ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد و برخی خصوصیات ریخت‌شناسی 16 رقم کلزا در منطقه اراک

عذرا سادات خاتمیان[1]، سید علی محمد مدرس ثانوی[2*]، فائز قناتی[3] و معرفت مصطفوی راد[4]

تاریخ دریافت: 89/8/16 تاریخ پذیرش : 90/8/15

1- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه تربیت مدرس

2- استاد گروه زراعت دانشگاه تربیت مدرس

3- دانشیار دانشکده علوم گیاهی، دانشگاه تربیت مدرس

4- دانشجو دکتری زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

* مسئول مکاتبه : Email:Modaresa@modares.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی عملکرد، اجزای عملکرد، صفات کیفی و برخی خصوصیات ریخت‌شناسی 16 رقم کلزا، آزمایشی در سال زراعی 1388-1387 در مرکز تحقیقات کشاورزی اراک در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. اثر رقم روی عملکرد دانه و اجزای عملکرد، طول دوره گلدهی، طول دوره رشد، درصد پروتئین و روغن، گلوکوزینولات، اسید پالمتیک، اسید استئاریک، اسید اولئیک، اسید لینولئیک و اسید لینولنیک معنی‌دار بود. در این بررسی رقم Triangle بیشترین و رقم Anatol کمترین عملکرد دانه را داشتند. بیشترین درصد روغن در رقم SLM 046 مشاهده شد، در حالی که بیشترین درصد پروتئین به رقم Lioness مربوط بود. کمترین میزان گلوکوزینولات در رقم Talayeو بیشترین آن در ES Astrid مشاهده شد. تجزیه خوشه‌ای نشان داد که ژنوتیپ‌ها از نظر صفات کمی و کیفی به ترتیب در چهار و سه گروه قرار می‌گیرد. در گروه بندی صفات کمی رقم Anatol به تنهایی در یک گروه قرار گرفت، که دارای وزن هزار دانه و عملکرد دانه‌ی بسیار پایین و دوره گلدهی طولانی بود. در گروه بندی صفات کیفی، ارقام Billy، GKH 305، Anatol و SLM 046 که یک گروه را به خود اختصاص دادند، درصد روغن و درصد اسید اولئیک بالایی داشتند و درصد اسید لینولئیک و میزان گلوکوزینولات در این ارقام پایین بود.

واژه‌های کلیدی: اسید چرب، اجزای عملکرد، کلزا، گلوکوزینولات

Evaluation of Yield, Its Components and Some Morphological Traits of Sixteen Rapeseed Oil Cultivars in Arak Region

OS Khatamain[1], SAM Modares Sanavy[2*], F Ghanati[3] and M Mostavafi[4]

Received: 7 November 2010 Accepted: 6 November 2011
[1]MSc Student of Agronomy, Faculty of Agric Dept, Tarbiat Modares Univ, Tehran, Iran
[2]Prof of Agronomy, Faculty of Agric Dept, Tarbiat Modares Univ, Tehran, Iran
[3]Assoc Prof Plant Biology Dept, Faculty of Biology Dept, Tarbiat Modares Univ, Tehran, Iran
[4]PhD Student of Agronomy Dept, Faculty of Agric, Tarbiat Modares Univ, Tehran, Iran
*Corresponding author: Email:Modaresa@modares.ac.ir

Abstract

In order to assessment of yield, yield components, quality traits and some morphological traits of sixteen rapeseed cultivars (*Brassica napus* L.) a field experiment was conducted during 2008-2009 in Arak Research Institute Agriculture. In this experiment cultivars were compared in a randomized complete block design with three replications. Effect of cultivars were significant on grain yield, and 1000 seed weight, seed number per siliqua in plant, siliqua number in plant, flowering period, growth period, the percentage of protein and oil, the amount of seed glucosinolate and fatty acids; palmetic acid stearic acid, oleic acid, linoleic acid and linolenic acid percentage. In this experiment, Triangle had the highest and Anatol had the lowest grain yield. The most oil content was observed in cultivar SLM046, while the highest protein content belonged to cultivar Lioness. The lowest glucosinolate was observed in cultivar Talaye and ES Astrid produced the highest it. In order to produce high seed yield cultivars Billy, ES Astrid, GK Helena and GKH 1103 and to produce good quality oil cultivars GKH 305, Billy, Anatol and SLM 046 is recommended, respectively. Cluster analysis indicated that the varieties were divided into four and three groups on the basis of qualitative and quantitative traits, respectively. In classification of quantitative traits, Anatol was in one group by itself, which had the lowest 1000 seed weight and grain yield and the longest flowering period. In classification of qualitative traits, Billy, GKH 305, Anatol and SLM 046 were in one group, they had the highest oil and oleic acid percentage and these varieties had the lowest linoleic acid percentage and amount of glucosinolate.

Keyword: Fatty acid, Glucosinolate, Yield components and canola

مقدمه

دانه‌های روغنی پس از غلات دومین منبع غذایی مردم جهان را تشکیل می‌دهند. این محصولات علاوه بر دارا بودن ذخایر غنی اسیدهای چرب حاوی پروتیئن‌های گیاهی به جای پروتیئن‌های حیوانی و نیز معرفی دانه‌های روغنی جدید مانند سویا و کلزا به بازارهای جهانی سبب اهمیت روز افزون این محصولات شده است (نبوی 1374). در بین دانه‌های روغنی، کلزا یکی از مهمترین گیاهان روغنی به شمار می رود (شیرانی راد و احمدی 1374). ویژگی‌های خاص کلزا و سازگاری آن با شرایط آب و هوایی اکثر نقاط کشور سبب شده است که کشت این گیاه به شدت توسعه یابد، بنابراین انتخاب رقم مناسب برای موفقیت تولید محصول، حائز اهمیت می‌باشد. در این راستا آزمایش‌های مقایسه عملکرد به عنوان یکی از روش‌های گزینش ارقام پر محصول مورد استفاده قرار می‌گیرد.

آئین (1384) 24 رقم کلزای بهاره را در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار به مدت دو سال در مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت مورد بررسی قرار داد، مقایسه میانگین‌های سطوح رقم نشان داد که بیشترین تعداد خورجین در بوته به میزان 276/9 مربوط به رقم ساری گل و بعد از آن ارقام Option500 و Hayola308 تعلق داشت. از نظر تعداد خورجین، رقم Hayola308 با 23/8 دانه در خورجین برتر از سایر ارقام مورد بررسی بود و بعد از آن ارقام Option500، Haypla401 و Haypla420 واقع شدند. بیشترین وزن دانه مربوط به Haypla401 به میزان 4/16 گرم بود و رقم Haypla420 با وزن هزار دانه 3/91 گرم در گروه دوم قرار گرفت. مقایسه میانگین داده‌های عملکرد دانه در سطح 1 درصد نشان داد که رقم Haypla401 با عملکرد 4461 کیلوگرم دانه در هکتار، برتر از سایر ارقام بود و بعد از آن ارقام Haypla420 و Haypla308 به ترتیب با تولید 4186 و 4012 کیلوگرم دانه در هکتار بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. مرضی (1997)، 58 رقم کلزا را از نظر عملکرد دانه و وزن هزار دانه در هشت ناحیه اروپا در دو سال مورد بررسی قرار داد، متوسط تولید در این مناطق نشان داد که رقم Orient با تولید 3390 کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را تولید نمود.

