تجزیه مسیر عملکرد روغن و صفات زراعی در چهارده رقم کلزا (*Brassica napus* L.)

محمد ربیعی[1*]، مهدی رحیمی[2] و مجتبی کردرستمی[3]

تاریخ دریافت : 89/9/22 تاریخ پذیرش : 90/8/5

1- پژوهشگر موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران

2- دانشجوی دکتری اصلاح نباتات، گروه اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

3- دانشجوی کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی، گروه بیوتکنولوژی، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

* مسئول مکاتبه : E-mail: rabiee_md@yahoo.co.uk

چکیده

به منظور برآورد ارتباط بین صفات کمی کلزا با استفاده از ضرایب همبستگی و رگرسیون و همچنین تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات خاص بر عملکرد روغن از طریق تجزیه مسیر، 14 رقم کلزا در دو سال متوالی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در موسسه تحقیقات برنج کشور در سال زراعی 84 تا 86 مورد بررسی قرار گرفته و 13 صفت اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از تجزیه مرکب آزمایش نشان داد که بین سال های مورد آزمایش، رقم و سال×رقم برای اکثر صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود داشت که دلالت بر وجود تنوع ژنتیکی بالا در بین ارقام است. عملکرد روغن همبستگی مثبت معنی‌داری را با عملکرد دانه، وزن هزار دانه و درصد روغن نشان داد، در حالی که با صفت تعداد روز تا خورجین دهی همبستگی منفی و معنی‌داری داشت. رگرسیون گام به گام برای عملکرد روغن نشان داد که صفات عملکرد دانه، درصد روغن و روز تا گلدهی بیشترین تأثیر را بر عملکرد روغن داشتند و 99/1 درصد از تغییرات عملکرد روغن را توجیه کردند. بر اساس نتایج تجزیه مسیر، بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد روغن را عملکرد دانه و به دنبال آن درصد روغن داشتند. بر اساس نتایج حاصله عملکرد دانه و وزن هزار دانه به عنوان یک شاخص گزینشی برای رسیدن به عملکرد روغن بالا پیشنهاد شد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه مسیر، عملکرد دانه، عملکرد روغن، کلزا، همبستگی

Study of Correlation and Path Coefficient Analysis between Oil Yield and Agronomical Characters in fourtheen Cultivars of Rapeseed (*Brassica napus* L.)

M Rabiee[1*], M Rahimi[2] and M Kord-Rostami[3]

Received: 13 December 2010 Accepted: 06 November 2011
[1]Researcher of Rice Research Institute, Rasht, Iran
[2]PhD Student of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran
[3]MSc Student of Agricultural Biotechnology, Dep. of Biotechnology, Faculty of Agricultural Sciences, Guilan University, Rasht, Iran
*Corresponding author: Email: rabiee_md@yahoo.co.uk

Abstract

In order to estimate relationship among rapeseed quantitative traits using correlation and regression coefficients, as well as to assess direct and indirect effects of specific traits to oil yield via path analysis, 14 rapeseed cultivars in two years were evaluated using randomized complete block design with three replications in Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran during 2005-2007 cropping seasons and 13 traits were measured. The results of combined analysis showed significant difference among years, genotypes and year× genotype for most studied trait that be indicated the existence of genetic variation among varieties. Oil yield had a significant positive correlation with grain yield, oil percent and grain weight, while had a significant negative correlation with DS. Results of stepwise regression analysis of oil yield showed that traits grain yield, oil percent and days to flowering had the highest effect on oil yield and was attributed 99.1% of oil yield variation. According to path analysis, grain yield and followed by oil percent had the highest direct effects on oil yield. Based on the results grain yield and grain weight was proposed as selective index to reach the high oil yield.

Keywords: Correlation, Grain yield, Oil yield, Path analysis, Rapeseed

مقدمه

توجه به کشت گیاه روغنی کلزا در اراضی شالیزاری به دلیل درصد بالا و کیفیت مناسب روغن به منظور تأمین قسمتی از روغن مصرفی مورد نیاز کشور از اهمیت زیادی برخوردار است. بهبود عملکرد دانه و در نتیجه عملکرد روغن در کلزا موضوع اصلی اصلاح کنندگان کلزا می‌باشد. عملکرد دانه و روغن صفات کمی بوده که بیشتر تحت تاثیر محیط قرار می‌گیرد و از این رو وراثت پذیری کمی دارند (براندل و مک‌ویتی 1989). در نتیجه، پاسخ به انتخاب مستقیم برای عملکرد دانه و روغن ممکن است غیر قابل پیش بینی باشد مگر اینکه به خوبی تنوع محیطی کنترل شود. اصلاح کنندگان نبات به ندرت علاقمند به اصلاح یک صفت هستند و بنابراین نیاز به بررسی روابط بین صفات مختلف، به خصوص بین عملکرد دانه و صفات دیگر وجود دارد. در چنین شرایطی همبستگی‌ها ممکن است به خوبی ارتباط‌ها را

روشن نکنند و بنابراین اصلاح‌کندگان از استراتژی انتخاب مستقیم و غیر مستقیم برای تصمیم‌گیری استفاده می‌کنند (اوفوری 1996).

