نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد دوازدهم، شماره ۲(۴۶)، تابستان ۱۳۹۷، صفحه ۳۳۶-۳۱۷

بررسی عملکرد و صفات فیزیولوژیکی و فنولوژیکی مرتبط با آن در ارقام مختلف کلزا (*Brassica napus* L.)

عباس فروغی[1*]، عباس بیابانی[2]، علی راحمی[3] و قربانعلی رسام[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۹/۲۳ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۷/۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۶/۷

چکیده

خصوصیات فیزیولوژیکی و فنولوژیکی ارقام و لاین‌های مختلف کلزا و نیز ارتباط بین این صفات و عملکرد دانه در تعداد ۲۰ رقم و لاین کلزا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در دو سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی مجتمع آموزش عالی شیروان واقع در خراسان شمالی مورد بررسی قرار گرفتند. در طول فصول زراعی علاوه بر ثبت صفات فنولوژیک، نمونه‌برداری‌های تخریبی برای محاسبه صفات فیزیولوژیک مانند شاخص سطح برگ، تجمع ماده خشک و اندازه‌گیری نور و ضریب خاموشی نور صورت گرفت. در پایان فصول زراعی عملکرد و اجزای عملکرد و صفات مورفولوژیک و درصد روغن ارقام اندازه‌گیری شدند. تجزیه به عامل‌ها جهت توصیف رابطه بین صفات مورد مطالعه با استفاده از میانگین ۲۳ صفت و به روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی صورت گرفت. نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که چهار مؤلفه اول مجموعاً ۹۹ درصد تنوع کل موجود در بین داده‌ها را توجیه کردند. سهم هر کدام از دو مؤلفه اول به‌ترتیب حدود ۸۳/۸، ۱۳/۱درصد در سال اول و ۸۳/۳، ۱۱/۶ درصد در سال دوم بودند. از آن‌جا که مجموع سهم مؤلفه سوم و چهارم از کل تغییرات هر دو سال آزمایش کمتر از چهار درصد است؛ بنابراین، از دو مؤلفه اول و دوم که بیش از ۹۶ درصد تغییرات را توجیه می‌کنند برای انتخاب ترکیب برتر استفاده شد و دیاگرام‌های مربوطه ترسیم شدند. بر این اساس، ارقامی که با جهت مثبت محور اول مرتبط بودند ارقام پر محصول با عملکرد بیولوژیک بالا، تعداد خورجین زیاد، طول دوره گل‌دهی طولانی و عملکرد روغن در نظر گرفته شدند (گروه A). در این ارقام پر شدن دانه در زمان نسبتاً کوتاه‌تری انجام می‌گیرد. در مقابل، ارقام گروه B در نقطه مقابل ارقام گروه A قرار گرفته‌اند و در جهت منفی محور اول مرتبط می‌باشند. از طرف دیگر ارقام با وزن مثبت بیشتر بر روی محور دوم، ارقامی هستند با شاخص برداشت بالا، تعداد زیاد خورجین در بوته که روز تا شروع ساقه‌دهی آن‌ها طولانی‌تر ولی فاصله کاشت تا شروع رزت کوتاه‌تری دارند گروه C محسوب شدند. ارقام گروه D دارای وزن منفی بیشتر بر روی محور دوم می‌باشند. میانگین عملکردهای ارقام در سال اول ۴۵۳/۸۰ گرم در متر مربع و در سال دوم ۴۰۱/۸۴ گرم در متر مربع بودند. بخشی از کاهش عملکرد مرتبط با کاهش شاخص‌های رشد (عملکرد بیولوژیک) و بخشی دیگر مرتبط با کاهش شاخص برداشت می‌باشد که ناشی از کاهش معنی‌دار تشعشع بین دو سال است. در مجموع، سه رقم Bilbao، Traviata و Slm046 از بیشترین ارتباط مثبت با محور اول برخوردار بودند (گروه A).

واژگان کلیدی: تجزیه به عامل‌ها، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، کلزا.

۱- دانش‌آموخته دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه گنبد کاووس، ایران. * نگارنده‌ی مسئول abbasfrooghi@yahoo.com
۲- دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبدکاووس، ایران.
۳- استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبدکاووس، ایران.
۴- دانشیار مجتمع آموزش عالی شیروان- خراسان شمالی، شیروان، ایران.

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

کلزا از دانه‌های ارزشمند روغنی است که در سال‌های اخیر توجه بسیاری را به خود جلب کرده است و در طرح کاهش واردات روغن گیاهی نیز سهم فراوانی برای آن در نظر گرفته شده است. این محصول در بین دانه‌های روغنی جهان بیشترین رشد را در دهه‌های اخیر داشته و امروزه مقام سوم را پس از سویا و نخل روغنی در فراورده‌های روغن گیاهی احراز کرده است (Berry and Spink, 2006). عملکرد کلزا در سال ۲۰۰۳ میلادی در جهان و ایران به‌ترتیب ۱۵۶۷ و ۱۵۹۲ کیلوگرم در هکتار بوده که در سال ۲۰۱۴ به ۲۰۴۳ و ۲۱۲۵ کیلوگرم در هکتار افزایش یافته است (Anonymous, 2014). متخصصان فیزیولوژی گیاهان زراعی می‌بایست شاخص‌های فیزیولوژیک مهمی را که در گذشته باعث افزایش عملکرد شده‌اند و در آینده نیز می‌توانند به پیشرفت به‌نژادی در افزایش کمّی و کیفی کمک کنند، شناسایی نمایند (Attarbashi *et al*., 2002). بذور ارقام پیشرفته کلزا محتوی ۴۰ تا ۴۵ درصد روغن می‌باشند (Friedt *et al*., 2007). هدف اصلاح کنندگان تولید ارقام با عملکرد و کیفیت بالا و افزایش بازده تولید می‌باشد. تکنیک‌های گوناگون برای ارزیابی تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی وجود دارد که شامل تکنیک‌های مورفولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی می‌باشد (Hu *et al*., 2003; Beigi *et al*., 2011). عملکرد دانه و مقدار روغن صفات کمّی می‌باشند که بیان آنها تا حد زیادی به‌وسیله ژنوتیپ گیاهی، محیط و اثرات متقابل‌شان تحت تأثیر قرار می‌گیرند (Diepenbrock, 2000; Gunasekera *et al*., 2006). سنجش اثرات متقابل بین ژنوتیپ و محیط به‌منظور تعیین یک راهکار مناسب اصلاحی برای آزادسازی ارقام با سازگاری کافی با محیط هدف بسیار مهم می‌باشد (Hristov *et al*., 2009).

همبستگی‌های بین صفات نشان‌دهنده روابط مهم موجود بین صفات می‌باشد (Rameeh, 2016). صفاتی که مهم نمی‌باشند به کمک رگرسیون گام به گام حذف می‌شوند، بنابراین مهم‌ترین صفاتی که روی متغیر وابسته تأثیرگزار هستند؛ در نظر گرفته می‌شوند (Rameah, 2016). تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) یک روش آماری چند متغیره برای خلاصه کردن تنوع بین متغیرهای مشاهده شده از طریق تعدادی از متغیرها به‌نام مؤلفه می‌باشد (Johnson and Wichern, 2007). در روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی از طریق خلاصه نمودن متغیرهای همبسته اولیه به‌شکل مؤلفه‌هایی مستقل و محدود امکان گروه‌بندی افراد در فضای دو بعدی یا سه بعدی فراهم می‌شود. پراکنش ژنوتیپ‌ها بر مبنای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی می‌تواند به‌عنوان روش مناسب برای گروه‌بندی و طبقه‌بندی ارقام استفاده می‌شود (Rameah, 2012). محمدجانی اسرامی و همکاران (Mohammadjani Asrami *et al*., 2014) روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی را برای تعیین تنوع و گروه‌بندی ژنوتیپ‌های کلزا بر مبنای صفات کمّی استفاده نمودند. در این بررسی سه مؤلفه نخست، تغیرات مرتبط با متغیر وابسته را توجیه نمودند و مجموع واریانس تجمعی این سه مؤلفه ۸۷/۵ درصد بود. چانگو و ام سی وتی (Chango and McVetty, 2001) گزارش نمودند که ماده خشک کل و شاخص برداشت همبستگی معنی‌داری با عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های کلزا داشتند.

این مطالعه به‌منظور بررسی رابطه بین صفات فنولوژیک و فیزیولوژیک مانند روز تا به

Archive of SID

www.SID.ir

ساقه رفتن ارقام، شاخص سطح برگ، تجمع ماده خشک و شاخص برداشت با عملکرد دانه و نیز بررسی مهم‌ترین صفات تعیین‌کننده عملکرد انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق طی دو سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی مجتمع آموزش عالی شیروان، خراسان شمالی واقع در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه ۴۰ دقیقه، طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۹۳ دقیقه و ارتفاع ۱۰۹۷ متر از سطح دریا اجرا شد. متوسط بارندگی سالانه منطقه ۲۵۱/۸ میلی‌متر است.

