مستقیم و غیرمستقیم اجزای مختلف روی عملکرد و دانه به کار گرفته شد (۲). از بین روش های آماری چندمتغیره، روش های تجزیه خوشه ای و تجزیه به مؤلفه های اصلی در بیان و تشریح تنوع ژنتیکی کاربرد زیادی دارد (۳). به نظر می رسد با توجه به کاربردی بودن نتایج تجزیه خوشه ای، وجود روش های فراوان این تجزیه گاهی اوقات پژوهشگران را گمراه می کند که با استفاده از تجزیه تابع تشخیص این مشکل مرتفع می شود. تجزیه تابع تشخیص برای گروه بندی ژنوتیپ های کلزا در پژوهش دیگری نیز استفاده شد (۴). برای آنکه به نژادگر از پدیده هتروزیس بتواند بیشترین بهره برداری را به دست آورد، ابتدا بایستی از میزان تنوع موجود در بین ژنوتیپ های مطالعه شده آگاهی داشته باشد و سپس با دورگ گیری بین ژنوتیپ های با فاصله دور، به هیبریدهای پرمحصول با صفات مطلوب دسترسی پیدا کند. تجزیه خوشه ای حداقل در دو مورد می تواند به به نژادگر کمک کند: یکی پیدا کردن گروه های واقعی براساس تشابه ژنتیکی بین آنها و دیگری کاهش داده ها و انتخاب افراد محدودی از هر گروه یا دسته (۲۰).

تجزیه تابع تشخیص یکی از روش های تجزیه آماری چندمتغیره است که از آن می توان برای آزمون صحت نتایج حاصل از تجزیه خوشه ای استفاده کرد (۴). برای اولین بار از تابع تشخیص برای تعریف شاخص های انتخاب در گیاهان استفاده شد (۳۱). موضوع قابل طرح در زمینه تجزیه تابع تشخیص، بررسی میزان تمایز دو یا چند گروه از افراد از لحاظ اندازه گیری های انجام شده روی چند متغیر است (۱۳). از طرف دیگر، ممکن است گاهی در تجزیه خوشه ای گروه های غیرقابل انتظاری ایجاد شود، در این صورت نتیجه باید از جنبه های دیگر مطالعه شود (۱۳). والدینی که از لحاظ ژنتیکی متفاوت اند، هیبریدهایی با

بررسی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات در برخی ژنوتیپ‌های کلزا با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره در دو شرایط رطوبتی

Sunday, (6) Zarfam, (7) Dante, (8) SLM-046, (9) Talaye, (10) Talent, (11) ARC-2, (12) Opera, (13) ARC-5, (14) Licord, (15) Rainbow and (16) Shiralee تهیه شده از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه به منظور ارزیابی ارتباط صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، فنولوژیکی و مطالعه تجزیه‌های آماری چندمتغیره آزمایش شدند. از بین ژنوتیپ‌های فوق Shiralee و Rainbow بهاره و بقیه پاییزه است.

### موقعیت محل اجرای آزمایش

پژوهش در سال زراعی ۱۳۸۶-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی در شرایط کرمانشاه (شکل ۱) اجرا شد.

### خصوصیات طرح آزمایشی و عملیات زراعی

آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۶-۱۳۸۷ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در دو شرایط نرمال و تنش خشکی در مزرعه آزمایشی دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی اجرا شد. هر کرت شامل پنج خط سه‌متری به فاصله ۳۰ و فاصله کرت‌ها از هم ۶۰ سانتی‌متر، تاریخ کاشت با آبیاری در اولین تاریخ (۱۳۸۶/۰۷/۱۳) ثبت شد.

هتروزیس بیشتر تولید می‌کنند و احتمال به‌دست آوردن نتایج تفرقی یافته برتر (تفکیک متجاوز) را افزایش می‌دهند، از جهتی تعیین مشخصات و گروه‌بندی ژرم‌پلاسم به به‌نژادگران امکان می‌دهد تا از دوباره‌کاری در نمونه‌گیری از جمعیت‌ها خودداری کنند (۲۹).

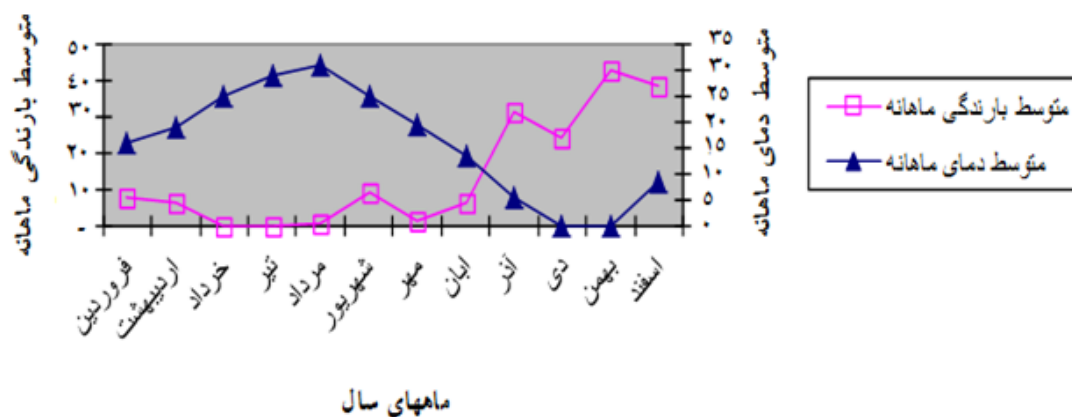
استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره در بسیاری از گیاهان توسط پژوهشگران متعددی استفاده و گزارش شده است (در گندم (۱۲ و ۸): در کلزا (۴): در کلزا (۱۱): در ماش (۷): در توتون (۳): در سویا (۱۵): در برنج (۷)). به‌طور کلی، استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره، در شناسایی صفات مهم و تأثیرگذار بر عملکرد و میزان سهم نسبی هر یک بر عملکرد، تواناست.

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های کلزا، مطالعه صفات زراعی و کمی مؤثر بر عملکرد و دسته‌بندی ژنوتیپ‌ها تحت دو شرایط محیطی (نرمال و تنش خشکی) برای استفاده در برنامه‌های به‌نژادی آتی است.