تجزیه مسیر یک روش آماری است که به اصلاح‌کندگان گیاه کمک می‌کند تا اثرات مستقیم و غیرمستقیم را توجیه نمایند و بنابراین به طور گسترده‌ای به وسیله محققین در برنامه‌های اصلاحی گونه‌های مختلف گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد (تونکتورک و سیفتسی، 2007).

بررسی‌های متعددی در زمینه ارتباط و همبستگی صفات مهم زراعی و عملکرد روغن در کلزا انجام گرفته که از آن جمله به تحقیقات مرجانویک-جیرومیلا و همکاران (2007) می‌توان اشاره کرد که نشان دادند عملکرد روغن با محتوای روغن، تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار دارد. همچنین نتایج آنها نشان داد که عملکرد دانه و به دنبال آن محتوای روغن روی عملکرد روغن بیشترین اثر مثبت و معنی‌دار را دارند. همچنین اوزر و همکاران (1999) با بررسی ارقام کلزا در دوسال نشان دادند که محتوای روغن همبستگی مثبت و معنی‌دار با صفات روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد دانه در خورجین، طول خورجین و عملکرد دانه فقط در سال اول دارد در حالی که با وزن هزار دانه در دو سال همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. آنها پیشنهاد کردند که وزن هزار دانه و تعداد خورجین در بوته می‌تواند به عنوان معیار انتخاب معرفی شود. میرموسوی و همکاران (1385) نیز همبستگی منفی و معنی‌دار درصد روغن را با عملکرد دانه، مقاومت به خوابیدگی، روز تا گلدهی، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و ارتفاع بوته نشان دادند و گزارش کردند که درصد روغن با وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد. آنها صفات طول دوره رویشی، وزن هزار دانه و درصد پروتئین را صفات موثر بر درصد روغن نشان دادند و اثر مسقیم وزن هزار دانه بر درصد روغن را مثبت و بالا گزارش کردند. در مطالعه دیگری که برادران و همکاران (1385) بر روی ارقام کلزا انجام دادند، همبستگی مثبت و معنی‌دار درصد روغن با وزن هزار دانه را گزارش کردند در حالی که این صفت با صفات عملکرد دانه، تعداد خورجین در بوته، عملکرد بیولوژیکی، تعداد شاخه‌های فرعی و قطر ساقه همبستگی منفی و معنی‌داری داشت. همچنین نتایج اثر مستقیم و بالای وزن هزار دانه را بعد از درصد روغن بر روی عملکرد نشان داد در حالی که همبستگی آن با عملکرد منفی و ناچیز بود و بنابراین وزن هزار دانه به عنوان یک معیار انتخاب معرفی شد. خان و همکاران (2006)گزارش نمودند که عملکرد دانه در واحد بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد شاخه‌های فرعی درجه اول، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، طول خورجین و عملکرد دانه در واحد کرت دارد. در مطالعه‌ای دیگر خان و همکاران (2008) همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه را با طول خورجین و تعداد دانه در خورجین گزارش کردند. نتایج همچنین همبستگی منفی و معنی‌دار عملکرد با تعداد شاخه‌های فرعی درجه اول را نشان داد. مطالعات تونکترک و سیفتسی (2007) نشان داد که با افزایش تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، تعداد شاخه‌های فرعی و وزن هزار دانه، عملکرد دانه افزایش می‌یابد و همبستگی مثبت و معنی‌داری بین این صفات و عملکرد دانه وجود دارد. همچنین نتایج هیچ همبستگی معنی‌داری بین محتوای روغن با سایر صفات را نشان نداد. سلیمانزاده و همکاران (1386) در تحقیقات خود همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه با صفات تعداد دانه در خورجین و تعداد خورجین در بوته را نشان دادند و در مقابل گزارش کردند که عملکرد با صفات تعداد روز تا رسیدگی و تعداد روز تا گلدهی همبستگی منفی و معنی‌داری دارد. در مطالعه دیگری مارجانویک-جیرومیلا و همکاران (2008) همبستگی مثبت و معنی‌دار ارتفاع بوته، ارتفاع اولین شاخه فرعی، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه را با عملکرد دانه گزارش کردند. ایوانوسکا و همکاران (2007) نیز با مطالعه بر روی ارقام کلزا در دو مکان نشان دادند که عملکرد دانه با صفات تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد خورجین، طول خورجین ، وزن دانه در خورجین و وزن هزار دانه در هر دو مکان همبستگی

مثبت و معنی داری دارد و با ارتفاع بوته در یک مکان همبستگی داشت. نتایج همچنین حاکی از اثرات مستقیم بالا برای تعداد خورجین در بوته و به دنبال آن وزن دانه در خورجین در هر دو مکان بود و این صفات به عنوان شاخص انتخاب تعیین شدند.

