

بررسی روابط بین عملکرد دانه و برخی صفات زراعی از طریق تجزیه مسیر و تجزیه به
عامل‌ها در ژنوتیپ‌های آفتابگردان (*Helianthus annuus L.*)

Study of the relationships between yield and some important agronomic traits through
path analysis and factor analysis in sunflower (*Helianthus annuus L.*) genotypes

علی خماری^۱، خداداد مصطفوی^{۲*} و عبدالله محمدی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۶/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱/۲۰

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی روابط بین صفات مؤثر بر عملکرد دانه ارقام آفتابگردان انجام شد. طرح مورد استفاده بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. صفات عرض بذر، قطر بذر، طول بذر و وزن صد دانه دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد بودند. در تجزیه رگرسیون گام به گام صفت عرض دانه اولین صفتی بود که وارد مدل شد و حدود ۶۷ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نمود. صفات طول بذر و قطر ساقه به ترتیب بعد از صفت عرض دانه وارد مدل شدند و در مجموع ۸۸ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کردند. نتایج تجزیه علیت نشان داد که هر یک از صفات عرض دانه، طول دانه و قطر ساقه به ترتیب بیشترین اثر مستقیم و مثبت را بر عملکرد دانه دارند. در این بررسی سه عامل مستقل مجموعاً ۷۵ درصد از تغییرات کل داده‌ها را تبیین نمودند. عامل اول با توجیه ۳۵/۵ درصد از تغییرات داده‌ها شامل صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته، طول برگ و عرض برگ بود که به نام عملکرد دانه نام‌گذاری شد. عامل دوم با توجیه ۲۶ درصد از تغییرات کل شامل صفات طول بذر و وزن صد دانه بود و به نام مشخصات بذر نام‌گذاری شد. عامل سوم شامل صفات قطر ساقه، عرض برگ و عرض بذر با توجیه ۱۳/۴ درصد از واریانس داده‌ها به نام قطر بوته نام‌گذاری شد.

کلمات کلیدی: آفتابگردان، تجزیه به علیت، عملکرد دانه، همبستگی.

۱- دانشجوی دکتری تخصصی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، باشگاه پژوهشگران و نخبگان جوان، کرج، ایران.

۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران.

۳- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران.

*- مکاتبه کننده E-mail: mostafavi@kiau.ac.ir

مقدمه

آفتابگردان با نام علمی *Helianthus annuus L.* و با نام انگلیسی Sunflower گیاهی یک‌ساله از تیره کاسنی (Compositae) می‌باشد. این گیاه یکی از دانه‌های روغنی مهم است که در ردیف سویا و کلزا قرار دارد و به دلیل اسیدهای چرب مفید همواره در چند دهه گذشته مورد توجه قرار گرفته است.

عملکرد دانه یک صفت کمی می‌باشد، در نتیجه به‌وسیله تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود، بنابراین گزینش بر اساس عملکرد دانه ممکن است چندان مؤثر نباشد (Richards, 1996). این صفت نسبت به نوسانات محیطی بسیار حساس است و دارای وراثت‌پذیری پایینی می‌باشد به‌طوری‌که تاکنون ژنی که به‌صورت مستقیم بر روی عملکرد مؤثر باشد یافت نشده است. بهبود عملکرد با استفاده از گزینش یک یا چند صفت که بر روی آن مؤثر است انجام می‌گردد، در نتیجه همبستگی بین اجزا عملکرد ساده نبوده و حاصل برهم‌کنش تعدادی صفت می‌باشد (Marinkovic, 1992). برای به‌نژادگران گیاهی شناخت دقیق روابط بین این صفات و اثرات متقابل آن‌ها از لحاظ دو دیدگاه (اول اصلاح و بهبود عملکرد به‌صورت غیرمستقیم، دوم شناسایی صفاتی که به‌طور خود به‌خودی در نتیجه اصلاح یک صفت تغییر خواهند کرد) دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد (Holtom et al., 1995). روش تجزیه و تحلیل ضرایب مسیر (تجزیه علیت) توسط رایت پیشنهاد گردیده است. به‌وسیله این روش می‌توان سهم هر یک از صفات و اثرات مستقیم و غیر مستقیم آن‌ها را بر عملکرد برآورد کرد.

درسان (Dursun, 2007) به‌منظور تعیین اثرات اجزا عملکرد بر روی عملکرد ۲۱ ژنوتیپ لویا از تجزیه علیت استفاده کرد و نتیجه گرفت که در رابطه با صفات عملکرد دانه، سطح برگ، طول غلاف، قطر غلاف، تعداد غلاف در بوته، وزن تر غلاف، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه بین ژنوتیپ‌های لویا تفاوت معنی‌داری وجود دارد و در میان صفات تعداد

غلاف در بوته، وزن غلاف و تعداد دانه در غلاف با عملکرد دانه همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری است. ایسلر و کلسیکان (Isler and Caliskan, 1998) گزارش کردند که عملکرد دانه در بوته، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد ساقه فرعی و ارتفاع بوته بیش‌ترین رابطه همبستگی را با عملکرد دانه دارد و نتیجه‌گیری نمودند که این صفات می‌توانند به‌منظور شاخص انتخاب در اصلاح سویا برای عملکرد کارایی بالایی داشته باشند. هنریکو و همکاران و اختر و اسنلر اعلام نمودند که در سویا صفت تعداد دانه در بوته همبستگی معنی‌داری با عملکرد دانه دارد و همچنین این صفت بالاترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه را دارا بوده است و نیز اعلام داشتند که این صفت می‌تواند به‌منظور شاخص گزینش غیر مستقیم ژنوتیپ‌های سویا استفاده شود (Henrique and Cludio, 2004; Akhter and Smeller, 1996). بر اساس مطالعه‌ای که بر روی ارقام ماش توسط کومار و همکاران انجام شد، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد شاخه‌های بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و تعداد دانه با عملکرد گزارش شد و همچنین اظهار نمودند که تعداد دانه در بوته عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Kumar et al., 2002).