### مواد و روش‌ها

#### مواد گیاهی

در این پژوهش، ۱۶ ژنوتیپ آزاد گرده‌افشان کلزا (1) Geronimo, (2) Celecious, (3) Milena, (4) Sahara, (5)



شکل ۱. منحنی آمبروترمیک شهر کرمانشاه در سال زراعی ۱۳۸۶-۱۳۸۷

## به‌نژادی گیاهان زراعی و باغی

دوره ۲ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۳

شناسایی عوامل پنهانی در شرایط تنش خشکی با استفاده از روش مؤلفه‌های اصلی و کاربرد چرخش واریماکس نشان داد که هشت عامل اول در مجموع ۸۶/۰۵ درصد تنوع کل داده‌ها را توجیه کردند (جدول ۱). عامل اول براساس صفات تعداد خورجین در ساقه اصلی، ارتفاع در مرحله اواسط گلدهی و ارتفاع در مرحله اواخر گلدهی دارای بیشترین بار عاملی مثبت و عامل ششم براساس صفت قطر ساقه که بیشترین بار عاملی مثبت را داشت استوار است که عامل اول و ششم را می‌توان عامل قامت گیاه نام‌گذاری کرد.

تجزیه رگرسیون گام به گام نشان داد (اطلاعات آورده نشده‌اند) که ارتفاع در مرحله اواخر گلدهی در شرایط تنش اهمیت بالایی دارد که این صفت در عامل اول تجزیه عامل‌ها نمود یافت. در عامل دوم بیشترین بار عاملی مثبت مربوط به میزان آب نسبی از دست رفته برگ و بیشترین بار عاملی منفی مربوط به آب نگهداری شده در برگ‌های جدا شده است که اهمیت این صفات در شرایط تنش خشکی را نشان می‌دهد. عامل سوم براساس صفات طول دوره پرشدن دانه و وزن هزارانه با بیشترین بار عاملی مثبت استوار است چراکه هرچه طول دوره پرشدن دانه افزایش یابد، مواد ذخیره‌ای (مواد فتوسنتزی) بیشتری در بذر ذخیره می‌شود که می‌توان عامل سوم را عامل وزنی گیاه نامید. عامل چهارم براساس صفت روز تا خورجین دهی کامل با بیشترین بار عاملی مثبت و در عامل پنجم روز تا خورجین دهی کامل با بیشترین بار عاملی منفی و صفت پرولین در مرحله اوایل گلدهی با بیشترین بار عاملی مثبت استوار است که این دو عامل را روی هم می‌توان عامل مبداهای فیزیولوژیک نام نهاد. در واقع این متغیرهای فنولوژیک با اثر روی صفات، رشد رویشی مربوط به سرمایه ثابت (ساختارهای درونی و ساخت مواد

آبیاری در شرایط نرمال براساس عرف منطقه انجام شد، درحالی‌که در شرایط تنش خشکی آبیاری صورت نگرفت و مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی و در دو مرحله (مرحله سه تا چهاربرگی و ابتدای ساقه‌دهی) انجام شد. برداشت در نیمه اول تیر ۱۳۸۷ انجام شد. برای انجام یادداشت‌برداری‌ها از هر ژنوتیپ در هر تکرار پنج بوته به تصادف انتخاب شد. صفات تعداد دانه در خورجین، طول خورجین، تعداد خورجین در شاخه فرعی، تعداد شاخه فرعی در هر بوته، وزن هزارانه، تعداد خورجین در شاخه اصلی، قطر خورجین، میزان قند محلول، میزان تجمع پرولین، محتوی آب نسبی برگ، میزان آب نگهداری شده در برگ‌های بریده شده، میزان خسارت غشا، کمبود اشباع آب، میزان پایداری نسبی غشا، کاهش نسبی آب برگ، میزان آب نسبی از دست رفته، فلورسانس کلروفیل، درصد سبزیگی برگ، تعداد روز تا خورجین دهی کامل، تعداد روز تا اواسط گلدهی، طول دوره پرشدن دانه، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، درصد روغن، عملکرد روغن، رتبه‌دهی (وضعیت فنوتیپی گیاه در مرحله رشد مجدد پس از روزت)، ارتفاع بوته، نشست یونی، قطر ساقه، تاریخ سبزشدن، پروتئین کل و میزان اسیدیته بذر براساس روش‌های استاندارد اندازه‌گیری و محاسبه شدند. عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی و شرایط نرمال برحسب مترمربع با حذف ۰/۵ متر اثر حاشیه از ابتدا و انتهای کرت محاسبه شد. برای تجزیه خوشه‌ای ابتدا داده‌ها استاندارد شدند. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ و همچنین نرم‌افزار Excel انجام شد.

## نتایج و بحث

### نتایج تجزیه عاملی در شرایط تنش خشکی

نتایج تجزیه به عامل‌ها برای درک روابط پیچیده صفات و

بررسی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات در برخی ژنوتیپ‌های کلزا با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره در دو شرایط رطوبتی

در مطالعه جداگانه‌ای درخصوص همبستگی و تجزیه به عامل‌ها در ژنوتیپ‌های کلزا مشخص شد سه عامل اول در مجموع ۸۱ درصد از تغییرات و تنوع بین صفات را توجیه کرد و همچنین عامل اول را عامل سرمایه ثابت و عامل‌های دوم و سوم را عامل سینک نام‌گذاری کرد (۲۷).

### نتایج تجزیه علیت صفات در شرایط تنش خشکی

براساس ترتیب اهمیت صفات و نیز رگرسیون گام‌به‌گام دو صف انتخاب و تجزیه علیت شدند. با توجه به نتایج موجود، میانگین طول خورجین دارای اثر مستقیم به اندازه (۰/۵۶) روی عملکرد روغن و همبستگی کل این صفت با عملکرد روغن (۰/۶۸) مشاهده شد و برای صفت ارتفاع در مرحله اواخر گلدهی دارای اثر مستقیم (۰/۵) روی عملکرد روغن و همبستگی کل با این صفت با عملکرد روغن (۰/۵۹) است، میزان اثرات باقی‌مانده ناچیز بود (جدول ۲). شکل ۲ روابط بین متغیر وابسته و متغیر مستقل را نشان می‌دهد.

در پژوهش‌های انجام‌شده بر روی کلزا، ارتفاع بوته و ارتفاع پایین‌ترین شاخه فرعی از سطح زمین اثر معناداری بر عملکرد دانه داشت (۲۱ و ۲۴). پژوهش‌های دیگر بر اهمیت وزن هزاردانه به منزله یکی از اجزای اصلی عملکرد دانه کلزا اشاره شده است (۱۸ و ۲۲). همچنین در ارزیابی یک جمعیت  $F_2$  کلزا به نقش تعیین‌کننده طول خورجین بر عملکرد دانه اشاره شده است (۵). مطالعه تجزیه علیت توسط ژوهشگران بسیاری برای مطالعات به‌نژادی به نحو مطلوبی گزارش شده است (۱۶، ۱۷ و ۲۶).