اکثر مطالعات نشان داده‌اند که صفات وزن هزار دانه، عملکرد دانه، طول خورجین و تعداد دانه و خورجین بیشترین همبستگی و اثر را بر عملکرد روغن دارند و همچنین وزن هزار دانه و عملکرد دانه به عنوان صفات موثر برای گزینش ارقام با روغن بالا پیشنهاد شده‌اند.

هدف از انجام این آزمایش تعیین ویژگی‌های موثر بر عملکرد دانه و روغن، درک بهتر از روابط این صفات با یکدیگر و همچنین یافتن روابط بین عملکرد روغن با صفات مورد بررسی بود. در نهایت، با محاسبه مقدار اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات بر عملکرد روغن و مقایسه آنها با هم، صفات موثر و مهم به عنوان شاخص انتخاب در کلزا انتخاب شدند تا از این صفات به عنوان معیار گزینشی برای رسیدن به ارقام و ژنوتیپ‌های پرعملکرد و درصد روغن بالا استفاده شود.

مواد و روش‌ها

تعداد 14 رقم کلزا که از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه شده بود، در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در 3 تکرار در اراضی شالیزاری موسسه تحقیقات برنج کشور در رشت در سالهای زراعی 86-1384 به مدت دو سال زراعی کشت گردیدند. ارقام مورد بررسی عبارت بودند از: Y3000, Sarigol, Syn-3, Option500, PP308/8, PP308/3, PP401/15E, PR401/16, Hyala60, Hyola401, Hyola420, Hyola330, Hyola308 و RGS003. هر واحد آزمایش شامل هشت خط کاشت به فاصله 25سانتی‌متر و به طول پنج متر بود و فاصله بین واحدها یک متر و بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. بعد از برداشت برنج در اوایل مهر عملیات شخم با استفاده از گاو آهن برگردان صورت گرفته و برای مبارزه با علف‌های هرز از علف‌کش ترفلان به میزان سه لیتر در هکتار استفاده گردید و یک سوم کود نیتروژن و تمام کود فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم مورد نیاز برحسب آزمون خاک به مزرعه داده شد. کاشت بذور در اوایل آبان به صورت دستی و میزان بذر مصرفی در هر واحد، 10 گرم و برحسب 10 کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. در طول رشد از صفاتی چون تعداد روز تا شروع گلدهی، شروع خورجین‌دهی، مقاومت به ورس و تعداد روز تا رسیدگی یادداشت برداری به عمل آمد. محاسبه عملکرد دانه براساس رطوبت ده درصد پس از حذف دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت انجام شد. اندازه‌گیری صفات زراعی شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و طول خورجین بر روی ده بوته تصادفی از هر واحد آزمایشی انجام شد. اندازه‌گیری درصد روغن با استفاده از دستگاه NMR و عملکرد روغن هم از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد روغن محاسبه شد. وزن تعداد 1000 دانه تصادفی از هر واحد آزمایشی به عنوان وزن هزار دانه منظور شد. آزمون نرمال بودن، افزایشی بودن اثرات تیمار و تکرار و آزمون بارتلت انجام شد.

تجزیه ضرایب همبستگی فنوتیپی، رگرسیون گام به گام و تجزیه مسیر بر روی میانگین کل صفات در دو سال انجام شد. کلیه تجزیه‌ها با استفاده از نرم افزارهای SAS ver. 9.2 (SAS, 2010)، SPSS 19.0 (SPSS, 2010) و Amos 19.0 (Arbuckle, 2010) انجام گردید.

نتایج و بحث

قبل از انجام تجزیه مرکب نتایج دو سال آزمایش، به منظور اطمینان از یکنواختی واریانس اشتباهات آزمایشی از آزمون بارتلت استفاده گردید. برای اینکه تفاوت معنی‌دار بین ارقام به طور دقیق‌تر محاسبه و به اثر متقابل رقم × سال نسبت داده نشود، تجزیه مرکب دو آزمایش در قالب تجزیه ادغام شده انجام شد تا بر اساس آن اثر متقابل رقم × سال محاسبه و از اثر واقعی ارقام تفکیک شده و واریانس حقیقی ارقام مورد آزمون