تیمارهای آزمایشی شامل ۲۰ رقم و لاین کلزا بود (جدول ۱). زمین مورد آزمایش در هر سال زراعی با گاوآهن برگردانده شد و جهت خرد کردن کلوخه‌ها دوبار دیسک سبک عمود بر هم زده شد. سپس در دو جهت گونیا گردید و پس از اجرای نقشه طرح، کرت‌ها و مرزها مشخص شدند. بذور از بخش دانه‌های روغنی مرکز تحقیقات وتهیه بذر و نهال کرج تهیه گردید. پس از تصادفی کردن تیمارها برای هر سال به‌طور جداگانه، کشت با دست انجام شد. تاریخ کاشت منطقه بر اساس توصیه مراکز تحقیقاتی از نیمه دوم شهریور تا نیمه اول مهر می‌باشد. کاشت در هر دو سال زراعی در تاریخ ۳۰ شهریور صورت گرفت. عملیات خاک‌ورزی و آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح و کوددهی بود. هر کرت آزمایش شامل ۶ خط (سه پشته ۵۰ سانتی‌متری که کشت در دو طرف پشته‌ها انجام شد) به طول ۵ متر و فاصله ۲۵ سانتی‌متر بود. فاصله بین کرت‌ها از یکدیگر یک متر و فاصله بلوک‌ها از هم دو متر در نظر گرفته شد. تمامی ارقام با تراکم بالا در تاریخ ذکر شده کشت شدند و پس از حصول اطمینان از استقرار بوته‌ها (مرحله چهار برگ حقیقی)، تراکم ۸۰ بوته در مترمربع (فاصله روی ردیف پنج سانتی‌متر) با عمل تنک کردن حاصل گردید. کودهای مورد مصرف بر اساس آزمون خاک به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در زمان کاشت و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به صورت سرک، ۵۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل در هکتار و ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار در زمان کاشت بود. آبیاری اول بلافاصله بعد از کاشت و مراحل بعدی آبیاری در طول فصل رشد به‌گونه‌ای صورت پذیرفت که هیچ‌گونه علایم تنش خشکی در گیاهان مشاهده نگردید. هم‌چنین، در طول فصل تمامی علف‌های هرز موجود در کرت‌ها وجین گردیدند. در مرحله گلدهی با مشاهده‌ی آفاتی مانند شته و سوسک گرده‌خوار عملیات سم‌پاشی صورت گرفت. اندازه‌گیری‌هایی که در طول دو فصل زراعی ۹۴-۹۳ و ۹۵-۹۴ انجام شد عبارت بودند از ثبت مراحل فنولوژیک از زمان کاشت هر چهار روز یک‌بار در پاییز تا ثابت شدن رشد و در بهار از شروع رشد مجدد که به روش سیلوستر و برادلی (Sylvester Bradley and Makepeace, 1984) صورت گرفت. نمونه‌برداری تخریبی به‌منظور محاسبه شاخص سطح برگ و محاسبه بیوماس تجمعی در طی فصل به فاصله ۸ الی ۱۰ روز صورت گرفت. برای محاسبه ضریب خاموشی نور قبل از هر نمونه‌برداری نسبت دریافت تشعشع با اندازه‌گیری تشعشع در بالا و پایین جامعه گیاهی با استفاده از دستگاه AccuPAR مدل LP-80 صورت گرفت. سطح برگ با دستگاه سطح‌برگ‌سنج لیزری CID ساخت آمریکا اندازه‌گیری شد.

Archive of SID

www.SID.ir

نمونه‌برداری برای تعیین عملکرد دانه به‌طور مجزا انجام شد. برای تعیین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، سطحی معادل ۲ متر مربع از نیمه‌ای از کرت که دست‌نخورده باقی مانده بود (با رعایت حاشیه از دو طرف و بالا و پایین کرت‌ها) در مرحله نهایی برداشت شد. هم‌چنین، اجزای عملکرد دانه در بوته (تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن دانه)، در مرحله برداشت نهایی در ده بوته اندازه‌گیری شدند. سایر صفات مورفولوژیک از قبیل تعداد گره، ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد گره روی ساقه اصلی و طول خورجین روی همین ۱۰ بوته در مرحله برداشت پایانی انجام شد. قبل از برداشت نهایی و در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک تعداد بوته‌های یک متر مربع شمارش و تراکم واقعی به‌دست آمد. در نهایت جهت تعیین درصد روغن دانه، نمونه‌ای تصادفی از دانه‌ها تهیه و سپس به‌خوبی خشک و آسیاب شد و یک گرم از آن وزن و درصد روغن به روش سوکسله تعیین شد (Keshavarz Afshar *et al*., 2015). عملکرد روغن از حاصل‌ضرب عملکرد دانه در درصد روغن به‌دست آمد.

تجزیه همبستگی بین صفات مورد ارزیابی در این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SAS و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از نرم افزار Canoco (Canoco 4 console version) صورت گرفت و دیاگرام‌های مربوطه ترسیم گردیدند.

نتایج و بحث

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که چهار مؤلفه اول در مجموع ۹۹ درصد تنوع کل موجود در بین داده‌ها را توجیه می‌نماید (جدول ۲). هر یک از این مؤلفه‌ها ترکیب خطی از ۲۳ متغیر اولیه بوده و در برگیرنده واریانس آنها نیز می‌باشند. از این‌رو تنوع موجود در ارقام مورد ارزیابی از نظر ۲۳ صفت به راحتی با تعداد کمی از مؤلفه‌های جدید که با همدیگر همبستگی ندارند قابل توجیه بوده و این موضوع در فضای دو بعدی قابل نمایش می‌باشد. سهم هر کدام از دو مؤلفه اول از کل تغییرات به‌ترتیب حدود ۸۳/۸ و ۱۳/۱ درصد در سال اول و ۸۳/۳ و ۱۱/۶ درصد در سال دوم بود. بزرگی این اعداد در تفکیک بهتر ارقام و اعتبار بالای روابط مشاهده شده تأثیر می‌گذارد. در صورتی که در بین ژنوتیپ‌ها همبستگی یا مشابهت‌هایی وجود داشته باشد این مؤلفه‌ها قادر خواهند بود تا گروه‌بندی مناسبی را به‌وجود آورده و ارقام را در گروه‌های مجزا تفکیک نمایند. شرفی و همکاران (Sharafi *et al*., 2015) گزارش کردند که سه مؤلفه اول ۷۱ درصد از کل تغیرات مرتبط با عملکرد دانه در کلزا را توجیه نمودند.

در جدول ۳ ارتباط هر یک از صفات با مؤلفه‌های اصلی نشان داده شده است. از آن‌جا که مجموع سهم مؤلفه سوم و چهارم از کل تغییرات هر دو سال آزمایش کمتر از چهار درصد است (جدول ۲) بنابراین از دو مؤلفه اول و دوم که بیش از ۹۶ درصد تغییرات را توجیه می‌کنند برای انتخاب ترکیب برتر استفاده گردید (شکل ۳ و ۴). بر اساس نمودار دو بعدی حاصل از مؤلفه‌های اول و دوم می‌توان موقعیت هر ژنوتیپ را مشخص نمود.

وکتورها در این نمودار مربوط به صفات اندازه‌گیری است و طول، جهت و زاویه بین آنها دربرگیرنده اطلاعاتی در مورد همبستگی صفات و خصوصیات ارقام می‌باشد. با در نظر گرفتن مؤلفه اول می‌توان مشاهده نمود که ارقامی که در سمت راست دیاگرام همسو با وکتور مربوط به عملکرد

Archive of SID

www.SID.ir

دانه (y) یا هر کدام از صفات دیگر قرار گرفته‌اند همگی از ارزش عددی بالایی برخوردار هستند. زاویه بین وکتورها میزان همبستگی بین صفات مربوطه را نشان می‌دهد. تظاهر این همبستگی‌ها در دیاگرام‌هایی که با این روش و به‌راحتی توسط نرم‌افزارهای موجود ترسیم می‌شوند درک سریعی از روابط بین صفات زراعی در اختیار می‌گذارد. وکتورهایی که با زاویه‌ای بیش از ۹۰ درجه نسبت به همدیگر قرار گرفته حاکی از همبستگی منفی آنها می‌باشد.

در سال اول آزمایش مهم‌ترین صفات دارای ارتباط مثبت با مؤلفه اول به‌ترتیب شامل عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، دوام گل‌دهی و عملکرد روغن و تعداد خورجین در بوته بودند و دوره پر شدن دانه مهم‌ترین صفتی که ارتباط منفی با مؤلفه اول نشان داد. شاخص برداشت، تعداد خورجین در بوته، روز تا شروع ساقه‌دهی و عملکرد دانه مهم‌ترین صفات برخوردار از ارتباط مثبت با محور دوم و روز تا شروع رزت بیشترین ارتباط منفی با این محور را نشان داد. در سال دوم آزمایش مهم‌ترین صفات دارای ارتباط مثبت با مؤلفه اول به‌ترتیب شامل عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، عملکرد روغن بودند. تعداد خورجین در بوته، دوام گل‌دهی و شاخص برداشت مهم‌ترین صفات برخوردار از ارتباط مثبت با محور دوم و روز تا شروع ساقه‌دهی و روز تا رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ بیشترین ارتباط منفی با این محور را نشان دادند. با توجه به جدول ۳ که حاصل شکل‌های ۳ و ۴ می‌باشد، می‌توان ارتباط ارقام را با دو مؤلفه اصلی تبیین نمود و از این طریق به گروه‌بندی ارقام بر اساس صفات مرتبط با مؤلفه‌ها پرداخت. بر این اساس ارقامی که با جهت مثبت محور اول مرتبط باشند ارقام پر محصول با عملکرد بیولوژیک بالا، تعداد خورجین زیاد، طول دوره گل‌دهی طولانی و عملکرد روغن قابل توجه هستند (گروه A). در این ارقام پر شدن دانه در زمان نسبتاً کوتاه‌تری انجام می‌گیرد. در مقابل، ارقام گروه B در نقطه مقابل ارقام گروه A قرار گرفته‌اند و با جهت منفی محور اول مرتبط می‌باشند. از طرفی دیگر ارقام با وزن مثبت بیشتر بر روی محور دوم ارقامی هستند با شاخص برداشت بالا، تعداد زیاد خورجین در بوته که روز تا شروع ساقه‌دهی آنها طولانی‌تر ولی فاصله کاشت تا شروع رزت کوتاه‌تری دارند (گروه C). ارقام گروه D دارای وزن منفی بیشتر بر روی محور دوم می‌باشند. در مجموع سه رقم Bilbao، Traviata و Slm046 از بیشترین ارتباط مثبت با محور اول برخوردار بودند (گروه A) (شکل ۳). در سال دوم آزمایش ارقام گروه A بیشترین ارتباط مثبت را با مؤلفه اول دارا می‌باشند و جزو ارقام پرمحصول به حساب می‌آیند. ارقام گروه B در نقطه مقابل ارقام گروه A قرار گرفته و ارقام با عملکرد پایین به‌حساب می‌آیند. از طرفی دیگر ارقام با وزن مثبت بیشتر بر روی محور دوم ارقام گروه C می‌باشند (شکل ۴).