هابکوت (1993) گزارش کرد حداکثر تجمع ماده خشک بذرها در انتهای دوره گلدهی وقتی پوسته غلاف‌ها به حداکثر خود رسیده‌اند، حاصل می‌شود. ترلینگ (1974) رشد اولیه سریع، گلدهی زود هنگام پس از مرحله روزت، برخورداری از تعداد 8-5 هزار خورجین در متر مربع و کاهش تعداد ساقه‌های فرعی را از خصوصیات مطلوب جهت تولید عملکرد بالا ذکر نمود. ایوانز (1984) اعلام کرد گلدهی مرحله‌ای بحرانی و مؤثر بر عملکرد کلزا است. تعداد نهایی غلاف‌ها و دانه‌ها در یک دوره چهار هفته‌ایی، تعیین می‌شود و بستگی زیاد به استمرار ماده‌سازی دارد. روابط بین منبع و مخزن در این فاز بر میزان ماده‌سازی مؤثر است. در کلزا سهم عمده خورجین‌ها به ساقه اصلی اختصاص دارد، در صورتی که در شاخه‌های گروه‌های پایین‌تر، تعداد خورجین و تعداد دانه در خورجین کمتر است (تایو و مرگان 1975).

ارقام بدون اروسیک اسید مقادیر زیادی اسید اولئیک و لینولئیک (بعضی لینولنیک) اندوخته می‌کنند که برای تغذیه پستانداران کاملاً مناسب هستند. روغن کلزا با 61 درصد اولئیک اسید، 20 درصد اسید لینولئیک، در حال حاضر به عنوان بهترین روغن در تغذیه انسان مورد قبول است (سپاسیبیونک و همکاران 2004). براساس تحقیقات رائو و مندهام (1991) درصد روغن تحت تأثیر عوامل ژنتیکی می‌باشد، به طوری که اگر در اواخر فصل رشد استرسی وجود نداشته باشد، درصد روغن دانه در هر رقم ثابت می‌ماند. خان و همکاران (1984) عملکرد ضعیف و با درصد روغن و کیفیت پایین و بالا بودن مقدار اسید اروسیک و گلوکوزینولات را از خصوصیات ارقام محلی کلزا اعلام نموده‌اند. عزیزی و همکاران (1385) گزارش کردند میزان روغن صفتی ارثی با وراثت پذیری بالا می‌باشد که تا حدودی هم تحت تأثیر

شرایط محیطی قرار می‌گیرد و در میان عوامل محیطی که بر مقدار روغن اثر دارند، دما مهمترین عامل محسوب می‌شود که با افزایش آن درصد روغن کاهش می‌یابد. داونی و رابلن (1989) اصلاح برای درصد گلوکوزینولات پایین در دانه روغنی کلزا، بواسطه اثرات سمی و ضد تغذیه‌ای این ترکیبات، موضوع تحقیقاتی جدی دهه‌های اخیر گزارش نموده‌اند. بیشترین میزان گلوکوزینولات در ماده‌ی خشک دانه‌های روی شاخه اصلی، دیده شده است و در شاخه‌های جانبی درجه‌ی دو کمتر از شاخه‌های جانبی درجه یک می‌باشد (کوهلمن 1991). افزایش نیتروژن و گوگرد در خاک میزان گلوکوزینولات دانه را افزایش می‌دهد و نیز تجمع گلوکوزینولات در دانه‌ی کلزا صفتی ارثی است ولی در عین حال از عوامل محیطی نیز تأثیر می‌پذیرد (فیلدسند و ماری 1991).

هدف از این آزمایش مقایسه رقم‌های مختلف کلزا از نظر ویژگی‌های مختلف برای دستیابی به بهترین ارقام مورد مطالعه در منطقه اراک است. در واقع تلاش می‌شود که این آزمایش‌ها در سال‌ها و مکان‌های بیشتری اجراء شود تا کارایی ارزیابی‌ها بالا رود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی 88- 1387 در مرکز تحقیقات کشاورزی اراک (طول جغرافیایی °49 و عرض جغرافیایی °34 و ارتفاع منطقه از سطح دریا، 1750 متر) در شرایط آب و هوایی معتدل و معتدل سرد با متوسط بارندگی سالیانه‌ی350 میلی‌لیتر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، شامل 16 رقم کلزا (سه رقم کلزای بهاره Zarfam، Talaye و Anatol و 13 رقم کلزای زمستانه، Triangle، ES Astrid، GKH 1103، SLM046، Okapi، Lilian، GKH 305، Lioness، Modena، Billy ، Opera، Oase و GK Helena) در سه تکرار انجام گرفت. جدول 1 شرایط آب هوایی منطقه را نشان می‌دهد. بافت خاک محل آزمایش، لومی-رسی و ضریب آب گذری، متوسط بود. کشت ارقام در 25 شهریور سال 1387 به صورت جوی و پشته که فاصله‌ی هر پشته 30 سانتی‌مترو طول هرکدام پنج متر بود، انجام پذیرفت. اندازه‌ی هر کرت آزمایشی شش مترمربع (طول هر کرت پنج متر و عرض آن 1/2 متر) در نظر گرفته شد. هر کرت دارای چهار خط کاشت بود. قبل از کاشت از سم تریفلان به میزان 1/5 لیتر در هکتار به صورت مخلوط با خاک استفاده شد. کشت بر اساس دستورالعمل در تاریخ‌های مناسب مناطق سرد و معتدل سرد انجام شد، تا بوته‌ها زمستان را به حالت روزت کامل با حداکثر مقاومت در برابر سرما سپری کنند. در مرحله شش برگی وجین به صورت دستی انجام شد. کاشت به طریق دستی و آبیاری به روش آبیاری سیفونی صورت گرفت. قبل از کاشت زمین شخم و دیسک زده شد. 150 کیلوگرم کود نیتروژن به صورت تقسیط سه گانه (زمان کاشت، قبل از ساقه‌دهی و شروع گلدهی) و 75 کیلوگرم کود فسفر (P_2O_5) در زمان کاشت براساس توصیه مرکز تحقیقات کشاورزی اراک مصرف شد. در این آزمایش عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد خورجین در بوته، طول دوره گلدهی، طول دوره رشد، درصد روغن، درصد پروتئین، گلوکوزینولات، اسید پالمتیک ، اسید استئاریک ، اسید اولئیک، اسید لینولئیک و اسید لینولنیک مورد بررسی قرار گرفتند. برای تعیین عملکرد دانه، برداشت محصول با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای خطوط به عنوان اثر حاشیه از سطح 0/2± 2 متر مربع انجام گرفته است. جهت تعیین وزن دانه، تعداد دانه در خورجین ،تعداد خورجین در بوته، 10 بوته به طور تصادفی با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای از دو خط داخلی کرت انتخاب و میانگین گیری شد. با اندازه‌گیری تعداد روز از تاریخ سبز شدن تا شروع گلدهی یعنی 10 درصد ظهور گل در سطح کرت طول دوره رشد محاسبه گردید. درصد روغن و پروتئین با استفاده از دستگاه اینفراماتیک[1](مدل 8620 ساخت سوئد) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری گلیکوزینولات با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل واریان ساخت آمریکا) و با طول موج 500 یا 490 نانومتر اندازه‌گیری شد و با جا گذاری

[1] Inframatic

در رابطه (1) مقدار گلوکوزینولات بر حسب میکرومول بر گرم محاسبه شد.