قرار گیرد. در این تجزیه، رقم به عنوان فاکتور ثابت و سال به عنوان فاکتور تصادفی آزمایشی در نظر گرفته شد و آزمون فرض معنی‌دار بودن تفاوت حقیقی بین ارقام بر مبنای امید ریاضی میانگین مربعات منابع تغییر مختلف انجام شد. نتایج حاصل از تجزیه مرکب آزمایش نشان داد که بین سال های مورد آزمایش، رقم و سال×رقم برای اکثر صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. نتایج حاصل نشان داد که اثر سال برای کلیه صفات معنی‌دار بود، به این مفهوم که دو سال زراعی اثر یکسانی بر روی صفات مذکور نداشتند یا به عبارت دیگر تغییر در میزان این صفات در دو سال معنی‌دار بوده است. اثر متقابل رقم × سال نیز برای اکثر صفات معنی‌دار بود، به این مفهوم که واکنش رقم‌های مختلف در شرایط دو سال یکسان نبوده است. ، به طوری که برای اکثر صفات، میانگین آن‌ها در سال اول آزمایش بیشتر از سال دوم بود که علت آن را می توان به مساعد بودن شرایط آب و هوایی به خصوص در ابتدای فصل رشد سال اول نسبت داد که باعث سبز یکنواخت واستقرار مناسب گیاهچه ها گشته و با انجام فتوسنتز مناسب شرایط ایده‌ال برای ایجاد یک مزرعه خوب با عملکرد بالا را ایجاد نمودند (جدول1).

جدول دو ضرایب همبستگی فنوتیپی صفات مورد بررسی را نشان می‌دهد. بررسی ضرایب همبستگی نشان داد که عملکرد روغن با صفات عملکرد دانه، درصد روغن و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد در حالی که با صفت تعداد روز تا خورجین‌دهی همبستگی منفی و معنی‌داری داشت. عملکرد دانه هم با صفات طول خورجین و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت در حالی که با صفت تعداد روز تا خورجین دهی همبستگی منفی و معنی‌داری نشان داد. نتایج مرجانویک-جیرومیلا و همکاران (2007) و باسالما و همکاران(2008) نیز همانند این تحقیق حاکی از همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد روغن با عملکرد دانه بود. همبستگی درصد روغن با عملکرد دانه در این مطالعه معنی‌دار نبود در حالی که بیات و همکارن (1387) و اوزر و همکاران (1999) همبستگی درصد روغن با عملکرد را دانه مثبت و معنی‌دار نشان دادند و در مقابل میرموسوی و همکاران (1385) و براداران و همکاران (1385) همبستگی منفی و معنی‌دار درصد روغن با عملکرد دانه را گزارش کردند که نتایج این محققین با نتایج این تحقیق متفاوت است که می‌تواند به دلیل اثر محیط و همچنین تعداد کم ارقام باشد که باعث کاهش درجه آزادی و عدم معنی‌داری شده است در حالی که همبستگی نسبتاً بالایی (r =0/50) بین درصد روغن و عملکرد دانه وجود دارد.

در کل با توجه به نتایج حاصل، برای رسیدن به ارقام پرعلمکرد باید به دنبال گزینش ارقامی بود که از لحاظ طول خورجین و وزن هزاردانه در حد بالا ولی از لحاظ تعداد روز تا خورجین دهی در حد پایینی باشند. بنابراین با گزینش غیرمستقیم ارقام از لحاظ این صفات می‌توان به ارقام پرعملکرد و در نتیجه به ارقام با عملکرد روغن بیشتر دست یافت. همبستگی بین صفات تعداد روز تا گلدهی، خورجین دهی و رسیدگی با وزن هزار دانه و عملکرد دانه و روغن منفی بود. محققین دیگر (بیات و همکارن 1387 و علی و همکاران 2003) همبستگی بین این صفات را منفی گزارش کرده‌اند که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. با توجه به این نتایج می‌توان با گزینش منفی بر روی این صفات به ارقام با طول دوره رویشی و رسیدگی کمتر و عملکرد بالاتر که مناسب کشت در شالیزار هستند دست یافت.

جدول 1-خلاصه تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	صفات مورد مطالعه[a]						
		PH	GY	NBP	SL	NSP	NSS	GW
سال	1	3979/94**	4180278/14**	0/0171^{ns}	66/234**	2096*	44/37**	2/725**
تکرار داخل سال	4	11/01	134620/62	0/431	0/047	81/71	1/41**	0/082
رقم	13	409/147^{ns}	908511/44*	1/0355^{ns}	0/501**	3409/11*	25/49**	0/578^{ns}
سال*رقم	13	173/940**	238257/14*	0/898*	0/138^{ns}	947/89 *	2/96^{ns}	0/687**
خطای کل	52	67/8456	121280/85	0/408	0/107	478/14	4/002	0/243
ضریب تغییرات (درصد)		5/84	12/96	12/92	5/67	15/15	9/67	12/46

^{ns}، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5% و 1%.