دوام گل‌دهی که همبستگی بسیار بالایی با تعداد خورجین در بوته دارد ($r=۰/۸۸^{**}$ در سال اول و $r=۰/۷۷^{**}$ در سال دوم) (جدول ۴) و مهم‌ترین صفت برخوردار از ارتباط مثبت با محور دوم می‌باشد (جدول ۳) به‌شدت تحت تأثیر عوامل محیطی از جمله مقدار تشعشع و بارندگی از زمان شروع گل‌دهی تا پایان آن قرار داشت. با مراجعه به نمودارهای شرایط آب و هوایی دو سال (شکل ۱ و ۲) مشاهده می‌شود که مقدار تشعشع رسیده از خورشید در سال دوم نسبت به سال نخست آزمایش به‌طور معنی‌داری کمتر بود (به‌خصوص در

Archive of SID

www.SID.ir

ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد). همچنین علاوه بر تفاوت دو سال از نظر میزان بارندگی، پراکنش آن نیز بین دو سال متفاوت بود. بنابراین، تنوع موجود بین دو سال از نظر عملکرد بیولوژیک (یکی از مهم‌ترین صفات برخوردار از ارتباط مثبت با محور اول) و شاخص برداشت (یکی از مهم‌ترین صفات برخوردار از ارتباط مثبت با محور دوم) احتمالاً ناشی از تفاوت آب و هوایی بین دو سال به‌خصوص میزان تشعشع دریافتی می‌باشد. عزیزی و همکاران (Azizi *et al*., 2000) بیان کردند که علاوه بر موقعیت قرارگیری گل روی گیاه، عوامل محیطی نیز در تبدیل گل به خورجین نقش دارند. ایشان به نقل از لترمی (۱۹۸۸) اعلام کردند که بین مقدار تشعشع خورشیدی دریافت شده (توسط کانوپی) به ازای هر گل و احتمال تبدیل آن به خورجین، یک رابطه مثبت وجود دارد که در آزمایش نامبرده، تیمارهای سایه‌اندازی وجود داشت که احتمال تبدیل گل به خورجین را به کمتر از ۲۰ درصد تنزل داد.

آنچه که در نظر اول از شکل ۳ و ۴ قابل برداشت است همبستگی بالای صفات عملکرد دانه، عملکرد روغن، تعداد خورجین در بوته، دوام گل‌دهی با همدیگر به‌دلیل زاویه کم بین وکتورهای مربوطه است. همبستگی منفی صفات مذکور با دوره پر شدن دانه به دلیل مخالف بودن جهت وکتورهای مربوطه می‌باشد. در سال اول ارقام شماره ۲ (Bilbao) و ۱۳ (زرفام) به‌ترتیب در منتهی‌الیه سمت راست و چپ ۲۰ رقم مورد بحث قرار گرفته‌اند. با مراجعه به جدول ۶ ملاحظه می‌گردد این ارقام به ترتیب با عملکرد ۵۰۶/۳۴ و ۳۷۶/۳۷ گرم در متر مربع بیشترین و کمترین عملکرد دانه را دارند. در سال دوم رقم شماره ۴ (Slm046) (۴۵۹/۷۰ گرم در متر مربع) و لاین شماره ۱۷ (کرج ۱) (۳۲۴/۸۰ گرم در متر مربع) دارای بیشترین و کمترین عملکرد دانه بودند. ارقام شماره ۵، ۱۳ و ۹ در سال دوم به دلیل افزایش دوام گل‌دهی (دوام گل‌دهی به‌همراه شاخص برداشت از اجزای اصلی مؤلفه دوم بودند) که احتمالاً ناشی از شرایط مساعدتر آب و هوایی (دما، بارندگی و تشعشع) در طی دوره گل‌دهی می‌باشد، دارای عملکرد بالاتری در سال دوم نسبت به سال اول آزمایش بودند. عملکرد ارقام شماره ۱۷ و ۱۶ در سال دوم (به‌ترتیب ۳۲۴/۸۰ و ۳۶۵/۴۰ گرم در مترمربع) کاهش چشم‌گیری نسبت به سال اول (به‌ترتیب ۴۶۸/۷۹ و ۴۴۹/۵۴ گرم در مترمربع) داشت، که دلیل آن کاهش عملکرد بیولوژیک (جزء اصلی مؤلفه اول) و نیز کاهش دوام گل‌دهی و شاخص برداشت (اجزای اصلی مؤلفه دوم) احتمالاً به دلیل کاهش معنی‌دار تشعشع در سال دوم و وقوع بارندگی‌های پیاپی و افزایش تعداد روزهای ابری از زمان شروع گل‌دهی تا پایان آن می‌باشد (شکل ۱ و ۲).

هر چه ژنوتیپ‌ها در فاصله بیشتری از مرکز، وکتور مربوطه را قطع نمایند انحراف بیشتری از میانگین ارقام از نظر آن صفت دارند و بسته به جهت قرارگیری، مقدار آن می‌تواند مطلوب یا نامطلوب باشد. با مراجعه به عملکرد ارقام می‌توان این مطلب را تأیید کرد که عملکرد ارقام از سمت راست دیاگرام به سمت چپ آن کاهش می‌یابد. باید در نظر داشت که اولین مؤلفه و صفات همبسته با آن به دلیل آن‌که بخش عمده واریانس کل را توجیه می‌نمایند، وزنه بیشتری در تشکیل موقعیت ارقام دارند. این‌گونه روابط تا حدودی موقعیت ارقام را تحت تأثیر قرار می‌دهند و مقدار این تأثیر وابسته به واریانس توجیه شده توسط مؤلفه‌های درگیر و میزان همبستگی صفات با

Archive of SID

www.SID.ir

مؤلفه‌ها می‌باشد. همان‌گونه که در جدول ۵ (سال اول آزمایش) دیده می‌شود همبستگی صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، دوام گل‌دهی با مؤلفه اول به‌ترتیب ۰/۷۸، ۰/۹۸، ۰/۷۱-می‌باشد. این مقدار همبستگی اعتبار نتایج به‌دست آمده را افزایش داده و کارآیی این روش در انتخاب ارقام را افزایش می‌دهد. با توجه به این‌که در کلزا خورجین‌ها نقش مهمی در فتوسنتز دارند، افزایش دوام گل‌دهی سبب افزایش عملکرد بیولوژیک می‌گردد. اما در مورد شاخص برداشت همبستگی آن با مؤلفه اول ۰/۲۱ بوده و نشان می‌دهد که این مؤلفه نمی‌تواند در تفکیک ارقام از نظر شاخص برداشت به‌کار آید. در سال دوم همبستگی صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه و عملکرد روغن با مؤلفه اول به‌ترتیب ۰/۸۹، ۰/۹۸، ۰/۷۰ و ۰/۸۵ می‌باشد (جدول ۵). در سال نخست آزمایش مؤلفه اول همبستگی مثبت معنی‌داری با روز تا رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ نشان داد. به دلیل مساعد بودن شرایط آب و هوایی به‌خصوص از نظر میزان تشعشع دریافتی، تمام ارقام شاخص سطح برگ لازم برای دریافت حداکثر تشعشع را دارا بودند و ارقامی که دیرتر مرحله ساقه‌دهی را تجربه کردند، زمان وقوع حداکثر شاخص سطح برگ آنها همزمان با دریافت تشعشع خورشیدی بیشتری بود. بنابراین، از عملکرد بالاتری برخوردار بودند. در سال دوم آزمایش با توجه به کاهش معنی‌دار تشعشع نسبت به سال اول آزمایش، میزان شاخص سطح برگ کاهش معنی‌داری داشت و محدود کننده عملکرد بود. بنابراین ارقامی که در این شرایط دارای شاخص سطح برگ بالاتری بودند، به عبارتی دیگر کاهش شاخص سطح برگ کمتری داشتند، دارای عملکرد بالاتری بودند (همبستگی مثبت و معنی‌دار شاخص سطح برگ با مؤلفه اول) (جدول ۵). در کلزا اگر حداکثر شاخص سطح برگ کمتر از چهار باشد، می‌توان گفت رشد و عملکرد گیاه در اثر کمبود سطح برگ محدود می‌شود؛ زیرا شاخص سطح برگ حدود چهار برای دریافت حدود ۹۰ درصد تشعشع خورشیدی کفایت می‌کند (Azizi *et al*., 2000).