[1] میزان گلوکوزینولات برای دانه = $\left(\frac{(A - B)}{Stamdard}\right) \times 111$

درصد اسیدهای چرب با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی (UNICAM 4600 ساخت انگلیس) اندازه‌گیری شد (متکالف و همکاران 1966).

آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS (1997) و مقایسه میانگین‌ها به روش چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. تجزیه خوشه‌ای با روش وارد و ضریب فاصله توان دوم اقلیدسی بر روی داده‌های استاندارد شده با استفاده از امتیاز دهی Z انجام گرفت. محل برش دندرو گرام با استفاده از تجزیه MANOVA مشخص شد.

نتایج و بحث

صفات کمی ارقام

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ارقام از لحاظ عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p \leq 0/01$) (جدول 2). بیشترین عملکرد دانه مربوط به ارقام Triangle، Billy، SLM 046، GKH 1103، Oase و Lilian بود. کمترین میزان مربوط به ارقام Anatol و Opera بود (جدول 3). به نظر می‌رسد رقم‌های دیرگل و دیررس مانند Triangle در محیط‌هایی که فصل رشد طولانی‌تری دارند به دلیل شرایط خاص اقلیمی سازگاری فیزیولوژیکی از خود نشان می‌دهند و با تطبیق مراحل رشدی خود حداکثر استفاده را از محیط می‌کنند، ولی ارقام زودگل و زودرس مانند رقم Anatol به دلیل زود گلدهی و زودرسی نمی‌تواند حداکثر مواد پرورده و در نتیجه حداکثر عملکرد را تولید نماید. فرجی (1384) و زاهو و همکاران (1991) و نیز مطلبی پور و همکاران (1379) شرایط آب و هوایی را در به فعلیت رساندن پتانسیل‌های بالقوه ارقام، مؤثر اعلام نمودند.

وزن هزار دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد اثر رقم روی وزن هزار دانه، معنی‌دار بود ($p \leq 0/01$) (جدول 2). بیشترین وزن هزار دانه ارقام Triangle و Zarfam و کمترین نیز به رقم Anatol تعلق داشت (جدول3). نتیجه‌ی بدست آمده با نتیجه‌ی دگنهارت و هونداو (1981) که گزارش کردند وزن هزار دانه تحت تأثیر عوامل محیطی قرار نمی‌گیرد بلکه ارقام مختلف، وزن هزار دانه‌ی متفاوتی دارند و در ارقام زودرس وزن هزار دانه بیشتر از ارقام دیررس ثابت باقی می‌ماند، تطابق دارد.

تعداد دانه در خورجین

تعداد دانه در خورجین ارقام متفاوت بود ($p \leq 0/01$) (جدول2). به طوری که رقم Opera بیشترین و رقم Triangle کمترین تعداد دانه در خورجین را دارا بودند (جدول3). نتیجه‌ی بدست آمده از این آزمایش با نتایج آزمایش‌های آیینه بند (1371) و انوری (1376) مطابقت دارد. آن‌ها بیان داشتند که تعداد دانه در خورجین بیشتر تحت تأثیر عوامل ژنتیکی می‌باشد. فاراتولا و همکاران (2004) نیز گزارش کردند تعداد دانه در خورجین ویژگی مهمی است که به طور مستقیم بر عملکرد تأثیر گذار می‌باشد. افزایش تعداد دانه در خورجین و به دنبال آن احتمال کاهش اندازه دانه به دلیل رابطه مبدأ و مقصدی، شاید دلیلی بر کاهش عملکرد دانه باشد. هر چه تعداد خورجین در بوته بیشتر باشد به علت رقابت شدید بین خورجین‌ها، تعداد و اندازه دانه‌ها کاهش می‌یابد (فنایی و همکاران 1387).

جدول 1- مقادیر اختلاف میانگین حداقل و حداکثر دمای ماهیانه و بارندگی در سال زراعی1388-1387 در منطقه اراک.

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
درجه حرارت($^{\circ}C$)	۱۵/۵	۱۳	۱۵/۸٤	۱٦/۵	۲۰/۳۳	۱۷/۳	۱٦/۸	۹/۲	۷/۹	۳/۸	۷/۹۷	۱۲/۸
بارندگی(mm)	۲/۲	۰/۹	۰/۰۱	۰/۲	۰	۰/۰۵	۰	۱/۹۲	۰/٦	۰/۱	۱/۹	۰/۱

مأخذ: سازمان هواشناسی کشور.

جدول 2- تجزیه واریانس صفات کمی ارقام کلزای مورد مطالعه در منطقه اراک

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در خورجین	تعداد خورجین در بوته	طول دوره گلدهی	طول دوره رشد
رقم	15	979156/07**	0/3186**	8/27**	9918/63**	143/38**	17/62**
تکرار	2	10184/25 ns	0/0052ns	1/65**	28/6*	46/58**	59/52**
اشتباه آزمایشی	30	28907/36	0/013	0/24	21/49	7/69	5/25
ضریب تغییرات (%)		5/26	3/014	2/25	3/36	8/24	0/84

ns، *و** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5% و 1%

جدول3- میانگین صفات کمی ارقام کلزای مورد مطالعه در منطقه اراک

صفات / رقم	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در خورجین	تعداد خورجین در بوته	طول دوره گلدهی (روز)	طول دوره رشد (روز)
Anatol	۲۲۴۶*f*	۳/۱۶*i*	۲۱/۸۴*de*	۲۰۲/۱۷*c*	۵۱*a*	۲۶۴/۶۶*c*
Billy	۳۷۶۲*a*	۳/۷۳*ef*	۲۰/۰۴*h*	۲۱۳/۳۳*b*	۲۴*h*	۲۷۳*ab*
ES Astrid	۲۷۵۸/۳*e*	۳/۸۴*de*	۲۰/۲۴*efg*	۱۵۱/۳۰*d*	۲۷/۳۳*gh*	۲۷۳/۶۶*a*
GK Helena	۳۳۱۰/۳*cd*	۴/۰۷*bc*	۲۳/۱۷*bc*	۲۴۰/۴۰*a*	۳۱*efg*	۲۷۳/۶۶*a*
GKH 1103	۳۶۵۲/۳*ab*	۳/۷۴*ef*	۲۰/۴۹*gh*	۲۴۴/۵۳*a*	۳۰/۳۳*efg*	۲۷۲/۶۶*ab*
GKH 305	۳۱۵۳/۷*d*	۳/۵۳*gh*	۲۲/۶۷*cd*	۱۱۶/۳۶*g*	۳۰/۶۶*efg*	۲۷۳/۶۶*a*
Lilian	۳۵۴۷/۷*abc*	۳/۵۹ *fg*	۲۲/۶۷*cd*	۱۱۵/۱۳*g*	۴۶/۳۳*b*	۲۷۲/۳۳*ab*
Lioness	۳۳۷۲/۷*bcd*	۳/۸۵*de*	۲۳/۸۶*b*	۱۲۶/۶۳*f*	۳۷*cd*	۲۷۳/۶۶*a*
Modena	۳۱۱۰*d*	۳/۳۶*h*	۲۱/۲۴*efg*	۱۴۰/۱۰*e*	۳۹*c*	۲۷۴*a*
Oase	۳۶۴۱*ab*	۴/۰۴*cd*	۲۱/۴۷*ef*	۱۱۷/۵۶*g*	۳۵/۶۶*cde*	۲۷۴*a*
Okapi	۳۰۹۸/۳*d*	۳/۸۵*de*	۲۰/۳۰*h*	۱۳۷/۰۳*e*	۳۱*efg*	۲۷۳*ab*
Opera	۲۵۱۱/۷*ef*	۴/۱۵*bc*	۲۵/۲۶*a*	۸۸/۰۶*h*	۲۸/۶۶*fgh*	۲۶۹*b*
SLM 046	۳۶۸۴*ab*	۴/۰۴*cd*	۲۱/۵۷*ef*	۴۹/۶۰*i*	۳۱/۶۶*def*	۲۷۲/۶۶*ab*
Talaye	۳۳۱۱/۳*cd*	۳/۸۰*e*	۲۰/۷۶*fgh*	۸۵/۵۰*h*	۳۰/۳۳*efg*	۲۷۲*ab*
Triangle	۳۸۱۴/۳*a*	۴/۳۹*a*	۱۸/۱۸*i*	۸۳/۲۰*h*	۳۳*def*	۲۷۰/۶۶*ab*
Zarfam	۲۶۴۷/۳ *e*	۴/۲۶*ab*	۲۱/۸۰*ed*	۱۲۳/۱۳*fg*	۳۱/۶۶*efg*	۲۷۰/۶۶*ab*

حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 1%

جدول 4- تجزیه واریانس صفات کیفی ارقام کلزای مورد مطالعه در منطقه اراک.

		میانگین مربعات							
منابع تغییر	درجه آزادی	درصد روغن	درصد پروتئین	گلوکوزینولات	اسید پالمتیک	اسید استئاریک	اسید اولئیک	اسید لینولئیک	اسید لینولنیک
رقم	۱۵	۱/۳۰۴*	۱۳/۹**	۳۳/۳۴**	۰/۴۱۵**	۰/۲۸۵**	۱۳/۳۷**	۳/۱۱**	۲/۳۳۲*
تکرار	۲	۵/۷**	۲۱/۶**	۰/۰۴۱^{ns}	۰/۱۷۵^{ns}	۰/۰۳۷^{ns}	۰/۱۷۹^{ns}	۰/۰۶۱^{ns}	۰/۵^{ns}
اشتباه آزمایشی	۳۰	۰/۶۴۲	۱/۷۳	۱/۰۱۳	۰/۱۲۲	۰/۰۵	۲/۲۱۶	۰/۷۷۲	۰/۸۷۴
ضریب تغییرات(٪)		۱/۸۱	۴/۹۹	۱۵/۱۲	۶/۷۲	۱۰/۳	۲/۲۲	۴/۹۶	۱۲/۳۵

ns، *و** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5% و 1%.

تعداد خورجین در بوته

این صفت در بین ارقام مورد آزمایش اختلاف معنی-دار داشت ($p \leq 0/01$) (جدول2). در این مطالعه به ترتیب ارقام GKH 1103 و GK Helena بیشترین و رقم SLM 046 کمترین تعداد خورجین در بوته را داشتند (جدول 3). در ارقامی که مراحل رشدی چون غنچه‌دهی و شروع گل‌دهی که تمایز سلول‌های مولد خورجین در آن‌ها انجام می‌گیرد با شرایط محیطی مطلوب (از جهت دما، تششعشع و رطوبت) برخورد کرده و این سبب گردیده تا تعداد زیادی از سلول‌های مولد خورجین روی شاخه‌های اصلی و فرعی به مرحله‌ی باروری و تکامل نهایی برسند. نتایج بدست آمده با نتایج سایر محققین که تعداد خورجین در بوته را از اجزای مهم تشکیل دهنده عملکرد دانستند مطابقت دارد (پور عیسی و همکاران 1385 انوری 1376، نوترون و بیلسبرو 1991).

طول دوره‌ی گلدهی

این صفت در بین ارقام مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری نشان داد ($p \leq 0/01$) (جدول 2). بیشترین طول دوره گلدهی مربوط به رقم Anatol با میانگین 51 روز بود (جدول 3). کمترین طول دوره گلدهی در ارقام Billy، Opera و ES Astrid مشاهده گردید. افزایش عملکرد دانه ارقام دیرگل، باید به سبب دوره‌ی طولانی رشد و زمان گلدهی آن‌ها باشد؛ هر چه طول دوره رشد گیاه بیشتر باشد گیاه می‌تواند از منابع محیطی بیشتر استفاده نماید. طول دوره گلدهی در شرایط مزرعه تحت تأثیر دماهای پایین‌تر، طولانی می‌گردد که این عامل سبب افزایش عملکرد دانه می‌شود (عزیزی و همکاران 1385). هاگسان (1978) گزارش کرد، افزایش دما در زمان گلدهی و بعد از آن سبب کوتاه شدن طول دوره گلدهی ارقام مختلف گردید. گلدهی به موقع عامل افزایش عملکرد اعلام شده است.

طول دوره رشد

براساس نتایج تجزیه‌ی واریانس اثر رقم روی طول دوره رشد معنی‌دار است ($p \leq 0/01$) (جدول 2). کمترین طول دوره رشد با میانگین 264/6 روز به رقم Anatol تعلق داشت (جدول 3). دیرگل و زودگل بودن ارقام و اختلاف در طول دوره‌های رویشی و زایشی آن‌ها و برخورد هر یک از مراحل رشدی گیاه با درجه حرارت‌های متفاوت، طی فصل رشد و همچنین تأثیر پذیری متفاوت آن‌ها، در توجیه این اختلاف‌ها، قابل استناد می‌باشد. در این پژوهش با توجه به این که رقم Oase رقمی دیررس بود، انتظار می‌رفت که به دلیل دیررسی از عملکرد بیشتری نسبت به سایر ارقام برخوردار باشد (آلیاری و همکاران 1379).

صفات کیفی ارقام

درصد روغن دانه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که درصد روغن بین ارقام کلزا در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار است (جدول 4). ارقام SLM 046 ، Billy ، Zarfam، ES

Astrid، Lilian، GKH 305، GKH 1103، Oase، Lioness، Anatol، Opera، Talaye و Okapi از درصد روغن بالایی برخوردار بودند (جدول 5). میزان روغن دانه صفتی ارثی با وراثت پذیری بالا می‌باشد تا حدودی نیز تحت تأثیر شرایط محیط قرار می‌گیرد. در میان عوامل محیطی که بر مقدار روغن اثر دارد، دما مهمترین عامل محسوب می‌شود که با افزایش آن درصد روغن کاهش می‌یابد (عزیزی و همکاران 1385). مقدار روغن موجود در دانه کلزا بین 45-40 درصد می‌باشد (ناصری 1370).

درصد پروتئین دانه

از نظر درصد پروتئین بین ارقام کلزای مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p \leq 0/01$) (جدول 4). بیشترین درصد پروتئین مربوط به ارقام Lioness، Anatol، ES Astrid، Lilian و GKH 1103 بود (جدول 5). میزان پروتئین دانه کلزا حدود 24-18 درصد می‌باشد (خواجه‌پور، 1370). از طرفی میزان پروتئین دانه تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی می‌باشد، به طوری که روزهای خنک بهاری باعث افزایش میزان روغن و کاهش میزان پروتئین و در روزهای گرم بهاری این رابطه عکس می‌شود (فیاض و همکاران 2007).