PH: ارتفاع بوته، GY: عملکرد دانه، NBP: تعداد شاخه فرعی در بوته، SL: طول خورجین، NSP: تعداد خورجین در بوته، NGS: تعداد دانه در خورجین ، GW: وزن هزار دانه.

ادامه جدول 1-

منابع تغییرات	درجه آزادی	صفات مورد مطالعه[a]					
		DF	DS	DR	OP	OY	RL
سال	1	624/29 **	804/76**	738/107**	694/197**	14652/004**	2/678*
تکرار داخل سال	4	0/845	1/226	2/55	0/583	10016/182	1/488
رقم	13	177/56*	130/51^{ns}	105/91**	9/496**	225962/606**	4/678**
سال*رقم	13	51/40**	59/505**	23/38**	5/679^{ns}	41496/105^{ns}	0/268^{ns}
خطای کل	52	2/511	1/841	1/021	3/22	23609/004	0/500
ضریب تغییرات (درصد)		1/25	0/891	0/48	4/17	13/332	9/89

^{ns}، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5% و 1%.

DF: تعداد روز تا گلدهی، DS: تعداد روز تا خورجین دهی، DR: تعداد روز تا رسیدگی، OP: درصد روغن، OY: عملکرد روغن، RL: مقاومت به ورس.

برای حذف اثر صفات غیرموثر یا کم تاثیر در مدل رگرسیونی بر روی عملکرد روغن (متغیر وابسته) از رگرسیون گام به گام استفاده شد. نتایج رگرسیون گام به گام در جدول 3 نشان داده شده است. نتایج نشان داد که عملکرد دانه، درصد روغن و تعداد روز تا گلدهی به ترتیب دارای بیشترین اثر روی عملکرد روغن بوده و 99/1 درصد از تغییرات عملکرد روغن را توجیه نمودند (جدول 3). میرموسوی و همکاران (1385) نشان دادند که صفات طول دوره رویشی، وزن هزار دانه و درصد پروتئین صفات موثر بر عملکرد روغن می‌باشند، اما ضریب تبیین مدل آنها 0/532 بود که از نتایج تحقیق حاضر بسیار کمتر بود.

در مرحله بعد هر کدام از صفات وارد شده در مرحله قبل به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شدند و بقیه صفات (بجز عملکرد روغن، عملکرد دانه، درصد روغن و تعداد روز تا رسیدگی) به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که تعداد روز تا خورجین‌دهی، طول خورجین و وزن هزار دانه به ترتیب دارای بیشترین اثر روی عملکرد دانه بوده و 80/1 درصد از تغییرات آن را توجیه نمودند. صفت وزن هزار دانه به عنوان صفت موثر بر درصد روغن بود و 35/4 درصد تغییرات آن را توجیه نمود. همچنین صفت تعداد روز تا رسیدگی به عنوان صفت موثر بر تعداد روز تا رسیدگی بود و 74/6 درصد تغییرات آن را توجیه نمود. ضریب عامل تورم واریانس برای این صفات بین 1 تا 1/173 متغیر بود و عدم وجود چند هم خطی را نشان داد. نتایج تجزیه مسیر در شکل1 ارائه شده است. نتایج نشان داد که عملکرد دانه بیشترین اثر مستقیم و مثبت را بر عملکرد روغن با مقدار 0/94 داشت و میزان آثار غیرمستقیم این صفت از طریق صفات دیگر ناچیز بود. از اینرو، عملکرد دانه می‌تواند معیار گزینش مناسبی برای افزایش عملکرد روغن در کلزا باشد. پس از آن، صفت محتوای روغن به دلیل اثر مستقیم مثبت و متوسط می‌تواند معیار مناسبی برای گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد روغن بالا باشد، به طوری که انتخاب ژنوتیپ‌های با درصد روغن بالا افزایش عملکرد روغن را به دنبال خواهد داشت. نتایج نشان داد که در مرحله بعد اثر مستقیم صفت وزن هزار دانه بر عملکرد دانه و درصد روغن مثبت و بالاست و بنابراین گزینش بر روی این صفت می‌تواند به طور غیرمستقیم بر افزایش عملکرد روغن نقش داشته باشد. چرا که افزایش این صفت باعث افزایش عملکرد و درصد روغن و در نتیجه افزایش عملکرد روغن خواهد شد. با توجه به نتایج حاصله از تجزیه علیت می‌توان عملکرد دانه و وزن هزار دانه را به عنوان معیاری گزینشی برای رسیدن به عملکرد روغن بالا معرفی نمود.