با انجام روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و گروه‌بندی ارقام بر اساس مقادیر دو مؤلفه اول مشخص گردید که ارقام بر اساس وزن صفات در هر یک از مؤلفه‌ها موقعیت خاصی را در ارتباط با وکتور صفات زراعی پیدا می‌کنند و بسته به همبستگی صفت مورد نظر با مؤلفه و بر حسب مقادیر صفت مورد نظر در اطراف وکتور مربوطه پراکنده می‌شوند. این نحوه پراکنش ارقام در دیاگرام‌های تهیه شده امکان حذف یا انتخاب سریع حداقل بخش عمده‌ای از ژنوتیپ‌ها را فراهم می‌کند که می‌تواند در ارزیابی‌های مقدماتی بسیار مفید باشد.

نتیجه‌گیری کلی

در این بررسی بر اساس یک دید کلی می‌توان به این نتیجه رسید که مؤلفه اول حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با دارا بودن ۸۳/۸ و ۸۳/۳ درصد واریانس کل موجود به‌ترتیب در سال اول و دوم آزمایش و برخورداری از همبستگی بالا با صفاتی نظیر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و دوام گل‌دهی می‌تواند به نحو مناسبی در انتخاب و غربال سریع مواد اصلاحی در مراحل اولیه به‌کار آید. در این مطالعه دو صفتی که بیشترین همبستگی مثبت معنی‌دار را به‌ترتیب با دو مؤلفه اول و دوم نشان دادند عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بود. شرایط محیطی به‌خصوص میزان تشعشع دریافتی به‌شدت عملکرد بیولوژیک و دوام

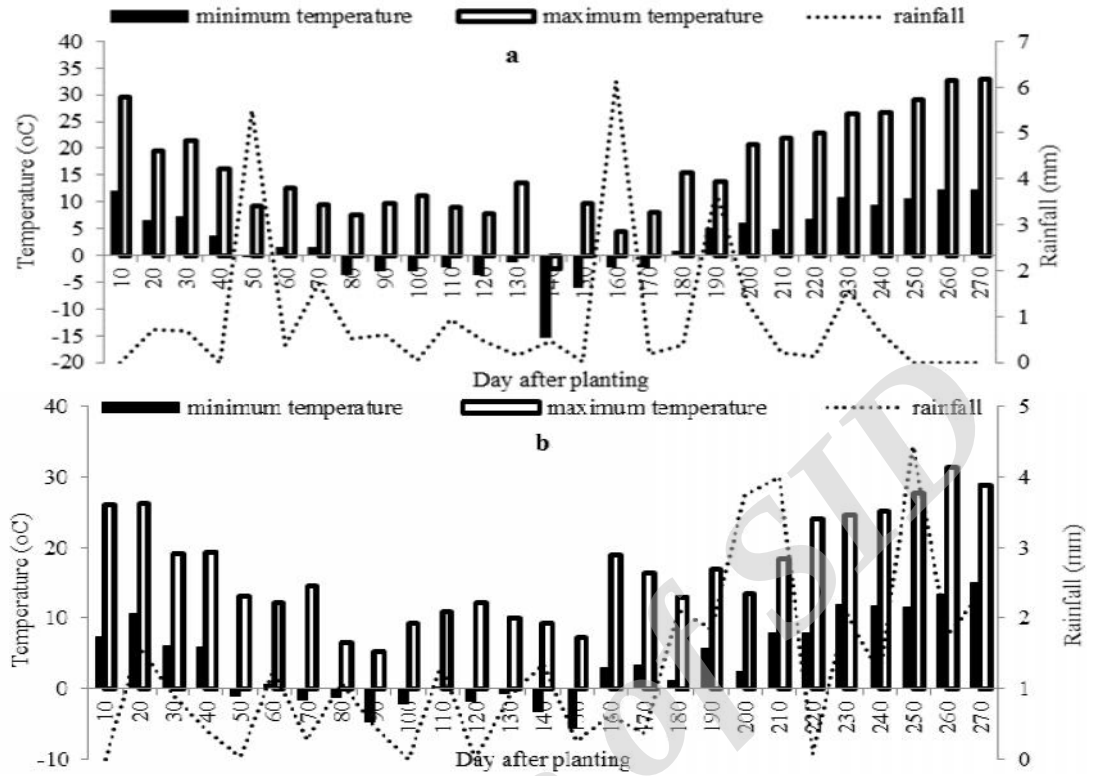
Archive of SID

www.SID.ir

گل‌دهی (همبستگی مثبت معنی‌دار با شاخص برداشت) را تحت تأثیر قرار داد. در مجموع دو سال سه رقم Bilbao، Traviata و Slm046 از بیشترین ارتباط مثبت با محور اول برخوردار بودند و از ثبات عملکرد بیشتری برخوردار بودند (گروه A). میانگین عملکرد ارقام در سال اول ۴۵۳/۸۰ گرم در مترمربع و در سال دوم ۴۰۱/۸۴ گرم در مترمربع بود. با توجه به شرایط آب و هوایی متفاوت دو سال تفاوت عملکرد دور از انتظار نبود. بخشی از کاهش عملکرد مرتبط با کاهش شاخص‌های رشد، به‌دلیل کاهش تشعشع دریافتی بوده و بخشی دیگر مرتبط با کاهش شاخص برداشت می‌باشد.

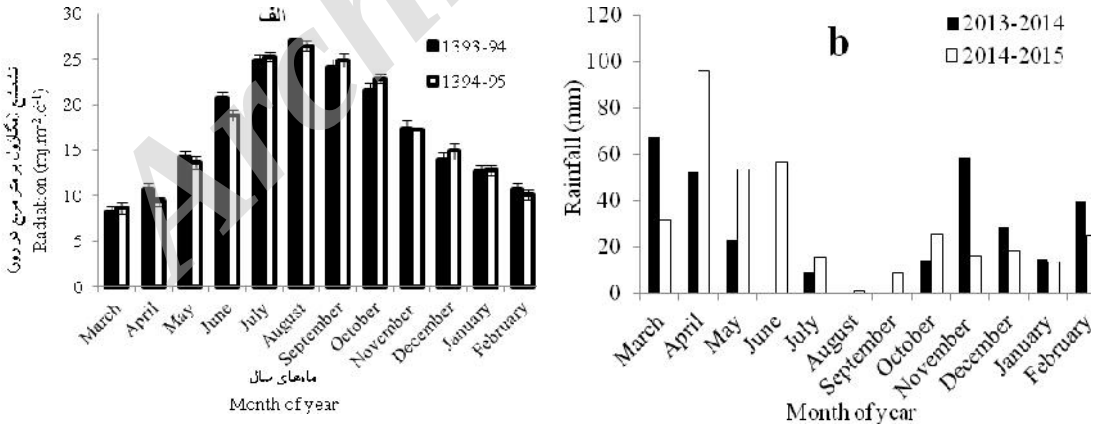
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- میانگین دمای حداقل، حداکثر و نیز بارندگی روزانه شهرستان شیروان مربوط به دوره رشد گیاه الف- سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ب- سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴

Figure 1- The mean of minimum, maximum temperature and daily rainfall of Shirvan in crop growth period a) 2014-2015 and b) 2015-2016

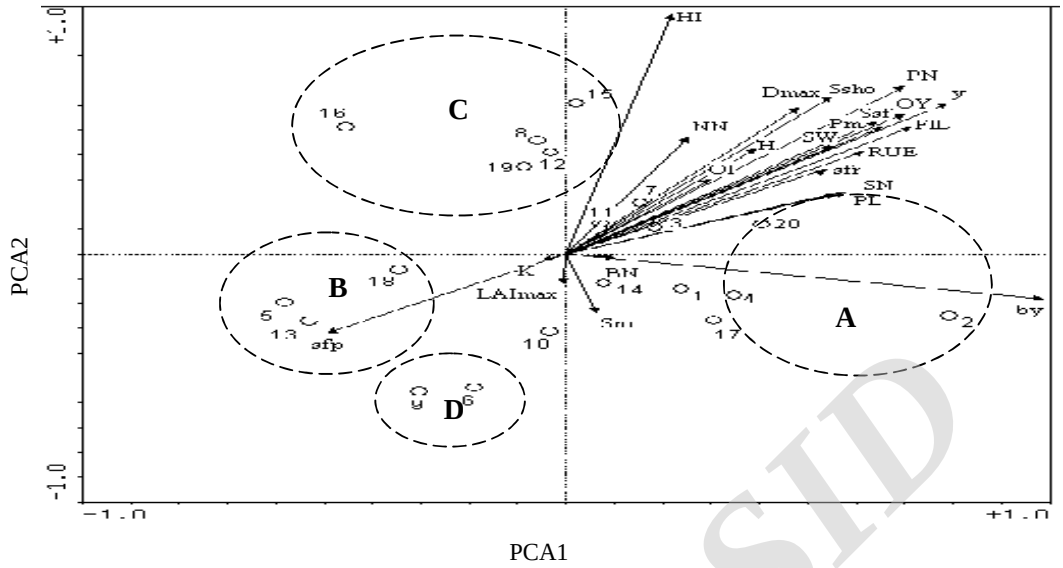


شکل ۲- تشعشع (مگاژول برمتر مربع در روز) (الف) و بارش ماهانه (ب) منطقه شیروان خراسان شمالی در دو سال زراعی ۹۴-۹۳ و ۹۵-۹۴

Figure 2- Monthly radiation ($mj.m^{-2}.d^{-1}$) (a) and rainfall (mm) in Shirvan region in 2014-2015 and 2015-2016