فتوستتزی)، سبب ذخیره مواد برای رشد زایشی گیاه می‌شوند. عامل هفتم براساس صفت تعداد خورجین در ساقه فرعی که بیشترین بار عاملی مثبت را دارد استوار است و عامل هشتم نیز بر مبنای به‌ترتیب صفات میانگین تعداد بذر در خورجین و میانگین قطر خورجین با بیشترین بار عاملی مثبت استوار است که این دو عامل روی هم رفته عامل عملکرد نام‌گذاری می‌شوند.

در مورد تجزیه به عامل‌ها اطلاعات حاصل از تجزیه عامل‌ها به گستره تنوع ژنتیکی و شرایط محیطی بستگی دارد (۲۸). این اطلاعات پژوهشگر را قادر می‌سازد که تصمیم بگیرد برای افزایش عملکرد، انتخاب را چگونه انجام دهد. استفاده از روش چندمتغیره تجزیه به عامل‌ها در شناسایی عوامل مستقلی که به‌طور جداگانه بر صفات مهم گیاهی مؤثر باشند، بسیار حائز اهمیت است و روزبه‌روز گسترش می‌یابد. با توجه به استفاده از چرخش واریماکس که واریانس بین عوامل را حداکثر می‌کند، عواملی که درصد بیشتری از تغییرات بین صفات را توجیه کند از توجه و اهمیت بیشتری برخوردارند و باید ارزیابی شوند. بدین جهت صفات مؤثر در هر عامل شناسایی و عوامل نیز براساس مؤثرترین صفات نام‌گذاری می‌شوند. این روش بهبود ژنتیکی عوامل را به واسطه صفات مرتبط با آن‌ها امکان‌پذیر می‌کند (۳۰ و ۳۲).

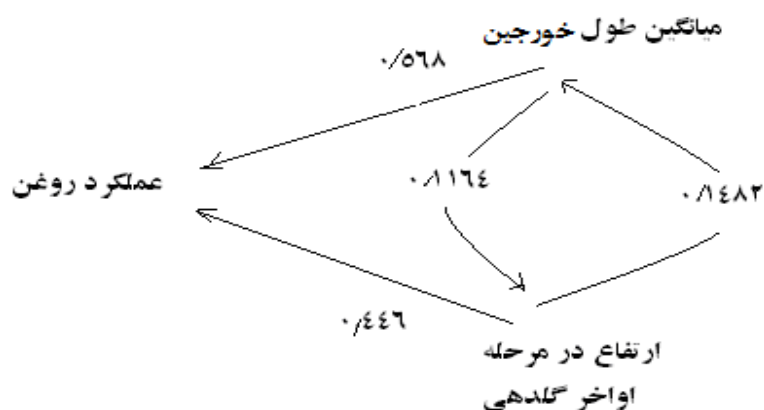
به وسیله تجزیه به عامل‌ها می‌توان همبستگی بین متغیرهای زیادی را در قالب تعداد کمتری از عوامل مستقل یا غیرهمبسته شرح داد. با این فرض که هر یک از متغیرهای اندازه‌گیری شده با یکی از عوامل استخراج شده همبستگی دارد، ولی خطاهای تصادفی هم وجود دارد. تجزیه به عامل‌ها براساس روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی که توسط هارمن شرح داده شده است با استخراج بارهای عاملی همراه است (۱۹).

جدول ۱. ماتریس عامل‌های چرخش یافته (چرخش واریماکس) برای صفات در شرایط تنش خشکی

عامل هشتم	عامل هفتم	عامل ششم	عامل پنجم	عامل چهارم	عامل سوم	عامل دوم	عامل اول	صفت
-	۰/۲۲۲	-	-	-	-	۰/۲۴۸	*۰/۸۸۲	تعداد خورجین در ساقه اصلی
۰/۲۵۵	۰/۱۷۷	۰/۱۸۸	-	۰/۱۲۲	-	-۰/۳۳۲	۰/۸۴۶	ارتفاع در مرحله اواسط گلدهی
۰/۲۸۸	۰/۱۳۴	۰/۲۲۸	-	۰/۱۲۷	-۰/۱۴۲	-۰/۳۱۷	۰/۸۳۵	ارتفاع در مرحله اواخر گلدهی
۰/۱۴۱	۰/۳۳۶	۰/۱۸۳	-	-	-۰/۱۸۲	۰/۱۱۵	-۰/۸۱۶	تعداد ساقه‌های فرعی
-	-۰/۱۵۸	-۰/۱۵۵	-	۰/۴۹۸	۰/۲۷۵	-۰/۲۷۷	۰/۶۴۸	عملکرد روغن
-	-	-	-	-	۰/۱۱۰	-۰/۹۴۹	۰/۲۴۳	آب نگهداری شده در برگ‌های جداشده
-	۰/۱۰۰	-	-۰/۱۰۲	-	-	۰/۹۳۶	۰/۲۳۱	میزان آب نسبی از دست رفته برگ
-۰/۱۱۸	-۰/۳۳۸	۰/۱۴۴	-	-	۰/۳۹۰	۰/۷۲۹	۰/۲۲۶	پرویلین در مرحله قبل از رسیدگی فیزیولوژی
۰/۳۴۹	۰/۲۰۴	-	-	۰/۵۵۱	-۰/۱۳۱	۰/۶۲۳	-	درصد روغن
۰/۱۴۲	-	-	۰/۲۹۶	-	۰/۷۹۹	-	-۰/۲۲۱	طول دوره پشدن دانه
-۰/۲۲۱	-	-	۰/۲۷۰	-۰/۱۴۱	۰/۶۷۴	-۰/۴۳۳	۰/۲۵۱	وزن هزاردانه
۰/۴۲۲	-۰/۱۶۴	۰/۳۲۲	-۰/۱۵۲	-	۰/۵۷۸	۰/۲۸۳	۰/۲۴۰	پرویلین در مرحله اوایل گلدهی
۰/۲۱۴	-۰/۲۷۳	-۰/۳۴۷	۰/۳۲۴	۰/۱۶۳	۰/۵۷۸	-۰/۱۱۶	۰/۲۲۲	کلروفیل فلورسانس
-	-	-	-	۰/۹۳۷	-	-	-	روز تا خورجین دهی کامل
-	۰/۴۴۶	۰/۲۳۹	۰/۱۷۵	۰/۷۱۹	۰/۱۴۲	-	۰/۲۴۲	اسپاد در مرحله قبل از رسیدگی فیزیولوژیک
-۰/۳۶۲	-	-	-۰/۷۹۶	-۰/۱۰۲	-۰/۱۲۱	-۰/۱۰۳	-	روز تا اواسط گلدهی
-۰/۲۱۲	۰/۳۷۸	-	۰/۷۴۶	-	-	-	۰/۲۹۸	پرویلین در مرحله اوایل گلدهی
۰/۲۶۵	-۰/۱۲۴	۰/۴۸۴	۰/۷۱۲	۰/۱۴۱	-۰/۱۷۰	-۰/۲۰۶	-	محتوای نسبی آب برگ
-	-۰/۳۶۲	-	۰/۵۵۲	-۰/۲۱۴	-	-۰/۳۱۴	-۰/۱۴۴	اسپاد در مرحله اواخر گلدهی
۰/۲۰۷	۰/۱۶۷	۰/۸۶۷	-	-	۰/۱۵۶	۰/۱۱۲	-	قطر ساقه
-	۰/۳۵۹	۰/۶۰۹	۰/۳۱۷	-	-۰/۲۸۷	-۰/۳۴۵	۰/۱۳۸	اسکوردهی
-	-۰/۲۵۵	۰/۵۹۹	-	-۰/۲۸۲	-۰/۲۸۹	۰/۳۶۳	۰/۱۳۸	قند محلول
-۰/۱۳۱	۰/۸۴۰	۰/۱۱۶	-	-	-۰/۱۳۶	-	-	تعداد خورجین در ساقه فرعی
۰/۸۳۳	-	-	۰/۲۱۱	-	۰/۳۰۵	-	۰/۲۲۷	میانگین تعداد بذر در خورجین
۰/۶۲۰	-۰/۳۷۷	۰/۲۷۹	۰/۱۲۸	-۰/۳۶۹	-۰/۲۴۲	۰/۱۰۸	-	میانگین قطر خورجین
۷/۶۴۷	۸/۰۷۱	۸/۹۳۲	۹/۷۶۰	۱۰/۱۹۳	۱۰/۹۳۷	۱۴/۵۲۹	۱۵/۹۷۸	واریانس توجیه شده
۸۶/۰۴۸	۷۸/۴۰۱	۷۰/۳۲۹	۶۱/۳۹۸	۵۱/۶۳۷	۴۱/۴۴۴	۳۰/۵۰۷	۱۵/۹۷۸	واریانس جمعی
۱/۹۸۸	۲/۰۹۹	۲/۳۲۲	۲/۵۳۸	۲/۶۵۰	۲/۸۴۴	۳/۷۷۸	۴/۱۵۴	ریشه‌های مشخصه