میزان گلوکوزینولات

بین ارقام کلزای مورد بررسی از نظر میزان گلوکوزینولات در سطح احتمال 1 درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول 4). ارقام Talaye، Anatol، Okapi، Operaو GKH 305 نسبت به سایر ارقام از گلوکوزینولات کمتری برخوردار بودند. بیشترین میزان گلوکوزینولات مربوط به ارقام ES Astrid و Modena بود (جدول 5). میزان این ماده در ارقام مختلف بسته به عوامل ژنتیکی متغیر می‌باشد. ولی‌اله و همکاران (1382) گزارش نمودند برآورد قابلیت توارث خصوصی بالا برای گلوکوزینولات نمایانگر اهمیت زیاد اثرهای افزایشی ژن ها در کنترل آن‌ها می‌باشد. گلوکوزینولات دانه با استفاده از کود نیتروژن به میزان 150-0 کیلوگرم در هکتار اثر افزایشی معنی‌داری دارد، اما زمانی که میزان کود فراتر از 150 کیلوگرم در هکتار باشد اثر کم و یا هیچ اثری در میزان آن نخواهد داشت (بیلسبرو و همکاران 1993). از طرفی بهرنس (2002)، اعلام کرد فرم مصرفی نیتروژن اثری روی میزان گلوکوزینولات ندارد. با این توصیف‌ها می‌توان به این نتیجه رسید که میزان گلوکوزینولات دانه هم متأثر از عوامل ژنتیکی و نیز عوامل محیطی و زراعی می‌باشد.

درصد اسید پالمتیک

بین ارقام کلزای مورد بررسی از نظر درصد اسید پالمیتیک در سطح احتمال 1 درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول 4). درصد اسید پالمیتیک در ارقام Opera، Lioness، Modena، ES Astrid، Okapi ، Talaye، Lilian، GK Helena ، Zarfam و GKH 305 بالا بود (جدول 5).

درصد اسید استئاریک

درصد اسید استئاریک بین ارقام کلزا تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p \leq 0/01$) (جدول 4). بیشترین درصد اسید استئاریک در ارقام Billy، GKH 1103، GKH 305 و SLM 046 مشاهده گردید (جدول 5).

درصد اسید اولئیک

درصد اسید اولئیک ارقام در سطح احتمال 1 درصد متفاوت بود (جدول 4). درصد اسید اولئیک در ارقام SLM 046، GKH 305، Triangle، Zarfam و Anatol بالاتر از سایر ارقام مورد بررسی بود (جدول 5).

درصد اسید لینولئیک

درصد اسید لینولئیک در بین ارقام کلزا در سطح احتمال 1درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول 4). بیشترین درصد اسید لینولئیک در ارقام

Lioness، Modena، GK Helena، Oase و GKH 1103 مشاهده گردید و کمترین درصد به ارقام SLM 046، Billy، Opera، Okapi، Zarfam ، Triangle، Anatol و GKH 305 تعلق داشت (جدول 5).

جدول 5- میانگین صفات کیفی ارقام کلزای مورد مطالعه در منطقه اراک

صفات / رقم	درصد روغن	درصد پروتئین	گلوکوزینولات (میکرومول بر گرم)	درصد پالمیتیک	درصد استئاریک	درصد اولئیک	درصد لینولئیک	درصد لینولنیک
Anatol	۴۴/۱۵abc	۳۰a	۲/۵۲h	۴/۷۵cd	۲/۲۷cde	۶۸/۱۰ab	۱۶/۵۰de	۷/۲۹bcd
Billy	۴۴/۶ab	۲۵/۸۵c	۵/۱۵efg	۴/۵۷d	۲/۸۱a	۶۶/۷۶bcd	۱۷/۶۱bcde	۷/۵۸bcd
ES Astrid	۴۴/۵۵ab	۲۸/۸ab	۱۳/۱۱a	۵/۲۸abc	۲/۲۹cde	۶۴/۶۶cde	۱۷/۷۷bcd	۷/۸۶bcd
GK Helena	۴۳/۰۵bc	۲۵/۲cd	۸/۹۰bc	۵/۵۳abc	۲/۲۷cde	۶۲/۸۶e	۱۸/۹۱abc	۷/۹۴bc
GKH 1103	۴۴/۴ab	۲۸/۳۵ab	۸/۷۶bc	۴/۶۸cd	۲/۷ab	۶۴/۳۳de	۱۸/۵۱abc	۹/۷۷a
GKH 305	۴۴/۴ab	۲۵/۲۵cd	۳/۳۹gh	۵/۱۶abcd	۲/۴۳abc	۶۸/۹۷ab	۱۶/۴۲de	۷/۱۸bcd
Lilian	۴۴/۵۵ab	۲۸/۶۵ab	۵/۷۴ef	۵/۵۱abc	۲/۰۳cdef	۶۷/۰۰bcd	۱۷/۹۲bcd	۷/۵۵bcd
Lioness	۴۴/۱abc	۳۰/۱۵a	۱۰/۰۴b	۵/۷۳a	۱/۹۷def	۶۴/۱۵de	۱۹/۹۰a	۸/۲۵ab
Modena	۴۳/۳bc	۲۵/۲cd	۱۲/۸۳a	۵/۳۲abc	۱/۹۹def	۶۶/۱۲bcd	۱۸/۶۹abc	۷/۵۸bcd
Oase	۴۴/۴ab	۲۴/۸cd	۸/۰۵cd	۴/۹۹bcd	۱/۶۶f	۶۶/۵۲bcd	۱۸/۵۴abc	۷/۶۴bcd
Okapi	۴۳/۸abc	۲۲/۹۵d	۴/۱۴fgh	۵/۵۲abc	۱/۹۷def	۶۷/۴۸bc	۱۷/۳۸bcde	۷/۶۵bcd
Opera	۴۳/۹abc	۲۵/۱۵cd	۳/۸۷fgh	۵/۷۳a	۲/۰۶cdef	۶۶/۲۳bcd	۱۷/۵۸bcde	۸/۴۰ab
SLM 046	۴۵/۲۵a	۲۵/۰۵cd	۶/۶۳de	۴/۷۸cd	۲/۳۸abc	۷۰/۸۰a	۱۵/۹۹e	۶/۰۵d
Talaye	۴۳/۸abc	۲۴/۲cd	۲/۸۱h	۵/۲۳abcd	۲/۰۳cdef	۶۷/۷۳b	۱۷/۷۵bcd	۷/۰۴bcd
Triangle	۴۲/۶۵c	۲۵/۶c	۵/۱۸efg	۵/۰۴bcd	۱/۹۸def	۶۸/۹۴ab	۱۷/۳۵bcde	۶/۶۹bcd
Zarfam	۴۴/۵۵ab	۲۶/۷bc	۵/۳۵ef	۵/۴۷abc	۱/۸۴ef	۶۸/۹۱ab	۱۶/۹۰cde	۶/۴۰cd

حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5% (*) و 1% (**)

درصد اسید لینولنیک

بین ارقام کلزا از نظر درصد اسید لینولنیک تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p < 0/05$) (جدول 4). بیشترین درصد اسید لینولنیک مربوط به ارقام GKH 1103، Opera و Lioness بود (جدول 5).