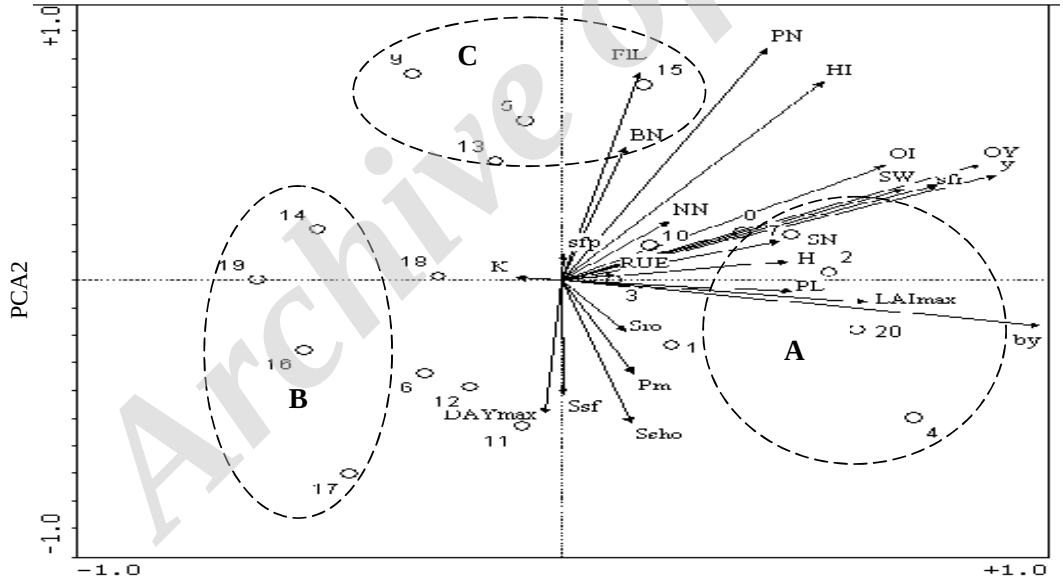
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳- بای پلات ۲۰ رقم کلزا برای صفات فیزیولوژیک بر اساس دو مؤلفه اول در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳

Figure 3- Biplot of first two components for agronomic traits on 20 cultivars of canola in 2014-2015 growing season



شکل ۴- بای پلات ۲۰ رقم کلزا برای صفات فیزیولوژیک بر اساس دو مؤلفه اول در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴

Figure 4- Biplot of first two components for agronomic traits on 20 cultivars of canola in 2015-2016 growing season

Cultivars: 1- Licord, 2. Bilbao, 3. GKH-305, 4- Slm046, 5. Sarigol, 6. Talayee, 7. L72, 8. SW102, 9. Shirali, 10. Zafar, 11. GKH-1103, 12. Opera, 13. Zarfam, 14. Karaje 3, 15. Kodiak, 16. Okapi, 17. Karaje 1, 18. Modena, 19. GKH 2005, 20. Traviata)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- نام و مبدأ ارقام کلزای مورد مطالعه

Table 1- Name and origin of the studied rapeseed cultivars

ردیف (Num)	رقم (Cultivar)	ویژگی (Charecter)	مبدأ (Source)	ردیف (Num)	رقم (Cultivar)	ویژگی (Charecter)	مبدأ (Source)
1	Licord	زمستانه(Winter)	آلمان (Germany)	11	GKH-1103	زمستانه(Winter)	مجارستان (Hungry)
2	Bilbao	زمستانه(Winter)	فرانسه (France)	12	Opera	زمستانه(Winter)	سوئد (Sweden)
3	GKH-305	زمستانه (Winter)	مجارستان (Hungry)	13	زرفام (Zarfam)	حدواسط (Facultative)	ایران(Iran)
4	Slm046	زمستانه (Winter)	آلمان (Germany)	14	کرج ۳ (Karaje 3)	زمستانه(Winter)	ایران(Iran)
5	ساری‌گل (Sarigol)	بهاره (Spring)	ایران (Iran)	15	Kodiak	زمستانه(Winter)	آلمان (Germany)
6	طلایه (Talayee)	زمستانه (Winter)	ایران (Iran)	16	okapi	زمستانه(Winter)	فرانسه (France)
7	*L72	زمستانه(Winter)	ایران(Iran)	17	کرج ۱ (Karaje 1)*	زمستانه(Winter)	ایران(Iran)
8	*SW102	زمستانه(Winter)	ایران(Iran)	18	Modena	زمستانه (Winter)	دانمارک (Denmark)
9	شیرالی (Shirali)	بهاره (Spring)	استرالیا (Australia)	19	GKH-2005	زمستانه(Winter)	مجارستان (Hangry)
10	ظفر (Zafar)	حدواسط(Facultative)	ایران(Iran)	20	Traviata	زمستانه(Winter)	آلمان (Germany)

*لاین SW102 با نام نیما به عنوان رقم در سال ۱۳۹۵ توسط بخش دانه‌های روغنی مؤسسه اصلاح نهال و بذر کرج معرفی گردید

جدول ۲- واریانس هر یک از مؤلفه‌ها در روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴

Table 2- Variance of components in principle component analysis method in 2014-2015 and 2015-2016 growing seasons

	شماره مؤلفه Component Number	درصد واریانس مربوطه Percent of Variance	درصد تجمعی واریانس Cumulative Percentage	وزن مؤلفه Eigen Value
سال زراعی ۹۳-۹۴ Growing season 2014-2015	1	83.8	83.8	8.38
	2	13.1	96.9	1.31
	3	1.2	98.1	0.12
	4	0.9	99.0	0.09
	شماره مؤلفه Component Number	**درصد واریانس مربوطه** Percent of Variance	**درصد تجمعی واریانس** Cumulative Percentage	**وزن مؤلفه** Eigen Value
سال زراعی ۹۴-۹۵ Growing season 2015-2016	1	83.3	83.3	8.33
	2	11.6	94.9	1.16
	3	2.5	97.4	0.25
	4	1.5	98.9	0.15

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- اجزای تشکیل دهنده دو مؤلفه اول برای هر یک از صفات زراعی و ارقام در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴

Table 3- Construction of first two components for agronomic traits and cultivars in 2014-2015 and 2015-2016 growing seasons

abbreviation Traits	Growing season 2014-2015		Growing season 2014-2015				Growing season 2014-2015		Growing season 2015-2016	
	PCA1	PCA2	PCA1	PCA2	شماره (NUM)	ارقام Cultivars	مؤلفه اول PCA1	مؤلفه دوم PCA2	مؤلفه اول PCA1	مؤلفه دوم PCA2
Y Yield	0.78	0.60	0.89	0.37	1	Licord	0.71	-0.43	0.57	-0.59
BY Biological Yield	0.98	-0.18	0.98	-0.16	2	Bilbao	2.38	0.75	1.40	0.06
PN Pod Number.plant^{-1}	0.69	0.67	0.42	0.83	3	GKH-305	0.55	0.31	0.27	-0.006
SN Seed Number.pod^{-1}	0.55	0.24	0.44	0.13	4	Slm046	1.04	-0.50	1.84	-1.26
SW Seed 1000 Weight	0.54	0.43	0.70	0.32	5	Sarigol	-1.74	-0.58	-0.19	1.46
HI Harvest Index	0.21	0.96	0.53	0.71	6	Talayee	-0.56	-1.61	-0.71	-0.85
Sro Days to rosette	0.06	-0.23	0.12	-0.18	7	L72	0.46	0.61	1.19	0.41
Ssho Days to stem elongation	0.54	0.63	0.14	-0.51	8	SW102 (Nima)	-0.16	1.37	0.94	0.43
FIL Flowering duration	0.71	0.50	0.15	0.75	9	Shirali	-0.90	-1.65	-0.77	1.88
Ssf Days to seed filling	0.65	0.50	0.002	-0.41	10	Zafar	-0.10	-0.94	0.45	0.31
Pm Days to physiological maturity	0.63	0.52	0.14	-0.33	11	GKH1103	0.21	0.36	-0.20	-1.34
Sfp Seed filling period	-0.49	-0.31	0.003	0.09	12	Opera	-0.08	1.22	-0.47	-0.97
Sfr Seed filling rate	0.53	0.33	0.77	0.34	13	Zarfam	-1.58	-0.81	-0.34	1.08
Dmax Days to maximum leaf area	0.47	0.58	-0.03	-0.47	14	Karaje3	0.23	-0.35	-1.27	0.46
LAImax maximum leaf area	-0.006	-0.11	0.62	-0.07	15	Kodiak	0.06	1.81	0.42	1.78
RUE Radiation use efficiency	0.61	0.41	0.11	0.01	16	Okapi	-1.36	1.53	-1.34	-0.64
K Extinction coefficient	-0.04	-0.02	-0.09	0.005	17	Karaje1	0.91	-0.79	-1.10	-1.78
H Height	0.39	0.42	0.46	0.06	18	Modena	-1.03	-0.20	-0.64	0.02
BN Branch Number	0.09	-0.01	0.12	0.48	19	GKH2005	-0.25	1.05	-1.58	-0.001
NN Nodule Number	0.25	0.46	0.21	0.21	20	Traviata	1.21	0.35	1.54	-0.45
PL Pod length	0.57	0.24	0.47	-0.04						
-OI Oil percent	0.29	0.30	0.66	0.41						
OY Oil yield	0.69	0.56	0.86	0.41						

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- همبستگی صفات زراعی با یکدیگر در دو سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ در ارقام مختلف کلزا

Table 4- Correlation among agronomic traits in growing seasons 2014-2015 and 2015-2016