\* مقادیر بار عاملی کمتر از ۰/۱ نشان داده نشده است.

بررسی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات در برخی ژنوتیپ‌های کلزا با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره در دو شرایط رطوبتی



شکل ۲. نمودار علیت صفات مستقل بر عملکرد روغن دانه کلزا براساس ضرایب همبستگی

جدول ۲. میزان اثر مستقیم و غیرمستقیم صفات روی عملکرد روغن براساس ضرایب همبستگی صفات در شرایط تنش خشکی

همبستگی کل با عملکرد روغن	میزان آثار غیرمستقیم		میزان آثار مستقیم	صفت
	ارتفاع در مرحله اواخر گلدهی (۲)	میانگین طول خورجین (۱)		
۰/۶۸۴	۰/۱۱۶۴	۰/۱۴۸۲	۰/۵۶۸	میانگین طول خورجین (۱)
۰/۵۹۴	-	۰/۴۴۶	۰/۴۴۶	ارتفاع در مرحله اواخر گلدهی (۲)

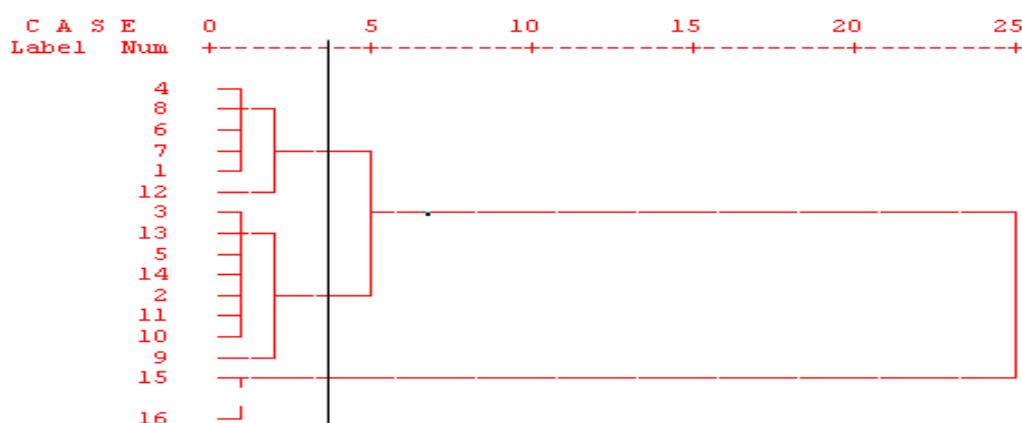
یک و ۳ را (به‌منزله والدین) برای حصول بیشترین تنوع ژنتیکی انتخاب کرد که به نظر می‌رسد با توجه به فاصله ژنتیکی بین آن‌ها با انجام تلاقی، هتروزیس بیشتری را می‌توان به‌دست آورد و می‌توان از آن‌ها به‌منزله مواد اولیه برای اصلاح ارقام جدید استفاده کرد (جدول ۳). نتایج تجزیه خوشه‌ای توسط تابع تشخیص تأیید شد (جدول ۳). در پژوهش‌هایی روی ژنوتیپ‌های کلزا، با استفاده از تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌ها بر مبنای تنوع جغرافیایی گروه‌بندی شدند (۲۳).

### نتایج تجزیه خوشه‌ای صفات در شرایط تنش خشکی

در تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA از کلیه صفات مطالعه شده استفاده شد و ژنوتیپ‌ها در سه گروه قرار گرفتند (شکل ۳). در این پژوهش، بیشترین فاصله ژنتیکی میان Sahara و Shiralee به‌دست آمد. Sahara یک ژنوتیپ پاییزه است، در حالی که Shiralee یک ژنوتیپ بهاره است. گاهی اوقات در برنامه‌های اصلاحی برای توسعه تنوع ژنتیکی از تلاقی ژنوتیپ‌های پاییزه و بهاره استفاده می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که افراد موجود در خوشه ۱ با افراد موجود در خوشه ۳ بیشترین فاصله ژنتیکی و یا کمترین قرابت ژنتیکی را دارند. بنابراین، با توجه به هدف، در برنامه‌های دورگ‌گیری می‌توان ژنوتیپ‌های خوشه‌های

جدول ۳. نتایج تابع تشخیص برای گروه‌بندی براساس صفات مطالعه‌شده

کل	گروه‌های پیش‌بینی شده			گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای	درصد
	۳/۰۰	۲/۰۰	۱/۰۰		
۶	۰	۰	۶	۱/۰۰	
۸	۰	۸	۰	۲/۰۰	
۲	۲	۰	۰	۳/۰۰	
۱۰۰	۰	۰	۱۰۰	۱/۰۰	٪۱۰۰
۱۰۰	۰	۱۰۰	۰	۲/۰۰	
۱۰۰	۱۰۰	۰	۰	۳/۰۰	