جدول 2- ضرایب همبستگی فنوتیپی برای صفات مورد مطالعه

صفات	PH	GY	NBP	SL	NSP	NGS	GW	DF	DS	DR	OP	OY	RL
PH	1												
GY	-0/26^{ns}	1											
NBP	-0/47^{ns}	0/52^{ns}	1										
SL	0/13^{ns}	0/55*	-0/02^{ns}	1									
NSP	-0/01^{ns}	0/52^{ns}	0/34^{ns}	0/16^{ns}	1								
NSS	0/38^{ns}	0/16^{ns}	-0/35^{ns}	0/82**	-0/12^{ns}	1							
GW	-0/35^{ns}	0/61*	0/42^{ns}	0/02^{ns}	0/19^{ns}	-0/29^{ns}	1						
DF	0/68**	-0/28^{ns}	-0/34^{ns}	-0/15^{ns}	0/09^{ns}	0/02^{ns}	-0/01^{ns}	1					
DS	0/66*	-0/69**	-0/64*	-0/13^{ns}	-0/31^{ns}	0/23^{ns}	-0/38^{ns}	0/76**	1				
DR	0/81**	-0/37^{ns}	-0/49^{ns}	-0/23^{ns}	-0/16^{ns}	0/03^{ns}	-0/12^{ns}	0/88**	0/70**	1			
OP	-0/35^{ns}	0/50^{ns}	0/46^{ns}	0/08^{ns}	0/29^{ns}	-0/12^{ns}	0/64*	0/12^{ns}	-0/21^{ns}	-0/14^{ns}	1		
OY	-0/25^{ns}	0/98**	0/52^{ns}	0/51^{ns}	0/52^{ns}	0/14^{ns}	0/64*	-0/16^{ns}	-0/60*	-0/30^{ns}	0/64*	1	
RL	-0/25^{ns}	0/01^{ns}	-0/12^{ns}	-0/16^{ns}	0/13^{ns}	-0/13^{ns}	-0/37^{ns}	-0/38^{ns}	-0/34^{ns}	-0/22^{ns}	-0/23^{ns}	-0/02^{ns}	1

^{ns} * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5% و 1%.

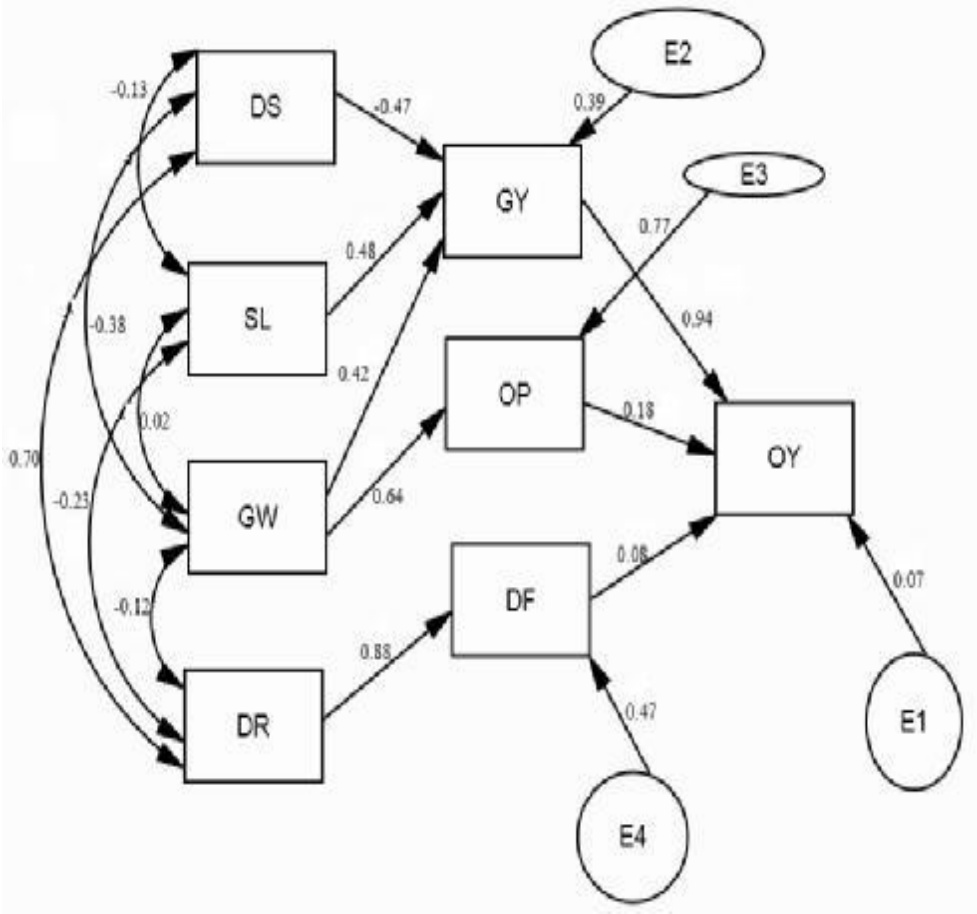
PH: ارتفاع بوته، GY: عملکرد دانه، NBP: تعداد شاخه فرعی در بوته، SL: طول خورجین ، NSP: تعداد خورجین در بوته، NGS: تعداد دانه در خورجین، GW: وزن هزار دانه، DF: تعداد روز تا گلدهی، DS: تعداد روز تا خورجین دهی، DR: تعداد روز تا رسیدگی، OP: درصد روغن، OY: عملکرد روغن، RL: مقاومت به ورس.