Growing season 2014-2015

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y	1									
BY	0.66**	1								
PN	0.95**	0.56**	1							
SN	0.54*	0.50*	0.57**	1						
SW	0.66**	0.46*	0.58**	0.25^{ns}	1					
HI	0.77**	0.03^{ns}	0.79**	0.30^{ns}	0.49*	1				
Ssho	0.78**	0.42^{ns}	0.75**	0.48*	0.68**	0.68**	1			
FlL	0.85**	0.60**	0.88**	0.55*	0.59**	0.61**	0.63**	1		
Ssf	0.78**	0.54**	0.73**	0.65**	0.66**	0.58**	0.88**	0.70**	1	
Pm	0.77**	0.53*	0.77**	0.68**	0.60**	0.59**	0.89**	0.74**	0.96**	1
Sfp	-0.56**	-0.42^{ns}	-0.43^{ns}	-0.39^{ns}	-0.62**	-0.40^{ns}	-0.59**	-0.40^{ns}	-0.79**	-0.61**
Sfr	0.60**	0.46*	0.47*	0.37**	0.78**	0.41^{ns}	0.63**	0.47*	0.80**	0.64**
$DLAI_{max}$	0.71**	0.36^{ns}	0.64**	0.27^{ns}	0.66**	0.64**	0.79**	0.64**	0.77**	0.75**
LAI_{max}	-0.05^{ns}	0.01^{ns}	-0.10^{ns}	0.04^{ns}	-0.19^{ns}	-0.07^{ns}	-0.15^{ns}	-0.09^{ns}	-0.07^{ns}	-0.15^{ns}
RUE	0.71**	0.52*	0.62*	0.38**	0.72^{ns}	0.50*	0.86**	0.59^{ns}	0.79**	0.78*
K_{PAR}	-0.02^{ns}	-0.04^{ns}	-0.08^{ns}	-0.28^{ns}	0.18^{ns}	-0.007^{ns}	-0.17^{ns}	0.04^{ns}	-0.09^{ns}	-0.14^{ns}
H	0.50**	0.31**	0.54**	0.44**	0.61	0.41*	0.64**	0.48^{ns}	0.63^{ns}	0.63**
BN	0.06^{ns}	00.10^{ns}	0.05^{ns}	-0.35^{ns}	0.09^{ns}	0.01^{ns}	0.02^{ns}	0.12^{ns}	0.04^{ns}	0.08^{ns}
PL	0.58**	0.52*	0.51*	0.75**	0.48*	0.33^{ns}	0.50*	0.46*	0.63**	0.61**
OI	0.37^{ns}	0.23^{ns}	0.27^{ns}	0.31^{ns}	0.75**	0.28^{ns}	0.38^{ns}	0.37^{ns}	0.47*	0.40^{ns}
OY	0.88**	0.58**	0.79**	0.53**	0.84**	0.67**	0.72**	0.77**	0.77**	0.74**

Growing season 2014-2015

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Y											
BY											
PN											
SN											
SW											
HI											
Ssho											
FlL											
Ssf											
Pm											
Sfp	1										
Sfr	-0.96**	1									
$DLAI_{max}$	-0.59**	0.65**	1								
LAI_{max}	-0.14^{ns}	0.04^{ns}	-0.05^{ns}	1							
RUE	-0.59*	0.65**	0.71**	-0.18^{ns}	1						
K_{PAR}	-0.07^{ns}	0.10^{ns}	0.01^{ns}	-0.44^{ns}	-0.16^{ns}	1					
H	-0.44**	0.52**	0.68^{ns}	-0.05**	0.61*	-0.20*	1				
BN	0.05^{ns}	-0.009^{ns}	0.20^{ns}	0.17^{ns}	0.09^{ns}	-0.02^{ns}	0.21^{ns}	1			
PL	-0.52*	0.56**	0.55**	-0.003^{ns}	0.54**	-0.15^{ns}	0.58**	-0.26^{ns}	1		
OI	-0.48*	0.63**	0.40^{ns}	-0.11^{ns}	0.36^{ns}	0.11^{ns}	0.29^{ns}	-0.05^{ns}	0.47*	1	
OY	-0.63**	0.73**	0.69**	-0.08^{ns}	0.67**	0.03^{ns}	0.49**	0.02^{ns}	0.64**	0.76**	1

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۴

Table 4- Continued

Growing season 2015-2016

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y	1									
BY	0.80**	1								
PN	0.61**	0.29^{ns}	1							
SN	0.46*	0.40^{ns}	0.31^{ns}	1						
SW	0.70**	0.64*	0.59**	0.28^{ns}	1					
HI	0.85**	0.38^{ns}	0.67**	0.34^{ns}	0.52*	1				
Ssho	-0.007^{ns}	0.20^{ns}	-0.40**	0.21*	-0.13**	-0.18**	1			
FlL	0.38^{ns}	0.04^{ns}	0.71**	0.02^{ns}	0.46*	0.53**	-0.84**	1		
Ssf	-0.10^{ns}	0.05^{ns}	-0.35^{ns}	0.23^{ns}	-0.32^{ns}	-0.19^{ns}	0.89**	-0.79**	1	
Pm	0.04^{ns}	0.18^{ns}	-0.20^{ns}	0.31^{ns}	-0.03^{ns}	-0.09^{ns}	0.91**	-0.70**	0.89**	1
Sfp	0.04^{ns}	-0.01^{ns}	-0.02^{ns}	-0.12^{ns}	0.42*	0.07^{ns}	-0.23^{ns}	-0.30^{ns}	-0.31^{ns}	-0.18^{ns}
Sfr	0.76**	0.70**	0.65**	0.34**	0.94**	0.56**	-0.07^{ns}	0.40^{ns}	-0.24^{ns}	0.02^{ns}
$DLAI_{max}$	-0.17^{ns}	0.02^{ns}	-0.43*	0.33^{ns}	-0.16^{ns}	-0.29^{ns}	0.77**	-0.72**	0.67**	0.64**
LAI_{max}	0.51**	0.62**	0.21^{ns}	0.31^{ns}	0.56**	0.26^{ns}	0.33^{ns}	-0.15^{ns}	0.33^{ns}	0.44*
RUE	0.16^{ns}	0.09^{ns}	0.01^{ns}	0.59**	0.10^{ns}	0.17^{ns}	0.39^{ns}	-0.16^{ns}	0.29^{ns}	0.36^{ns}
K_{PAR}	-0.02^{ns}	-0.10^{ns}	-0.15^{ns}	-0.14^{ns}	-0.17^{ns}	0.03^{ns}	-0.25^{ns}	0.17^{ns}	-0.40^{ns}	-0.42^{ns}
H	0.39^{ns}	0.44*	0.34^{ns}	0.48*	0.40^{ns}	0.21^{ns}	0.29^{ns}	-0.11^{ns}	0.39^{ns}	0.55**
BN	0.33^{ns}	0.03^{ns}	0.39^{ns}	-0.07^{ns}	0.14^{ns}	0.50^{ns}	-0.36^{ns}	0.45*	-0.19^{ns}	-0.18^{ns}
PL	0.41^{ns}	0.46*	0.18*	0.90**	0.32^{ns}	0.20^{ns}	0.40^{ns}	-0.14^{ns}	0.32^{ns}	0.52**
OI	0.73**	0.58**	0.58**	0.24^{ns}	0.82**	0.61**	-0.13^{ns}	0.42^{ns}	-0.24*	-0.06^{ns}
OY	0.95**	0.76**	0.64**	0.41^{ns}	0.80**	0.81**	-0.04^{ns}	0.41^{ns}	-0.15^{ns}	0.01^{ns}

Growing season 2015-2016

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Y											
BY											
PN											
SN											
SW											
HI											
Ssho											
FlL											
Ssf											
Pm											
Sfp	1										
Sfr	0.11^{ns}	1									
$DLAI_{max}$	-0.29^{ns}	-0.08^{ns}	1								
LAI_{max}	0.29^{ns}	0.52**	0.10^{ns}	1							
RUE	0.13^{ns}	0.07^{ns}	0.61*	0.13^{ns}	1						
K_{PAR}	-0.08^{ns}	-0.17^{ns}	-0.008^{ns}	-0.55**	-0.02^{ns}	1					
H	-0.09^{ns}	0.43*	0.12^{ns}	0.75**	0.26^{ns}	-0.59**	1				
BN	-0.03*	0.18^{ns}	-0.61^{ns}	0. 09^{ns}	-0.47*	-0.26^{ns}	0.06^{ns}	1			
PL	-0.08^{ns}	0.37^{ns}	0.41^{ns}	0.33^{ns}	0.60**	-0.15^{ns}	0.57**	-0.19^{ns}	1		
OI	0.22*	0.83**	-0.18^{ns}	0.49^{ns}	-0.02^{ns}	0.03^{ns}	0.31^{ns}	0.26^{ns}	0.23^{ns}	1	
OY	0.11^{ns}	0.85**	-0.17^{ns}	0.54^{ns}	0.10^{ns}	-0.002^{ns}	0.38^{ns}	0.31^{ns}	0.38^{ns}	0.89**	1

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۵- همبستگی صفات زراعی با چهار مؤلفه حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴

Table 5- Correlation between agronomic traits and components of principle component analysis in 2014-2015 and 2015-2016

Growing season 2014-2015

	Y	BY	PN	SN	SW	HI	Scho	FIL	Ssf	pm	Sfp	Sfr
C1	0.78	0.98**	0.69*	0.55*	0.55**	0.21ns	0.54*	0.71*	0.65**	0.64**	0.49*	0.53*
C2	0.70	0.003ns	0.77**	0.33ns	0.51*	0.93**	0.70**	0.63*	0.62**	0.64**	-0.40ns	0.42ns

Growing season 2014-2015

	DLAIm	LAIm	RUE	K_{PAR}	H	BN	PL	OI	OY	C1	C2	C3	C4
C1	0.47*	-0.005ns	0.61**	-0.04ns	0.39ns	0.10ns	0.57**	0.29ns	0.69**	1			
C2	0.65**	-0.08ns	0.50*	-0.02ns	0.48*	0.11ns	0.29ns	0.35ns	0.66**	0.17ns	1		