شکل ۳. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای براساس صفات معنادار در شرایط تنش خشکی به روش UPGMA

(Geronimo (1), Celecious (2), Milena (3), Sahara (4), Sunday (5), Zarfam (6), Dante (7), SLM-046 (8), Talaye (9), Talent (10), ARC-2 (11), Opera (12), ARC-5 (13), Licord (14), Rainbow (15) and Shiralee (16))

### تجزیه عامل‌ها در شرایط نرمال

نتایج تجزیه به عامل‌ها در شرایط نرمال با استفاده از روش مؤلفه‌های اصلی و کاربرد چرخش واریماکس نشان داد که نه عامل اول در مجموع ۸۹/۰۵ درصد تنوع کل داده‌ها را توجیه کردند. در جدول ۴ ماتریس عامل‌های چرخش‌یافته ارائه شده است. همانطور که از ماتریس عامل‌های چرخش‌یافته نمایان است، عامل اول عمدتاً روی ارتفاع در مرحله اواسط گلدهی و ارتفاع در مرحله اواخر گلدهی ضریب عاملی مثبت استوار است که می‌توان آن را عامل

قامت گیاه نام‌گذاری کرد، که صفت ارتفاع در مرحله اواسط گلدهی مورد توجه رگرسیون مرحله‌ای هم بوده است. عامل دوم براساس وزن هزارانه و میانگین تعداد بذر در خورجین با بیشترین بار عاملی مثبت، عامل چهارم براساس تعداد خورجین در ساقه فرعی با بیشترین بار عاملی مثبت و عامل ششم براساس تعداد ساقه‌های فرعی با بیشترین بار عاملی مثبت و میانگین قطر خورجین با بیشترین بار عاملی منفی را می‌توان عامل عملکرد نام‌گذاری کرد.

## به‌نژادی گیاهان زراعی و باغی

دوره ۲ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۳



بررسی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات در برخی ژنوتیپ‌های کلزا با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره در دو شرایط رطوبتی

جدول ۴. ماتریس عامل‌های چرخش یافته (چرخش واریماکس) برای صفات در شرایط نرمال

صفت	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم	عامل پنجم	عامل ششم	عامل هفتم	عامل هشتم	عامل نهم
ارتفاع در مرحله اواخر گلدهی	۰/۹۱۲	۰/۱۴۰	۰/۱۲۷	-۰/۲۴۴	*	-	-	-۰/۱۵۵	-
ارتفاع در مرحله اواسط گلدهی	۰/۸۸۴	۰/۲۳۸	۰/۲۳۳	-۰/۲۲۷	-	۰/۱۰۳	-	-	-
اسپاد در مرحله قبل از رسیدگی فیزیولوژیکی	۰/۶۳۴	-	۰/۳۲۲	-۰/۲۵۶	۰/۲۸۳	۰/۲۰۴	-۰/۲۷۴	-۰/۱۷۰	-
تعداد خورجین در ساقه اصلی	۰/۵۹۹	-۰/۲۹۸	-۰/۲۴۲	-۰/۱۱۳	۰/۲۱۲	۰/۳۷۶	۰/۱۶۱	-	-۰/۳۷۸
وزن هزاردانه	۰/۳۵۱	۰/۸۴۳	-	-	۰/۲۱۴	۰/۱۰۷	-	-	-
میانگین تعداد بذر در خورجین	-۰/۱۲۰	۰/۸۲۷	۰/۱۳۰	-	۰/۱۶۹	-	-۰/۱۵۷	-۰/۲۶۵	-
روز تا اواسط گلدهی	-۰/۴۸۹	۰/۷۵۲	-	-۰/۱۵۹	-	۰/۱۰۲	-۰/۱۴۵	-۰/۱۸۰	-
قطر ساقه	۰/۱۹۰	۰/۶۱۲	-۰/۲۲۳	۰/۱۲۶	-۰/۳۲۰	-۳۳۵۰	-	-۰/۲۴۰	-
روز تا خورجین دهی کامل	-۰/۴۵۵	-۰/۵۸۶	-۰/۴۳۴	-	-	۰/۲۵۸	-۰/۱۳۹	-۰/۲۵۶	۰/۱۱۳
میزان آب نسبی از دست رفته برگ	-۰/۱۱۷	-	-۰/۹۳۵	-	-	-	-	-۰/۱۲۳	-۰/۱۲۱
آب نگهداری شده در برگ‌های بریده شده	-	-	۰/۹۲۵	-	-	-	-	-	-
تعداد خورجین در ساقه فرعی	-۰/۱۴۶	-	-	۰/۸۷۵	۰/۱۳۲	-	-	۰/۱۶۰	۰/۲۳۰
پرولین در مرحله اوایل گلدهی	-۰/۱۲۲	-۰/۱۷۳	-۰/۸۲۵	۰/۲۳۲	-	-	-۰/۱۵۸	۰/۱۳۴	۰/۳۰۳
عملکرد روغن	۰/۵۳۳	-	-	-۰/۷۲۴	-	۰/۳۳۶	-	-	-
درصد روغن	-۰/۲۱۷	-	-	-	-۰/۸۸۷	-	-	۰/۲۱۰	-
طول دوره پرشدن دانه	-۰/۲۴۹	-	-۰/۱۸۴	-	۰/۸۲۶	-	-	۰/۳۹۶	-
اسپاد در مرحله اواسط گلدهی	-۰/۳۳۹	۰/۴۰۸	۰/۲۶۴	۰/۳۲۷	-۰/۵۲۶	-	-۰/۲۳۶	-	-
تعداد ساقه‌های فرعی	-	۰/۱۱۲	۰/۲۶۳	-۰/۲۱۷	-	۰/۸۸۳	-	-۰/۲۲۰	-
میانگین قطر خورجین	-۰/۱۳۸	۰/۲۲۵۰	۰/۳۱۲	-	-	-۰/۸۱۰	-	-۰/۱۱۲	۰/۲۰۲
درصد پایداری غشا	-	-۰/۱۰۳	۰/۱۰۶	۰/۱۴۳	-	-۰/۱۶۰	۰/۸۲۳	-۰/۲۱۰	-۰/۱۸۵

به‌نژادی گیاهان زراعی و باغی

دوره ۲ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۳

ادامهٔ جدول ۴.