طبق گزارش‌های منابع مختلف (شریعتی و قاضی شهنی‌زاده، 1379) مقدار اسیدهای چرب اصلی موجود در روغن دانه کلزا بدین قرار است: اسید پالمیتیک 6-2 درصد، اسید اولئیک 75-55 درصد، اسید لینولئیک 24-10 درصد، اسید لینولنیک 24-10 درصد، و مقدار اسید اروسیک ناچیز و در ارقام مختلف کلزا متغیر است. از طرفی راتک و همکاران (2006)، اعلام کردند که میزان روغن در ارقام دو صفر زمستانه کلزا بین 47/7-43/2 درصد می‌باشد. میزان اسید اولئیک 60 درصد، لینولئیک 20 درصد، لینولنیک 10 درصد و اسید اورسیک کمتر از 3 درصد می‌باشد (بهرنس 2002). نوع و میزان اسیدهای چرب موجود در روغن ارقام مورد مطالعه، کیفیت روغن را نشان می‌دهد. مهمترین اسید چرب اشباع از بعد تغذیه اسید لینولئیک است. این اسید در بدن سنتز نمی‌شود، از این رو باید توسط جیره‌ی غذایی تأمین شود. اولئیک نیز یکی از اسیدهای چرب غیر اشباع مهم است که علاوه بر اهمیتی که در تغذیه دارد، روغن حاوی آن مقاومت بالایی در برابر اکسیداسیون داشته و برای مصارف پخت و پز بسیار مناسب است (ناصری 1370).

از طرفی چنانچه در زمان تشکیل بذر در کلزا دمای محیط بالا باشد، اسیدهای اصلی تغییر یافته، عملکرد و کیفیت روغن کاهش می‌یابد (یانز و همکاران 1991). افزایش میزان اسید چرب اشباع نشده از جمله اولئیک و لینولئیک مرغوبیت روغن را بالا می‌برد. لازم به ذکر است که اسید لینولئیک نسبت به اولئیک در مقابل حرارت پایداری کمی دارد لذا توصیه می‌شود در مورد غذای سرخ کردنی از ارقامی استفاده شود که میزان اولئیک بیشتری دارد. در این تحقیق رقم SLM 046 (70/80 درصد) دارای بیشترین درصد اولئیک بود.

همبستگی صفات

بین عملکرد دانه با طول دوره رشد همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد (r=0/58*)(جدول 6). براساس تحقیقات انجام شده مدت زمان لازم از کاشت تا گلدهی (رشد رویشی) با عملکرد دانه رابطه مستقیم دارد (ابوزید و ویلکوکسن 1989). به طوری که هر چه این مدت طولانی‌تر باشد، گیاه از دما و تشعشع به مدت بیشتری بهره می‌برد و ماده سازی بیشتر می‌شود. بین وزن هزار دانه و طول دوره گلدهی همبستگی منفی و معنی‌داری وجود داشت (r=-0/548*). این همبستگی نشان می‌دهد در ارقامی که طول دوره گلدهی زیاد دارند مانند Anatol، وزن هزار دانه‌ی کمتری دارند و این شاید به علت کاهش طول دوره پر شدن دانه باشد. همبستگی درصد روغن با درصد پروتئن و اسیدهای چرب معنی-دار نبود (جدول 6)

تجزیه خوشه‌ای

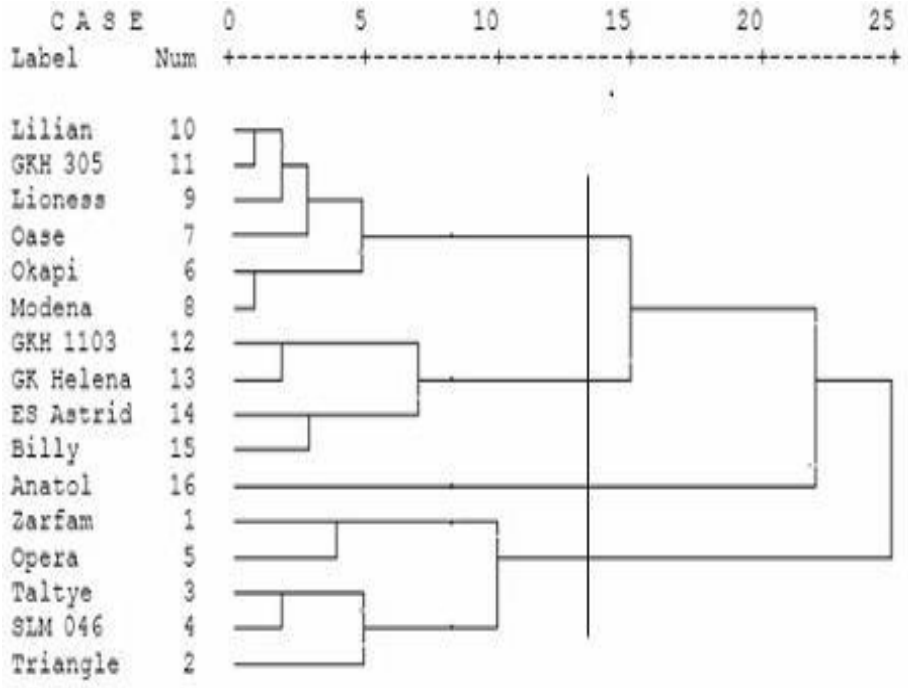
شکل 1 تجزیه خوشه‌ای صفات ریخت شناسی را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل دندرو گرام به چهار گروه مجزا تفکیک شده است. گروه اول ارقام GKH 305، Lilian، Lioness، Modena، Oase و Okapi شامل می‌شوند. در این ارقام طول دوره رشد بالا و وزن هزار دانه، تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در بوته نسبتاً پایین است. ارقام Billy، ES Astrid، GK Helena و GKH 1103 در گروه دوم قرار گرفتند. در این ارقام تعداد خورجین در بوته و طول دوره رشد بالا می‌باشد ولی از تعداد دانه در خورجین نسبتاً پایین و طول دوره گلدهی کوتاه برخوردار هستند. در گروه سوم رقم Anatol قرار دارد که از عملکرد دانه و وزن هزار دانه بسیار پایین و دوره گلدهی طولانی برخوردار می‌باشد. گروه چهارم ارقام Opera، Zarfam، Talaye، SLM 046 و Triangle را شامل می‌شوند. در این گروه تعداد خورجین در بوته بسیار کم است و طول دوره گلدهی نسبتاً کوتاه است

دندروگرام حاصله از تجزیه خوشه‌ای صفات کیفی بذر به سه گروه مجزا تبدیل شد (شکل 2). در گروه اول ارقام Zarfam، Triangle، Talaye، Opera، Okapi، Oase و Lilian؛ گروه دوم ارقام GKH 305، Billy، Anatol و SLM 046؛ گروه سوم ارقام GK Helena، ES Astrid، Modena، Lioness و GKH 1103 قرار داشتند. ارقام گروه اول از درصد پالمیتیک، درصد لینولئیک، درصد لینولنیک و درصد اولئیک متوسط برخوردار هستند. درصد پروتئین، گلوکوزینولات در این ارقام پایین می‌باشد. گروه دوم از نظر درصد روغن و درصد اولئیک در سطح بالایی قرار داشتند. درصد لینولئیک و میزان گلوکوزینولات در ارقام این گروه پایین است. ارقام گروه سوم نسبتاً از گلوکوزینولات بالایی برخوردار بودند و درصد اسید اولئیک در این ارقام پایین بود. تجزیه خوشه‌ای به طور گسترده‌ای برای تشریح تنوع ژنتیکی و گروه بندی جوامع براساس صفات مشابه مورداستفاده قرار گرفته است (سوری و همکاران 1384).