Growing season 2015-2016

	Y	BY	PN	SN	SW	HI	Scho	FIL	Ssf	pm	Sfp	Sfr
C1	0.89**	0.98**	0.41ns	0.44ns	0.70**	0.53**	0.14ns	0.15ns	0.003ns	0.14ns	0.002ns	0.77**
C2	0.37ns	-0.16ns	0.83**	0.13ns	0.32ns	0.71**	-0.51**	0.75**	0.41ns	-0.33ns	0.09ns	0.34ns

Growing season 2015-2016

	DLAIm	LAIm	RUE	K_{PAR}	H	BN	PL	OI	OY	C1	C2	C3	C4
C1	-0.03ns	0.62**	0.10ns	-0.09ns	0.46*	0.12ns	0.47*	0.66**	0.85**	1			
C2	--0.48*	-0.07ns	0.01ns	0.003ns	0.06ns	0.48**	-0.04ns	0.41ns	0.41ns	-0.001ns	1		

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶- میانگین صفات زراعی در ارقام کلزا در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳

Table 6- Mean of agronomic traits for canola cultivars in 2014-2015 and 2015-2016

Growing season 2014-2015

شمارهNO	رقم Cultivar	Y	BY	PN	SN	SW	HI	Scho	FIL	SF	Pm
1	Licord	466.40	1622.88	194.18	17.49	4.65	28.75	189.00	30.25	225.75	256.25
2	Bilbao	506.34	1776.22	235	19.25	4.72	28.50	193.00	35.75	230.75	260.75
3	GKH-305	482.90	1596.64	209.71	18.50	4.71	30.25	184.00	29.25	211.25	246.50
4	Slm046	480.39	1653.50	206.98	18.50	4.45	29.05	186.50	30.75	219.50	251.50
5	Sarigol	389.37	1406.95	155.25	15.50	4.16	27.67	160.00	25.75	202.00	238.25
6	Talayee	395.20	1529.38	163.45	16.75	4.28	25.85	167.75	26.75	207.25	244.50
7	L72	478.55	1583.23	216.52	19.25	4.64	30.23	184.50	31.5	224.25	255.75
8	SW102*	485.40	1514.85	220.01	19.5	4.52	32.05	184.25	35	221.75	252.75
9	Shirali	384.31	1499.82	151.79	17.25	3.95	25.65	161.50	24.5	197.75	236.75
10	Zafar	433.39	1558.69	183.50	16.25	4.62	27.81	160.00	27	202.25	239.00
11	GKH1103	476.40	1565.64	212.71	15.00	4.50	30.41	183.75	31.25	209.25	245.50
12	Opera	479.39	1524.58	214.75	16.50	5.01	31.46	190.25	32	215.25	247.75
13	Zarfam	375.37	1425.99	160.00	16.50	4.31	26.32	167.50	26	196.00	234.25
14	Karaje3	443.52	1580.04	214.25	19.75	4.43	28.07	182.25	31.25	214.75	252.00
15	Kodiak	502.09	1528.87	244.75	18.50	4.38	32.83	190.25	33.25	220.25	253.50
16	Okapi	449.54	1406.99	202.00	17.75	4.34	31.95	190.25	25.5	216.25	250.75
17	Karaje1	468.79	1647.14	204.50	17.25	4.43	28.50	184.50	28.75	211.25	243.75
18	Modena	408.17	1464.23	163.25	16.75	4.62	27.85	191.25	26	222.75	251.75
19	GKH2005	469.54	1513.54	223.75	16.75	4.50	31.02	187.75	34.25	217.25	254.00
20	Traviata	501.06	1654.25	228.75	19.75	4.68	30.29	190.50	34.5	223.50	257.25
Mean	-	453.80	1552.67	200.25	17.63	4.49	29.23	181.45	29.96	214.45	247.12
LSD0.05	-	24.27	77.22	22.97	1.24	0.25	1.20	3.05	2.18	2.77	2.07

Growing season 2014-2015

شمارهNO	رقم Cultivar	Sfp	Sfr	Dmax	LAImax	RUE	K	H	BN	PL	OI	OY
1	Licord	35.00	0.133	216	6.45	3.93	0.70	131.00	9.17	6.52	0.41	162.21
2	Bilbao	33.25	0.142	216	6.27	4.08	0.71	139.00	9.55	6.61	0.42	177.46
3	GKH-305	35.25	0.134	216	5.40	3.90	0.72	145.00	7.60	7.29	0.42	171.27
4	Slm046	32.00	0.139	216	6.76	3.82	0.70	130.00	7.56	6.64	0.38	152.36
5	Sarigol	36.25	0.114	204	5.50	3.01	0.77	103.00	7.70	5.81	0.39	127.90
6	Talayee	37.25	0.115	204	5.88	3.03	0.74	118.75	7.77	6.02	0.39	127.98
7	L72	33.00	0.141	216	6.16	3.86	0.67	140.75	7.97	7.18	0.43	175.72
8	SW102*	34.00	0.133	216	6.99	3.90	0.70	134.50	7.00	6.73	0.40	164.07
9	Shirali	39.00	0.101	204	7.12	3.14	0.65	123.50	8.85	6.03	0.37	118.08
10	Zafar	36.75	0.121	200	6.33	3.25	0.77	127.75	8.47	5.92	0.38	136.11
11	GKH1103	36.25	0.124	216	5.59	3.98	0.67	132.75	9.33	5.81	0.37	147.57
12	Opera	36.75	0.136	216	6.57	3.82	0.72	137.75	8.58	6.18	0.45	182.42
13	Zarfam	38.25	0.113	204	6.44	3.31	0.66	125.25	7.78	5.99	0.40	126.10
14	Karaje3	37.25	0.119	208	5.46	3.68	0.67	142.50	7.00	6.53	0.37	137.33
15	Kodiak	33.25	0.131	216	5.99	3.26	0.72	130.00	7.49	6.33	0.39	165.31
16	Okapi	34.50	0.125	208	6.26	3.79	0.66	129.50	8.29	6.11	0.38	141.81
17	Karaje1	32.50	0.138	208	6.17	3.92	0.70	117.00	6.5	6.50	0.38	148.90
18	Modena	34.75	0.133	216	4.94	3.91	0.76	136.50	7.16	6.24	0.41	140.18
19	GKH2005	36.75	0.122	216	5.29	3.92	0.76	138.50	9.62	6.28	0.38	148.03
20	Traviata	33.75	0.139	208	4.84	3.98	0.72	123.50	7.13	6.46	0.43	183.99
Mean	-	35.28	0.120	211.35	6.02	3.67	0.70	130.32	8.03	6.36	0.40	151.74
LSD0.05	-	2.72	0.013	-	-	-	-	15.81	2.02	0.61	0.016	12.47

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۶

Table 6- Continued

Growing season 2015-2016

NOشماره	رقم Cultivar	Y	BY	PN	SN	SW	HI	Scho	FIL	SF	Pm	Sfp
1	Licord	413.29	1473.45	174.50	16.75	4.92	28.04	179.50	24.25	222.25	266.50	44.25
2	Bilbao	458.53	1530.86	200.73	17.12	5.18	29.94	184.00	25.00	225.00	267.66	42.66
3	GKH-305	429.07	1432.10	164.70	16.10	5.04	30.05	180.25	22.50	221.00	264.50	43.50
4	Slm046	459.70	1585.87	164.47	16.24	4.58	28.97	176.25	23.75	218.75	261.50	42.75
5	Sarigol	412.00	1384.82	216.01	14.80	4.80	29.76	158.75	33.75	200.25	244.00	47.00
6	Talayee	344.37	1376.17	158.44	14.78	4.65	25.00	168.75	26.25	206.75	249.50	42.75
7	L72	456.92	1510.65	206.51	17.15	5.04	30.21	174.25	29.50	219.75	261.50	41.75
8	SW102	443.05	1491.47	208.00	17.24	4.95	29.70	173.50	28.50	218.00	260.25	42.25
9	Shirali	413.20	1324.45	204.78	16.16	4.75	31.22	159.00	33.50	201.50	244.00	46.50
10	Zafar	414.27	1457.85	200.41	15.50	4.98	28.46	157.75	33.50	200.25	244.00	46.50
11	GKH1103	371.82	1421.05	147.70	13.96	4.57	26.31	181.25	20.50	220.75	264.00	43.25
12	Opera	364.70	1391.57	146.89	15.07	4.74	26.17	181.25	22.50	221.25	265.25	44.00
13	Zarfam	407.65	1375.47	203.54	15.06	4.68	29.63	165.00	34.25	205.50	250.00	44.50
14	Karaje3	337.37	1315.17	201.41	17.32	4.32	25.65	173.75	24.25	223.75	266.75	43.00
15	Kodiak	452.67	1425.65	228.30	16.13	5.26	31.84	180.25	29.25	221.50	265.75	44.25
16	Okapi	365.40	1306.85	126.00	16.10	3.60	28.40	181.00	20.75	226.75	268.25	41.50
17	Karaje1	324.80	1354.33	122.46	16.00	4.45	23.80	176.00	23.75	215.25	258.75	43.50
18	Modena	365.07	1369.20	188.69	14.94	4.09	26.67	181.00	22.00	223.00	262.00	39.00
19	GKH2005	345.92	1283.82	154.08	15.40	4.10	26.92	178.25	24.25	221.75	265.00	43.25
20	Traviata	452.00	1553.37	194.33	17.07	4.94	29.10	181.00	26.25	223.50	265.50	42.00
Mean	-	401.59	1418.21	180.60	15.94	4.68	28.29	174.43	26.41	215.08	258.34	43.41
LSD0.05	-	43.02	149.44	41.83	1.50	0.51	2.51	1.95	2.60	1.78	1.85	2.20