صفت	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم	عامل پنجم	عامل ششم	عامل هفتم	عامل هشتم	عامل نهم
میانگین طول خورجین	۰/۱۷۳	۰/۳۹۲	-	۰/۲۱۵	۰/۳۷۱	-	۰/۷۵۰	-	۰/۱۲۲
اسکوردهی	۰/۱۵۵	۰/۲۱۳	-	۰/۵۵۲	۰/۱۷۷	-۰/۱۸۰	-۰/۶۴۷	-۰/۲۹۹	-
پرولین در مرحلهٔ اواخر گلدهی	۰/۱۰۶	-۰/۲۷۹	-۰/۱۲۷	۰/۳۹۵	۰/۲۶۹	۰/۳۷۲	۰/۴۱۴	-۰/۲۴۹	-۰/۲۷۳
کلروفیل فلورسانس	-	-	۰/۳۴۵	-	-	-	-۰/۱۸۶	۰/۸۴۶	-
پرولین در مرحلهٔ قبل از رسیدگی فیزیولوژیک	-	-	-	-۰/۱۵۶	-	-۰/۵۱۴	۰/۲۱۶	۰/۶۱۴	۰/۳۶۷
محتوای نسبی آب برگ	-۰/۲۱۲	-	۰/۳۵۰	۰/۱۰۷	-۰/۴۰۴	۰/۱۴۱	-	-	-۰/۷۲۴
قند محلول	-۰/۱۶۳	-	۰/۴۱۳	-	-۰/۲۹۰	-	-۰/۱۷۲	-	۰/۷۱۵
واریانس توجیه‌شده	۱۳/۵۷۵	۱۲/۷۶۶	۱۱/۰۸۳	۱۰/۹۲۰	۹/۹۳۵	۹/۱۳۵	۸/۲۶۱	۶/۹۲۳	۶/۴۵۶
واریانس تجمعی	۱۳/۵۷۵	۲۶/۳۴۱	۳۷/۴۲۴	۴۸/۳۴۵	۵۸/۲۷۹	۶۷/۴۱۴	۷۵/۶۷۶	۸۲/۵۹۹	۸۹/۰۵۵
ریشه‌های مشخصه	۳/۶۶۵	۳/۴۴۷	۲/۹۹۲	۲/۹۴۹	۲/۶۸۲	۲/۴۶۶	۲/۲۳۱	۱/۸۶۹	۱/۷۴۲

فلورسانس (عملکرد کوانتوم) با بیشترین بار عاملی مثبت استوار است که از آن می‌توان به‌منزلهٔ عامل سبزینهٔ گیاه یاد کرد.

در عامل نهم صفت قند محلول با بیشترین بار عاملی مثبت و صفت محتوای نسبی آب برگ از طرف دیگر با کمترین بار عاملی منفی قرار دارد، بدین معنا که افزایش میزان قند محلول شکایت از تنش وارده دارد که این تنش با کاهش محتوای نسبی آب برگ می‌تواند همسو باشد.

نتایج تجزیهٔ عامل‌ها در شرایط نرمال عامل‌های قامت گیاه، عملکرد، فیزیولوژی، عامل داخلی و سبزینهٔ گیاه را شناسایی کرد. در بررسی روابط بین عملکرد دانه و اجزای آن در ژنوتیپ‌های گلرنگ، عامل‌های عملکرد و اجزای آن، عامل خصوصیات فنولوژیکی بوته و عامل شاخه‌بندی معرفی شدند (۱). از نتایج تجزیه به عاملی چنین استنباط می‌شود که تعداد زیادی از صفات بررسی‌شده براساس روابط نهفته‌ای که دارند به تعداد اندکی فاکتور اصلی تقلیل

عامل سوم براساس صفت آب نگهداری‌شده در برگ‌های بریده‌شده با بیشترین بار عاملی مثبت و صفت میزان آب نسبی از دست رفتهٔ برگ با بیشترین بار عاملی منفی را می‌توان به‌منزلهٔ عامل فیزیولوژیک گیاه از آن یاد کرد. عامل پنجم براساس بیشترین بار عاملی منفی صفت درصد روغن از یک طرف و بیشترین بار عاملی مثبت صفت طول دورهٔ پرشدن دانه از طرف دیگر استوار است که می‌توان این‌گونه بحث کرد که هرچه طول دورهٔ پرشدن دانه بیشتر شود بیانگر شرایط بدون تنش است پس با افزایش طول دورهٔ پرشدن دانه (شرایط بدون تنش خشکی) درصد روغن کاهش می‌یابد.

کاهش درصد روغن در شرایط نرمال با نتایج مطالعهٔ حاضر و مطالعهٔ دیگر پژوهشگران مطابقت دارد (۱۰). عامل هفتم براساس صفت درصد پایداری غشا با بیشترین بار عاملی مثبت استوار است که می‌توان آن را عامل داخلی گیاه نام‌گذاری کرد. عامل هشتم براساس صفت کلروفیل

بررسی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات در برخی ژنوتیپ‌های کلزا با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره در دو شرایط رطوبتی

### تجزیه خوشه‌ای صفات در شرایط نرمال

در تجزیه خوشه‌ای به روش WARD از کلیه صفات مطالعه شده استفاده شد و ژنوتیپ‌ها در سه گروه قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های شماره ۵، ۱۳، ۲، ۶، ۳، ۱۱ و ۱۴ در گروه اول، ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۱۲، ۴، ۷، ۹، ۱۰ و ۸ در گروه دوم و ژنوتیپ‌های شماره ۱۵ و ۱۶ در گروه سوم قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های شماره ۱۵ و ۱۶ از کمترین عملکرد روغن در بین سایر ژنوتیپ‌ها در شرایط نرمال برخوردار بودند که قرار گرفتن این دو ژنوتیپ در یک گروه خارج از انتظار نبود و تجزیه خوشه‌ای هم دلیلی بر این مدعاست.

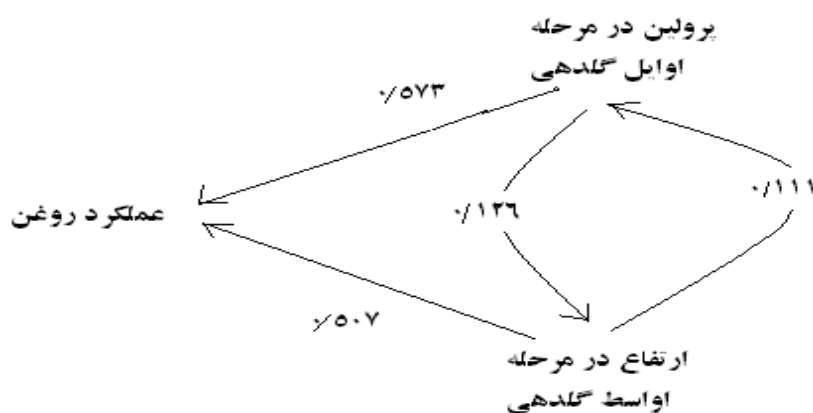
یافتند، این موضوع می‌تواند در کاهش حجم داده‌ها و نتیجه‌گیری راحت‌تر مؤثر واقع شود.