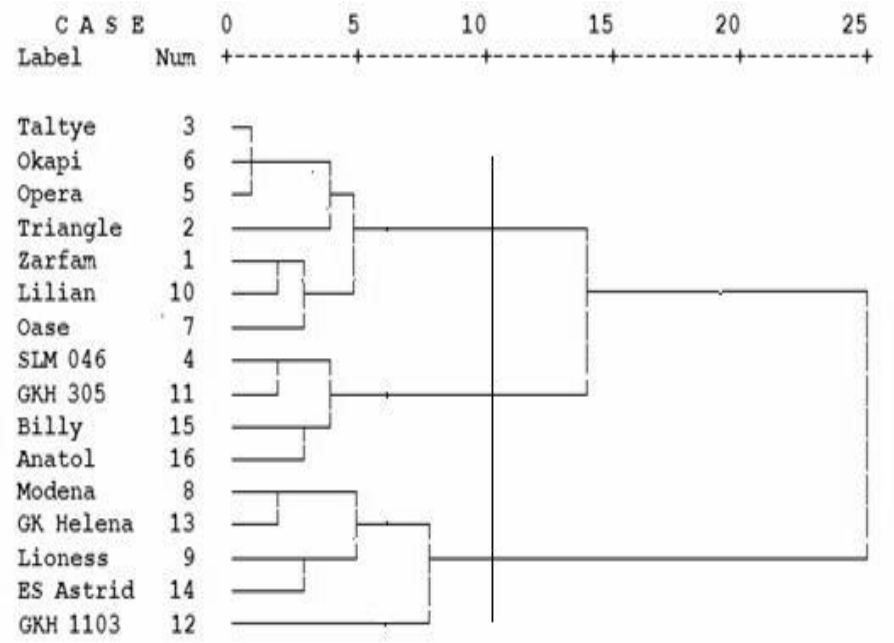
جدول 6- ضرایب همبستگی بین صفات مختلف در بررسی ارقام کلزا در منطقه اراک

	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در خورجین	تعداد خورجین در بوته	طول دوره گلدهی	طول دوره رشد	درصد روغن	درصد پروتئین	گلیکوزینولات	اسید پالمتیک	اسید نسترونیک	اسید اولئیک	اسید لینولنیک	اسید لینولنیک	اسید بهنوفلنیک
عملکرد دانه	۱														
وزن هزار دانه	۰/۷۶۲	۱													
تعداد دانه در خورجین	-۰/۴۴۹	-۰/۰۷۵	۱												
تعداد خورجین در بوته	۰/۰۵۷	-۰/۳۵۱	-۰/۰۶	۱											
طول دوره گلدهی	-۰/۱۵	۰/۵۴۸**	۰/۱۵۴	۰/۰۰۸	۱										
طول دوره رشد	۰/۵۸۲**	۰/۱۴۸	۰/۰۸۲	۰/۰۱۹	۰/۴۶۹	۱									
درصد روغن	۰/۰۱۱	۰/۱۷۳	۰/۱۸۵	۰/۰۹۸	۰/۰۴۴	۰/۰۰۲	۱								
درصد پروتئین	-۰/۲۲۷	-۰/۳۵۵	۰/۲۹۸	۰/۳۲۷	۰/۴۹	-۰/۲۹	۰/۴۷	۱							
گلیکوزینولات	۰/۱۹۶	-۰/۰۹۵	۰/۰۲۵	۰/۲۲۶	-۰/۰۸۳	۰/۴۷۳*	-۰/۰۵۱	۰/۴۷	۱						
اسید پالمتیک	۰/۳۴۷	۰/۲۴۷	۰/۵۹۴	۰/۱۸۷	۰/۰۴۱	۰/۱۷۹	۰/۴۱۷	۰/۰۵۳	۰/۱۳۵	۱					
اسید نسترونیک	۰/۱۸۸	۰/۳۱۰	۰/۱۳۴	۰/۵۴۵*	۰/۳۳۱	۰/۰۰۷	۰/۳۰۶	۰/۱۸۳	-۰/۰۳۳	-۰/۶۰۵*	۱				
اسید اولئیک	۰/۰۱۴	۰/۰۶	-۰/۳۱۰	-۰/۴۲۷**	۰/۱۰۲	-۰/۳۷۳	۰/۲۷۸	-۰/۳۱۳	-۰/۲۰۳۹	-۰/۳۱۲	۰/۱۰۷	۱			
اسید لینولنیک	۰/۲۵۶	۰/۰۳۲	۰/۲۰۴	۰/۳۴۵	۰/۰۱۱	۰/۵۰۷*	-۰/۳۴۵	۰/۲۱۹	۰/۲۱۳*	۰/۳۸۵	۰/۱۰۴	۰/۸۲۷**	۱		
اسید لینولنیک	۰/۰۱۲	-۰/۱۸۸	۰/۲۴۵	۰/۵۸۶*	-۰/۰۹۵	۰/۱۹۵	-۰/۰۹۲	۰/۲۰۶	۰/۳۳۹	-۰/۰۷۸	-۰/۳۰۹	-۰/۸۰**	۰/۶۳۱**	۱	
اسید بهنوفلنیک															

*و** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال 5% و 1%



شکل 1- دندروگرام صفات ریخت شناسی 16 رقم کلزا با استفاده از روش وارد و ضریب فاصله توان دوم اقلیدسی



شکل2- دندروگرام صفات کیفی بذر 16 رقم کلزا با استفاده از روش وارد و ضریب فاصله توان دوم اقلیدسی

نتیجه گیری کلی

با توجه به همبستگی صفات، با افزایش طول دوره‌ی رشد، عملکرد دانه افزایش یافته و با کاهش طول دوره گلدهی، وزن هزار دانه افزایش می‌یابد ولی روی عملکرد دانه تأثیر چندانی ندارد. از نظر تجزیه خوشه‌ای صفات کمی، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در چهار گروه قرار گرفتند. رقم Anatol به دلیل پایین بودن وزن هزار دانه و عملکرد دانه و دوره گلدهی طولانی نسبت به سایر گروه‌ها به تنهایی در یک گروه قرار گرفت.

ژنوتیپ‌ها از نظر صفات کیفی در سه گروه قرار گرفتند. ارقام GKH 305، Billy، Anatol و SLM 046 که یک زیر گروه را به خود اختصاص دادند، از نظر درصد روغن و اسید اولئیک در سطح بالایی قرار داشتند و درصد اسید لینولئیک و میزان گلوکوزینولات در این ارقام پایین بود. بنابراین زیر گروه فوق از نظر صفات کیفی از مطلوبیت بیشتری برخوردار بود. در مجموع بیشترین میزان درصد روغن و عملکرد دانه در یک سال مربوط به رقم Billy بود.

منابع مورد استفاده

آلیاری ه و شکاری ف، 1379. دانه‌های روغنی. انتشارات عمیدی تبریز.

آیینه بند الف، 1371. بررسی اثر تاریخ کاشت و عملکرد اجزای عملکرد ارقام کلزای پاییز. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

آئین الف، 1384. بررسی و مقایسه عملکرد ارقام پیشرفته کلزا در منطقه جیرفت. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره 77. صفحه‌های 120 تا 124.

انوری م ت، 1376. بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

بی نام، 1388. مؤسسه استاندارد ملی روش ISO.. تهران.

پور عیسی م، نبی پور م و مامقانی ر، 1385. مطالعه همبستگی صفات و آنالیز علیت عملکرد دانه در ارقام کلزا. صفحه 245. چکیده مقالات نهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. پردیس ابوریحان _ پاکدشت تهران.

خواجه پور م، 1370. تولید نباتات صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.