اصولاً چنانچه همبستگی بین متغیر مستقل و وابسته تقریباً برابر اثر مستقیم باشد، در آن صورت همبستگی رابطه واقعی خود را نشان می‌دهد و انتخاب مستقیم از طریق این صفت موثر خواهد بود. باسالما و همکاران (2008) نیز نشان دادند که عملکرد دانه و به دنبال آن درصد روغن به ترتیب با اثرات مستقیم (0/883 و 0/453 در سال اول و 0/785 و 0/363 در سال دوم) بیشترین اثرات را روی عملکرد روغن داشتند که با نتایج این تحقیق همخوانی داشت. نتایج مرجانویک-جیرومیلا و همکاران (2007) نیز نتایج این تحقیق را تایید کرد و نشان داد که عملکرد دانه و به دنبال آن درصد روغن بیشترین اثر مستقیم (0/929 و 0/124) را بر عملکرد روغن دارند.

جدول 3- تجزیه رگرسیون گام به گام عملکرد روغن (متغیر وابسته) با سایر صفات مورد مطالعه

مدل	صفات	ضرایب رگرسیون	آماره‌های هم خطی		ضریب تبیین اصلاح‌شده
			ضریب تحمل	ضریب تورم واریانس	
1	عرض از مبداء	-159/63^{ns}			0/955
	عملکرد دانه	0/49**	1	1	
2	عرض از مبداء	-1341/99**			0/986
	عملکرد دانه	0/44**	0/75	1/34	
	درصد روغن	30/64**	0/75	1/34	
3	عرض از مبداء	-1554/95**			0/991
	عملکرد دانه	0/46**	0/63	1/58	
	درصد روغن	26/53**	0/68	1/48	
	تعداد روز تا گلدهی	2/72*	0/83	1/20	

^{ns}، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5% و 1%.



شکل 1- نمودار اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مستقل بر عملکرد روغن کلزا

GY: عملکرد دانه، **SL**: طول خورجین، **GW**: وزن هزار دانه، **DF**: تعداد روز تا گلدهی، **DS**: تعداد روز تا خورجین دهی، **DR**: تعداد روز تا رسیدگی، **OP**: درصد روغن، **OY**: عملکرد روغن.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به ضریب همبستگی و اثرات مستقیم بالای عملکرد دانه بر عملکرد روغن می‌توان تقریبا ارتباط کامل بین عملکرد دانه در هکتار و عملکرد روغن در هکتار را نشان داد که انتظار می رود با توجه به این نتایج عملکرد روغن در هکتار به طور مستقیم از عملکرد دانه در هکتار بدست آمده باشد. بیشترین اثر مستقیم بر روی عملکرد روغن از طریق عملکرد دانه در هکتار برآورد شد، در حالی که تاثیر صفات دیگر مورد مطالعه در این تحقیق بر عملکرد روغن بسیار کم بود. این نتایج نشان می‌دهد که با توجه به همبستگی مثبت و اثر مستقیم بالای وزن هزار دانه بر عملکرد دانه و درصد روغن در مرحله دوم تجزیه مسیر می‌توان این صفت را به عنوان معیار انتخاب غیرمستقیم برای بهبود عملکرد روغن در هکتار استفاده نمود. ارتباط قوی بین عملکرد دانه و صفات تعداد شاخه‌های فرعی در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه ، تعداد روز تا شروع خورجین دهی و تعداد روز تا رسیدگی به دست آمد. بنابراین جهت دستیابی به عملکرد دانه بالا در کلزا لازم است که گزینش مثبت برای صفاتی نظیر وزن هزار دانه، تعداد دانه در خورجین و تعداد شاخه فرعی و گزینش منفی برای روز تا رسیدگی و خورجین دهی به طور همزمان انجام گیرد تا به نتایج مطلوب دست یافت و در تولید ارقام پرعملکرد کلزا گام موثری برداشت. باتوجه به اینکه نتایج حاصل حاکی از این بود که افزایش عملکرد دانه در هکتار و افزایش درصد روغن در دانه به

افزایش عملکرد روغن در هکتار منجر خواهد شد، می‌توان از طریق گزینش این ارقام پرعملکرد به ارقامی که عملکرد روغن بیشتری دارند، دست یافت. همچنین با توجه به اثر مستقیم ناچیز صفت تعداد روز تا گلدهی و همچنین همبستگی منفی صفت تعداد روز تا رسیدگی، خورجین دهی و گلدهی با عملکرد دانه و روغن می‌توان با گزینش منفی بر روی این صفات به ارقام زودرس و پرعملکرد که مناسب کشت در شالیزار هستند دست یافت.