### تجزیه علیت برای عملکرد روغن در شرایط نرمال

بر اساس ترتیب اهمیت صفات و نیز رگرسیون گام‌به‌گام (اطلاعات آورده نشده است) دو صفت انتخاب و تجزیه علیت شدند، با توجه به نتایج موجود، صفت پرولین در مرحله اوایل گلدهی اثر مستقیم به اندازه ۰/۵۷ روی عملکرد روغن و همبستگی کل این صفت با عملکرد روغن ۰/۶۸ داشت (جدول ۵). همچنین صفت ارتفاع در مرحله اواسط گلدهی اثر مستقیم ۰/۵۱ و همبستگی کل این صفت با عملکرد روغن ۰/۶۳ داشت (شکل ۴).

جدول ۵. میزان اثر مستقیم و غیرمستقیم صفات روی عملکرد روغن بر اساس ضرایب همبستگی صفات در شرایط نرمال

صفت	میزان آثار مستقیم	میزان آثار غیرمستقیم	
		پرولین در مرحله اوایل گلدهی (۱)	ارتفاع در مرحله اواسط گلدهی (۲)
ارتفاع در مرحله اواسط گلدهی (۲)	۰/۵۷۳	-	۰/۱۱۱۰
پرولین در مرحله اوایل گلدهی (۱)	۰/۵۰۳	۰/۱۲۶۰	-

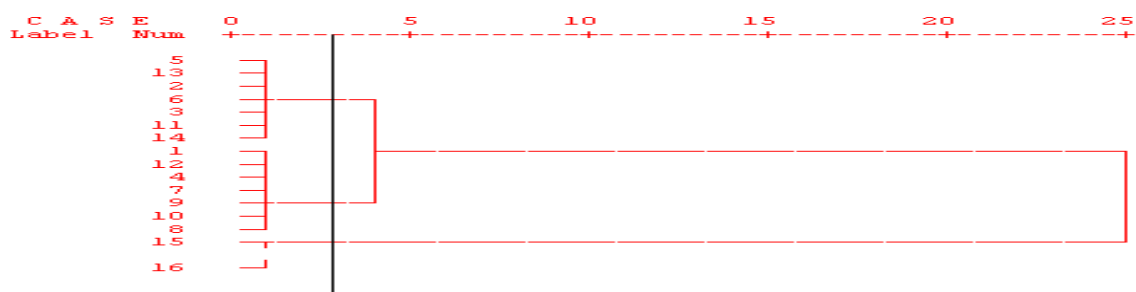


شکل ۴. نمودار علیت صفات مستقل بر عملکرد روغن دانه کلزا بر اساس ضرایب همبستگی در شرایط نرمال

## مهدی کاکایی و همکاران

فاصله اقلیدسی و مینکوسکی ژنوتیپ‌ها را در سه گروه، معیارهای فاصله پیرسون، کوساین و سیتی بلوک ژنوتیپ‌ها را در پنج گروه قرار دادند و همچنین ابراز کردند که مقایسه دندروگرام‌های حاصل با استفاده از داده‌های استاندارد شده با هر سه روش توانسته است ژنوتیپ‌ها را با احتمال ۸۷/۵ درصد بهتر از سایر معیارهای فاصله گروه‌بندی کند و تفاوت بین ژنوتیپ‌ها را نشان دهد (۴).

قرار گرفتن ژنوتیپ‌ها در سه گروه براساس روش WARD به‌طور ۱۰۰ درصد مورد تأیید تابع تشخیص بود، که جدول ۶ به آن اشاره می‌کند (شکل ۵). پژوهشگران در ارزیابی روش‌های گروه‌بندی ژنوتیپ‌های کلزا با استفاده از تجزیه تابع تشخیص خطی فیشر اظهار کردند که تجزیه خوشه‌ای با استفاده از داده‌های حاصل از روش‌های مختلف استاندارد کردن داده‌ها و داده‌های استاندارد نشده با روش‌های WARD و UPGMA نشان داد که معیارهای



شکل ۵. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای براساس صفات زراعی معنادار در شرایط بدون تنش خشکی به روش WARD

(Geronimo (1), Celecious (2), Milena (3), Sahara (4), Sunday (5), Zarfam (6), Dante (7), SLM-046 (8), Talaye (9), Talent (10), ARC-2 (11), Opera (12), ARC-5 (13), Licord (14), Rainbow (15) and Shiralee (16))

جدول ۶. تابع تشخیص برای گروه‌بندی براساس صفات مطالعه شده

کل	گروه‌های پیش‌بینی شده			گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای	درصد
	۳/۰۰	۲/۰۰	۱/۰۰		
۷	۰	۰	۷	۱/۰۰	
۷	۰	۷	۰	۲/۰۰	
۲	۲	۰	۰	۳/۰۰	
۱۰۰	۰	۰	۱۰۰	۱/۰۰	۱۰۰
۱۰۰	۰	۱۰۰	۰	۲/۰۰	
۱۰۰	۱۰۰	۰	۰	۳/۰۰	

### نتیجه‌گیری

باتوجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان نتیجه گرفت تنوع ژنوتیپ‌های مذکور براساس تجزیه‌های گوناگون چندمتغیره تأییدشده است و این تنوع اصلاحگر را برای مطالعات آتی کمک می‌کند. تنوع ژنتیکی، کشاورزان و به‌نژادگران گیاهی را قادر می‌سازد تا به واسطه انتخاب و اصلاح، گیاهانی جدید و با پرمعکرد را که به تنش‌های غیرزیستی مقاوم و نیز به تغییرات محیطی سازگارترند تولید کنند. روش‌های آماری چندمتغیره ابزاری مفید برای درک روابط هم‌زمان بین صفات برای تشخیص مطلوب تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های گیاهی است. انتخاب والدین مناسب به‌منظور دورگ‌گیری یکی از عوامل مهم در برنامه دورگ‌گیری است. مطالعه و اندازه‌گیری صفات زراعی روی ژنوتیپ‌های بررسی‌شده، تنوع مطلوبی از نظر روش‌های آماری چندمتغیره بروز داد. از نتایج تجزیه به‌عاملی چنین استنباط می‌شود که تعدادی زیادی از صفات بررسی‌شده براساس روابط نهفته‌ای که دارند به تعداد اندکی فاکتور اصلی، تقلیل یابند، این موضوع می‌تواند در کاهش حجم داده‌ها و نتیجه‌گیری راحت‌تر مؤثر واقع شود. نتایج تجزیه خوشه‌ای نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی را تأیید کرد و تنوع قابل توجهی برای مطالعات آتی به‌نژادی از نتایج این مطالعه حاصل شده است.