سوری ج، دهقانی ح و صباغ پور س.ح، 1384. مطالعه ژنوتیپ‌های نخود در شرایط تنش آبی مجله علوم کشاورزی ایران. دوره 36، شماره 6. صفحه‌های 1517 تا 1527.

شریعتی ش و قاضی شهنی‌زاده پ، 1379. کلزا. نشر آموزش کشاورزی.

شیرانی راد .ح و احمدی م ر، 1374. اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر صفات زراعی دو رقم کلزای پاییزه در منطقه کرج. نشریه نهال و بذر. جلد یازدهم، شماره 2. صفحه‌های 9-21.

عزیزی م، سلطانی الف و خاوری خراسانی س، 1385. کلزا، فیزیولوژی، زراعت، به‌نژادی و تکنولوژی زیستی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد.

فرجی الف، 1384. مطالعه عملکرد، خصوصیات زراعی و همبستگی صفات هیجده رقم کلزای بهاره در منطقه گنبد. مجله نهال و بذر، جلد بیست و یکم، شماره 3. صفحه‌های 385 تا 396.

فنایی ح ر، قنبری پنجار ا، اکبری مقدم ح، سلوکی م و ناروئی راد م ر، 1387. ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات زراعی ژنوتیپ‌های بهاره کلزا در منطقه سیستان. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره 79. صفحه‌های 36 تا 44.

مطلبی پور ش، احمدی م ر و جوکار ل، 1379. بررسی سازگاری و مقایسه عملکرد ارقام و لاین‌های کلزا در زردقان (فارس). مجله علوم زراعی ایران. جلد دوم، شماره 3. صفحه‌های 39 تا 50.

ناصری ف، 1370. دانه های روغنی (ترجمه). انتشارات قدس روضوی، مشهد.

نبوی ع، 1374. بررسی اثر تراکم و تاریخ کاشت بر عملکرد و مراحل فنولوژیکی ارقام کلزا. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه مشهد.

ولی اله ر، رضایی ع ا و سعیدی ق ا، 1382. مطالعه ژنتیکی عملکرد، گلوکوزینولات‌ها و درصدهای روغن و پروتئین در کلزا (*Brassica napus* L.). تحقیقات کشاورزی ایران، جلد بیست و دوم، شماره 2. صفحه‌های 50 تا 119.

Abuzeid AE and Wilcokson SJ, 1989. Effect of sowing date, plant density and year on growth and yield of Brussels Sprouts (*Brassica oleracea*). Agric Sci Camb 112: 359- 375.

Behrens T, 2002. Stickstoffeffizienz vonWinterraps (*Brassica napus* L.) in Abha¨ngigkeit von der Sorte sowie einer in Menge. In: Zeit und Form variierten Stickstoffdu¨ngung, Cuvillier Verlag, Gottingen.

Bilsborrow PE, Evans EJ and Zhao FJ, 1993. The influence of spring nitrogen on yield, yield components and glucosinolate content of autumn-sown oilseed rape (*Brassica napus* L.). Agric Sci Camb 120: 219–224.

Degenhart DF and Hondva ZP, 1981. the influence of seeding date and seedig rate on seed yield and growth characteris of five genotype of B.napus. J. plant Scie. 61: 158 – 190.

Downey R.K and Röbbelen G, 1989. Brassica species. Pp. 339–62. In: R.K. Downey,G. Röbbelen, and A. Ashri (eds). Oil Crops of the World, McGraw–Hill, USA.

Evanze EG, 1984. Pre-antesis growth and its influence on seed yield in winter oil seed rape. Asp of App Bio 6: 81-90.

Faratulla H, Sardar A and Farman U, 2004. Comparative yield potential and quality characteristics of advanced lnes of rapseed. Agric & Bio 6: 203 – 205.

Fayyaz H, Manaf A, Qadir G and Basra SH, 2007. Effects of sulphur on seed yield, oil, protein and glucosinolates of canola cultivars. Agric. & Bio 3:504–508.

Fieldsend JK, Murray FE, Bilsborrow PE, Milford GFJ and Evans EJ, 1991. Glucosinolate accumulation during seed development in winter sown oilseed rape. Pp.686-694. Processing of the 8th International Congress on Rapeseed Congress. Saskatoon, Canada.

Habekotte B, 1993. Quantitative analysis of pod formation seed and filling in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) under field crop condition. Field crop Res 35: 27- 33.

Hodgson AS, 1978. Rapeseed adaptation in nothern NSW. I. phenological responses to vernalization temprature and photoperiod by annual and bienial cultivars of *Brassica napus* and *Brassica compestris*. Aust J Agric Res 29: 693-710.

Johnson HW., Robinson HF and Comstock RE, 1995. Genotypic and phenotypic correlations in soybean and thier implications in selection. Agron J 47:477-483.

Khan SA, Aziz P, Khan KH, Khan JI, Sabirand AW and Alik AAM, 1984. Development of erucic acid and glucosinolates free raoesed (crucifers) in pakstan. 1. Current status of cultivated crucifers in pakestan. Pakestan J Ind Res 27: 146 – 51.

Kuhlmann H, Friedt W and Marquard R, 1991. Effect of silique position seed glucosinolate content studied in doubled haploid rapeseed. Pp. 541-544. Processing of the 8th International Congress on Rapeseed Congress. Saskatoon, Canada.

Marzi V, 1997. Synthesis of the results from the national network of rape variety evalution. Plant Breed 67(81): 1159.

Metcalf LC, Schmitz AA and Pelka JR, 1966. Rapid preparation of methyl esteres from lipid for gas chromatography analysis. Analytical chem 38: 514-515.

Norton G, Bilsborrow PE, 1991. Comparative physiology of divergent type of winter rape seed. Pp. 578-583. Processing of the 8th International Congress on Rapeseed Congress. Saskatoon, Canada. Canada.

Rao MSS and Mendham NJ, 1991. Comparison of canola (*Brassica campestris* and *Brassica napus*) oilseed rape using different growth regulators, plant population densities and irrigation treatments. Agric Sci Camb 177: 177-187.

Rathke GW, Christen O, Diepenbrock W, 2006. Welchen Beitragleisten Vorfrucht und Stickstoffdu¨ngung fu¨r den Ertrag vonWinterraps?. Pp. 149–156. UFOP-Schriften Heft 29, O¨ l- und Proteinpflanzen, OIL.

SAS Institude Inc, 1997. SAS user guide (SAS Inc: Cary, NC).

Spasibionek S, Krzymański J, Bartkowiak-Broda I, 2003. Mutants of *Brassica napus* with changed fatty acid composition. Pp. 221-223. Processing of 11th Internatinal Rapeseed Congress. Kopenhaga, Dania.

Tayo TO. and Morgan DG, 1975. A quantitative analysis of the growth development and the distribution of yield on oil-seed rape (*Brassica napus* L.). Agric Sci Camb 85: 103-110.

Thurling N, 1974. Morphological determinants of yield in rapseed (*Brassica compestris* and *Brassica napus*). II. yield components. Aust J. of Agric Res 25: 711-721.

Yaniz Z, Elber Y, Schafferman D and Zar M, 1991. The effect of temperature of the fatty acid composition of high and low erucic acid rape cultivars. Pp. 1821-1825. Processing of the 8th International Congress on Rapeseed Congress. Saskatoon, Canada.

Zaho JY, Chen ML and Zag DQ, 1991. Analysis of the growth patterns yield components of rapeseed (*Brassica napus* L.). Acta Agric Zhegian 174 – 180.