سپاسگزاری

نگارندگان مقاله از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و موسسه تحقیقات برنج کشور که اعتبارات لازم را جهت انجام این تحقیق فراهم نمودند، تشکر و قدردانی می نمایند.

منابع مورد استفاده

برادران ر، مجیدی هروان ا، درویش ف و عزیزی م، 1385. بررسی روابط همبستگی و تجزیه ضرایب مسیر مابین عملکرد و اجزای عملکرد در کلزا (*Brassica napus* L.). علوم کشاورزی، سال 12، شماره 4، صفحه‌های 811 تا 819.

بیات م، ربیعی ب، ربیعی م و مومنی ع، 1387. ارزیابی روابط بین عملکرد دانه و صفات مهم زراعی کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال 12، شماره 45 (ب)، صفحه‌های 475 تا 487.

سلیمان‌زاده ح، لطیفی ن و سلطانی ا، 1386. ارتباط فنولوژی و صفات فیزیولوژیک با عملکرد دانه در ارقام مختلف کلزا تحت شرایط دیم (*Brassica napus* L.). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد 14، شماره 5، صفحه‌های 67 تا 76.

میرموسوی س ع، زینالی ح و حسن‌زاده ع ا، 1385. بررسی همبستگی ژنتیکی درصد روغن با برخی صفات مهم کمی و کیفی در کلزا از طریق تجزیه‌های آماری چند متغییره. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد 37، شماره 1، صفحه‌های 177 تا 186.

Ali N, Javidfar F, Elmira JY and Mirza MY, 2003. Relationship among yield components and selection criteria for yield improvement in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). Pakistan Journal of Botany 35 (2): 167-174.

Arbuckle J.L. 2010. IBM SPSS® Amos™ 19 user's guide. Crawfordville (Fl). Amos Development Corporation.

Basalma D, 2008. The correlation and path analysis of yield and yield components of different winter rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 4(2): 120-125.

Brandle, JK and McVetty PBE, 1989. Heterosis and combining ability in hybrids derived from oilseed rape cultivars and inbred lines. Crop Science 29(5): 1191-1195.

Dofing SM and Knight CW, 1992. Alternative model for path analysis of small-grain yield. Crop Science 32(2): 487-489.

Duarte AR and Adams MW, 1972. A path coefficient analysis of some yield component interrelations in field bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Crop Science 12(5): 579-582.

Ivanovska S, Stojkovski C, Dimov Z, Marjanovic-Jeromela A, Jankulovska M and Jankuloski L, 2007. Interrelationship between yield and yield related traits of spring canola (*Brassica napus* L.) genotypes. Genetika 39(3): 325-332.

Khan FA, Ali S, Shakee A, Saeed A and Abbas G, 2006. Correlation analysis of some quantitative characters in *Brassica napus* L. Journal of Agricultural Research 44(1): 7-14.

Khan S, Farhatuliah I and Khalil H, 2008. Phenotypic correlation analysis of elite F3:4 Brassica populations for quantitative and qualitative traits. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science 3(1): 38-42.

Marjanovic-Jeromela A, Marinkovic R, Mijic A, Jankulovska M and Zdunic Z, 2007. Interrelationship between oil yield and other quantitative traits in rapeseed (*Brassica napus* L.). Journal of Central European Agriculture 8(2): 165-170.

Marjanovic-Jeromela A, Marinkovic R, Mijic A, Zdunic Z, Ivanovska S and Jankulovska M, 2008. Correlation and path analysis of quantitative traits in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). Agriculturae Conspectus Scientificus 73 (1): 13-18.

Ofori I, 1996. Correlation and path-coefficient analysis of components of seed yield in Bambara groundnut (*Vigna subterranean*). Euphytica 91(1): 103-107.

Ozer H, Oral E and Dogru U, 1999. Relationships between yield and yield components on currently improved spring rapeseed cultivars. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 23(6): 603-608.

SAS Institute Inc. 2010. Base SAS 9.2 procedures guide: statistical procedures, third edition: Cary, NC: SAS Institute Inc.

SPSS Inc. 2010. IBM SPSS statistics 19 core system user's guide. USA: SPSS Inc., an IBM Company Headquarters.

Tuncturk M and Çiftci V, 2007. Relationships between yield and some yield components in rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars by using correlation and path analysis. Pakistan Journal of Botany 39(1): 81-84.