Growing season 2015-2016

NOشماره	رقمCultivar	Sfr	Dmax	LAImax	RUE	K	H	BN	PL	OI	OY
1	Licord	0.111	218.00	5.05	4.12	0.71	101.43	8.03	5.73	0.40	137.15
2	Bilbao	0.121	214.00	5.22	3.71	0.71	100.91	7.95	5.93	0.42	162.05
3	GKH-305	0.116	214.00	4.50	3.55	0.75	97.81	8.37	5.71	0.41	150.22
4	Slm046	0.107	210.00	4.91	3.28	0.74	97.90	9.12	5.72	0.40	154.75
5	Sarigol	0.102	202.00	4.25	3.07	0.76	79.78	9.34	4.75	0.42	144.56
6	Talayee	0.108	210.00	4.24	3.40	0.72	93.50	8.43	5.16	0.39	111.92
7	L72	0.120	210.00	4.23	3.49	0.70	99.96	9.71	6.10	0.40	155.01
8	SW102	0.117	210.00	4.25	3.94	0.75	102.00	8.31	6.37	0.40	146.71
9	Shirali	0.092	206.00	3.97	3.51	0.70	84.31	10.12	5.31	0.40	137.62
10	Zafar	0.107	206.00	3.58	3.52	0.80	78.37	7.91	5.17	0.40	137.32
11	GKH1103	0.105	210.00	4.55	3.41	0.64	92.75	8.12	4.90	0.35	105.30
12	Opera	0.107	210.00	4.43	3.29	0.68	90.18	9.38	5.41	0.41	124.61
13	Zarfam	0.105	202.00	4.10	3.27	0.72	92.06	10.25	5.15	0.38	126.59
14	Karaje3	0.100	210.00	4.42	3.64	0.63	107.40	8.31	5.94	0.36	98.60
15	Kodiak	0.119	210.00	4.38	3.98	0.71	91.31	9.02	5.72	0.42	160.30
16	Okapi	0.086	214.00	3.60	3.84	0.76	76.34	8.96	5.34	0.34	99.30
17	Karaje1	0.100	214.00	3.57	3.55	0.78	70.09	7.18	5.69	0.36	94.26
18	Modena	0.105	214.00	3.61	3.16	0.76	82.37	8.75	5.12	0.38	113.37
19	GKH2005	0.095	214.00	3.59	3.94	0.78	88.00	6.56	5.47	0.37	105.27
20	Traviata	0.117	214.00	4.40	3.88	0.68	91.87	8.06	5.92	0.40	152.49
Mean	-	0.100	210.40	4.24	3.57	0.72	90.92	8.59	5.53	0.39	130.87
LSD0.05	-	0.012	-	-	-	-	17.49	2.07	0.54	0.021	2.00

Archive of SID

www.SID.ir

References منابع مورد استفاده

- Anonymous. 2014. FAO Stat database. Available online at: http://faostat3.fao.org/faostat- gateway/go/to/download/Q/QC/E.
- Attarbashi, M.R., S. Galeshi, A. Soltani, and E. Zinali. 2002. Relationship of phenology and physiology with grain yield in wheat under rainfed condition. *Iranian Journal of Agriculture Science*. 2: 21-27. (In Persian).
- Azizi, M., A. Soltani, and S. Khavari khorasani. 2000. Brassica oilseeds (production). Iranian Academic Center for Culture and Research (ACECR). Mashhad. 230p. (In Persian).
- Beigi, S., H. Zamanizadeh, M. Razavi, and R. Zare. 2011. Genetic diversity of Iranian isolates of barley scald pathogen (Rhynchosporium secalis) making use of molecular markers. *Journal of Agricultural Science Technology*. 15: 843-854.
- Berry, M.P., and J.H. Spink. 2006. A physiological analysis of oilseed rape yield, past and future (review). *Journal of Agricultural Science.* Cambridge. 199: 381-392.
- Chango, G., and P.B.E. McVetty. 2001. Relationship of physiological characters to yield parameters in oilseed rape. *Canadian Journal of Plant Science*. 81: 1-6.
- Diepenbrock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A Review. *Field Crops Research*. 67: 35-49.
- Friedt, W., R. Snowdon, F. Ordon, and J. Ahlemeyer. 2007. Plant breeding: Assessment of genetic diversity in crop plants and its exploitation in breeding. *Progress in Botani.* 168: 152-177.
- Gunasekera, C.P., L.D. Martin, K.H.M. Siddique, and G.H. Walton. 2006. Genotype by environment interactions of Indian mustard (*Brassica juncea* L.) and canola (*B. napus* L.) in Mediterranean type environments. 1. Crop growth and seed yield. *European Journal of Agronomy.* 25: 1-12.
- Hristov, N., N. Mladenov, V. Djuric, A. Kondic-Spika, A. Marjanovic-Jeromela, and A.D. Simic. 2009. Genotype by environment interactions in wheat quality breeding programs in Southeast Europe. *Euphytica*. 174: 315-324.
- Hu, S.W., J. Ovesna, L. Kucera, V. Kucera, and M. Vyvadilova. 2003. Evaluation of genetic diversity of *Brassica napus* germplasm from China and Europe assessed by RAPD markers. *Plant, Soil and Environment*. 49: 103-113.
- Johnson, R.A., and D.W. Wichern. 2007. Applied multivariate statistical analysis. Springer, New Jersy.
- Keshavarz Afshar, R., M.R. Chaichi, K. Rezaei, M.H. Asareh, M. Karimi, and M. Hashemi. 2015. Irrigation regime and organic fertilizers influence on oil content and fatty acid composition of milk thistle seeds. *Agronomy Journal*. 107(1): 187-194.
- Mohammadjani Asrami, M., H. Najafi Zarrini, and S.R. Mousavi. 2014. Multivariate analysis of important morphological traits in some rapeseed (*Brassica napus* L.) genotypes. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*. 5(6): 9-14.

Archive of SID

www.SID.ir

- Rameah, V. 2012. Correlation and factor analyses of quantitative traits in rapeseed (*Brassica napus* L.). *International Journal of Agriculture Innovations and Research*. 1: 1473-2319.
- Rameah, V. 2016. Stepwise regression and principal component analyses for quantitative traits of rapeseed genotypes at different sowing dates. The *Journal of Agriculture Science.* 61: 323-332.
- Sharafi, Y., M.M. Majidi, M. Jafarzadeh, and A. Mirlohi. 2015. Multivariate analysis of genetic variation in winter rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Journal of Agricultural Science Technology*. 17: 1319-1331.
- Sylvester Bradley, R., and R.J. Makepeace. 1984. Code for stages of development in oilseed rape *(Brassica napus* L.). The Food and Agriculture Organization (FAO).

Archive of SID

www.SID.ir

Investigating Yield and Its Related Traits by Using Components Analysis of Different Varieties of Rapeseed (*Brassica napus* L.)

Abbas Frooghi[1]*, Abbas Biyabani[2], Ali Rahemi[3], and Gorban Ali Rasam[4]

Received: December 2017 , Revised: 2 May 2018, Accepted: 29 August 2018

Abstract

The physiological and phonological characteristics of different varieties and lines of rapeseed (*Brassica napus* L.) and also relationship between these traits and grain yield, 20 cultivars and lines of rapeseed were studied in a randomized complete block design with four replications for two years (2014-2016) at the High Educational Complex of Shirvan. During growing seasons, in addition to recording the phonological traits, destructive sampling and light measurement to calculate physiological traits like leaf area index, total dry matter and extinction coefficient were performed. At the end of the seasons, yield and its components, morphological traits and oil percentage of the cultivars were measured. Factor analysis was used to describe the relationship between the traits studied by using the mean of 21 attributes and the principal component analysis. The results of the analysis showed that the first four components justified a total of 99 percent of the total variations. The contribution of first and two components were 83.8 and 13.1 percent in the first year and 83.3 and 11.6 percent in the second year, respectively. Since the total values of the third and fourth components of the total changes in both years of the experiment are less than 4%, therefore the first two components which justified more than 96% of the variation were used to select the superior composition and the corresponding diagrams were drawn. Accordingly, varieties related to the positive direction of the first axis were varieties with high biological yield, high pod number, long flowering period and noticeable oil yield (Group A). In these varieties, seed filling is relatively shorter than the rest. In contrast, B-group varieties were against to the A- group's and were related to the negative direction of the first axis. On the other hand, varieties with high positive weight on the second axis were those with a high harvest index, a large number of pods per plant, which had longer time to stem elongation but shorter in planting to rosette (group C). The average yield of cultivars in the first year was 453.80 $g.m^{-2}$ and in the second year 401.84 $g.m^{-2}$. Part of the reduction in yield associated with the reduction of growth indices (biological yield) and the other part is related to the reduction of the harvest index, which it is due to significant differences of radiation between two years. As a whole it could be said that, three varieties of Bilbao, Traviata and Slm046 had the highest positive correlation with the first axis (group A).

Key words: Biological Yield, Harvest Index, Principal Component Analysis, Rapeseed.

1- Ph.D. Student of Crop Physiology, Plant Production Department, Gonbad University, Gonbad Cavous, Iran.
2- Associate Prof., Department of Agriculture, Gonbad Cavous University, Gonbad Cavous, Iran.
3- Assistant Prof., Department of Agriculture, Gonbad Cavous University, Gonbad Cavous, Iran.
4- Associate Prof., Department of Plant production, Higher Education complex of Shirvan, Shirvan, Iran.
* *Corresponding Author: abbasfrooghi@yahoo.com*

Archive of SID

www.SID.ir