### منابع

۱. امینی ف، سعیدی قا و ارزانیا (۱۳۸۷) «روابط بین عملکرد دانه و اجزای آن در ژنوتیپ‌های گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)». علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴۵(۱۲): ۵۳۵-۵۲۵.
۲. چوگان ر (۱۳۸۶) روش‌های تجزیه ژنتیکی صفات کمی در اصلاح نباتات. نشر آموزش کشاورزی. ۲۵۵ ص.

۳. حاتم ملکی ح، کریم‌زاده ق، درویش‌زاده ر و علوی ر (۱۳۹۱) «تنوع ژنتیکی توتون‌های شرقی با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره». پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۰۱(۱۰): ۱۰۶-۱۰۰.
۴. ربیعی ب و رحیمی م (۱۳۸۸) «ارزیابی روش‌های گروه‌بندی ژنوتیپ‌های کلزا با استفاده از تجزیه تابع تشخیص خطی فیشر». علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴۷(۱۳): ۵۴۲-۵۲۹.
۵. سمیع‌زاده لاهیجی ح (۱۳۸۲) بررسی مارکرهای مولکولی همبسته با صفات آگرونومیک و کیفی در کلزا. پایان‌نامه دکتری اصلاح نباتات. دانشگاه تهران.
۶. صبوری ح، محمدی‌نژاد ق و فضل‌علی‌پور م (۱۳۹۱) «انتخاب برای بهبود عملکرد با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره در برنج». پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۰۱(۱۰): ۱۶۲-۱۵۰.
۷. ضابط م و حسین‌زاده ع (۱۳۹۰) «تعیین مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد ماش (*Vigna radiate* L. Wilczek) با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره در شرایط تنش خشکی و بدون تنش». پژوهش‌های حبوبات ایران. ۱(۲): ۹۸-۸۷.
۸. طوسی مجرد م، قنادها م، خدارحمی م و شهابی س (۱۳۸۴) «تجزیه به‌عامل‌ها برای عملکرد دانه و سایر خصوصیات گندم». پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۶۷(۱۶): ۹-۹.
۹. فرشادفرع (۱۳۸۰) اصول و روش‌های آماری چندمتغیره. انتشارات طاق بستان، کرمانشاه. ۳۱۲ ص.
۱۰. کارگر س م ع، قنادها م ر، بزرگی‌پور ر، خواجه احمد عطاری اع و بابایی ح ر (۱۳۸۳) «ارزیابی شاخص‌های تحمل به تنش خشکی در تعدادی از

18. Diepenbrock W (2000) Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. *Field Crop Research*. 67: 35-49.
19. Harman HH (1976) *Modern Factor Analysis*, Third Edition Revised, University of Chicago Press.
20. Jobson JD (1992) *Applied multivariate Data analysis*. Volume 2, Categorical and multivariate methods, springer-verlag, New york.
21. Kis D, Maric S, Juric T, Antunovic M and Guberac V (2006) Performance of different erucic acid type oil seed rape cultivars in a Croatian agro-environment. *Cereal Research Communications*. 34(1): 437-440.
22. Leon J (1993) The importance of crop physiology for the breeding of oilseed rape. *Fett Wissenschaft Technologie (Germ)*. 95: 283-287.
23. Mahasi MJ and Kamundia JW (2007) Cluster analysis in rapeseed (*Brassica napus* L.). *African Journal of Agricultural Research*. 2: 409-411.
24. Marjanovic-Jeromela A, Marinkovic R, Mijic A, Zdunic Z, Ivanovska S and Jankulovska M (2008) *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 73(1): 13-18.
25. Mohammadi SA and Prasanna BM (2003) Analysis of genetic diversity in crop plants-salient statistical tools and considerations. *Crop Science*. 43: 1235-1248.
26. Rameeh V (2011) Correlation and path analysis in advanced lines of rapeseed (*Brassica napus* L.) for yield componets. *Oilseed Brassica*. 2(2): 56-60.
27. Ramee V (2012) Correlation and factor analyses of quantitative traits in rapeseed (*Brassica napus* L.). *Agriculture Innovations and Research*. 1(1): 2319-1473.
- ژنوتیپ‌های سویا در شرایط آبیاری محدود». علوم کشاورزی ایران. ۱(۳۵): ۱۴۲-۱۲۹.
۱۱. کاکایی م (۱۳۸۸) مطالعه اثر ژنوتیپ و تنش خشکی بر خصوصیات فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی، فنولوژیکی و بیوشیمیایی کلزای پاییزه. دانشگاه آزاد اسلامی. کرمانشاه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد.
۱۲. محمدی م، قنادها م و ر و طالعی ع (۱۳۸۱) «بررسی تنوع ژنتیکی در لاین‌های بومی گندم نان با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره». *نهال و بذر*. ۳(۱۸): ۳۲۸-۳۴۷.
۱۳. مقدم م، محمدی شوطی س ا و آقایی سربرزه م (۱۳۷۳) *آشنایی با روش‌های چندمتغیره*. (ترجمه)، انتشارات پیشتاز علم. ص ۴۷.
۱۴. ناصری ف (۱۳۷۰) دانه‌های روغنی. انتشارات آستان قدس رضوی.
۱۵. نرجسی و، زینالی خانقاه ح و زالی ع (۱۳۸۶) «بررسی رابطه ژنتیکی برخی از صفات مهم زراعی با عملکرد دانه در سویا از طریق روش‌های آماری چندمتغیره». *علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*. ۴۱(۱۱): ۲۳۵-۲۲۷.
16. Ana MJ, Radovan M, Anto M, Zvonimir Z, Sonja I and Mirjana J (2008) Correlation and Path Analysis of Quantitative Traits in Winter Rapeseed (*Brassica napus* L.). *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 73(1).
17. Basalma D (2008) The Correlation and Path Analysis of yield and yield components of different winter rapeseed (*B. napus* ssp. *oleifera* L.) cultivars. *Agriculture Biology Science*. 4: 120-125.

بررسی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات در برخی ژنوتیپ‌های کلزا با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره در دو شرایط رطوبتی

28. Seiler GJ and Stafford RE (1979) Factor analysis of components of yields in guar. *Crop Science*. 25: 905-908.
29. Sharma BD and Hore DK (1993) Multivariate analysis of divergence in upland rice. *Indian Journal of Agriculture Science*. 63: 515-517.
30. Sharma S (1996) Applied multivariate techniques. 1<sup>st</sup> ed. John Wiley and Sons, New York. 493 p.
31. Smith HF (1986) A discriminant function for plant selection. *Annals of human genetics*. 7(3): 240-250.
32. Tadesse W and Bekele E (2001) Factor analysis of yield in grasspea (*Lathyrus sativus* L.). *Lathyrus Newsletter*. 2: 416-421.