مظفری و همکاران (Mozaffari, 1997) در آزمایشی با عنوان تجزیه به‌عامل‌ها در ارقام آفتابگردان در شرایط عادی و تنش آبی، هشت عامل در شرایط آبی و در شرایط تنش آبی هفت عامل را شناسایی کردند. طی تجزیه عاملی که والتون بر روی ۱۵ صفت حاصل از یک تلاقی دی‌آلل گندم‌های بهاره انجام داد، چهار عامل مستقل ۹۸/۴ درصد از واریانس داده‌ها را تبیین کردند. سهم عامل اول ۲۹/۹ درصد مربوط به سطح برگ پرچم در زمان رسیدن، سهم عامل دوم ۲۹/۲ درصد واریانس مربوط به صفات منبع و فعالیت فتوسنتزی در گیاه، عامل سوم با سهم ۲۳/۳ درصد واریانس مربوط به صفات تعداد خوشه در گیاه، ارزش خوشه و وزن هزار دانه و در آخر سهم عامل چهارم با ۱۶ درصد شامل صفات تعداد دانه در

بررسی روابط بین عملکرد دانه و برخی صفات زراعی از طریق تجزیه مسیر و ...

جغرافیایی ۵۱ درجه و ۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی و در ارتفاع ۱۳۱۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است.

در این آزمایش هر کرت شامل پنج ردیف کشت ۴ متری به فاصله شصت سانتی‌متر و با فاصله بوته روی هر ردیف ۲۰ سانتی‌متری در نظر گرفته شد. عملیات آماده‌سازی زمین کشت شامل شخم، دیسک و ایجاد ردیف کاشت (فارو کشی) بود و مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه به زمین داده شد. میزان بذر مورد استفاده شش کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. در طول فصل رشد وجین و مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی اجرا شد. آبیاری و برداشت محصول مطابق نیاز گیاه و روش معمول منطقه به صورت دستی انجام داده شد. به منظور حذف اثرات حاشیه‌ای، یادداشت‌برداری با حذف یک خط از ابتدا، یک خط از انتها و یک متر از ابتدا و انتهای هر خط صورت پذیرفت. صفات عملکرد دانه، وزن صد دانه، طول بذر، عرض بذر، قطر بذر، طول برگ، عرض برگ، ارتفاع بوته و قطر ساقه اندازه‌گیری و یادداشت‌برداری شدند.

تجزیه‌های آماری انجام شده بر روی داده‌های حاصل از آزمایش عبارت از تجزیه واریانس، تجزیه همبستگی، تجزیه رگرسیونی گام به گام و تجزیه مسیر (علیت) بود. همچنین جهت درک بهتر روابط بین صفات و تعیین سهم هر یک با عملکرد دانه از تجزیه به عامل‌ها با روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و برای تفسیر بهتر نتایج از چرخش متعامد و ریماکس استفاده شد. آن دسته از عامل‌هایی که ریشه مشخصه بزرگ‌تر از ۱ داشتند انتخاب شدند. برای نام‌گذاری هر یک از عامل‌ها، صفات‌های مختلف با در نظر گرفتن مقدار ضرایب عامل انتخاب و در آخر با توجه به ماهیت صفات‌های انتخاب شده مناسب‌ترین نام برای آن عامل در نظر گرفته شد.

جهت محاسبات آماری از نرم‌افزارهای SAS، Excel و Path استفاده شد.

خوشه و طول خوشه بود (Walton, 1972). آزمایشی بر روی ۴۰ لاین نسل‌های پیشرفته گندم به همراه ۱۱ شاهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام و ۱۷ صفت اندازه‌گیری شد. تجزیه به عامل‌ها، ۱۵ صفت مرتبط با عملکرد و کیفیت دانه را به پنج عامل مستقل رسیدگی، خصوصیات سنبله، خصوصیات دانه، کیفیت پروتئین و پنجه‌زنی تفکیک کرد (Gupta, 1999). سعیدی (۲۰۰۳) با تجزیه به عامل‌ها برای ۱۹ صفت در جو لخت گزارش کرد که پنج عامل در مجموع ۹۲ درصد تغییرات داده‌ها را تبیین کردند. عامل اول که ۲۹ درصد واریانس داده‌ها را توجیه کرد مربوط به ظرفیت پنجه‌دهی گیاهی بود. عامل دوم با توجیه ۲۳ درصد تغییرات مربوط به صفات مرتبط با ساختمان سنبله بود. عامل سوم با توجیه ۱۸ درصد از واریانس داده‌ها عامل وزنی نام‌گذاری شد. در عامل چهارم که ۱۲ درصد تنوع موجود را توجیه نمود صفات ارتفاع بوته، تعداد گره در ساقه و متوسط طول میان‌گره دارای ضریب عاملی مثبت و بالایی بودند. در نهایت عامل پنجم که ۱۰ درصد واریانس کل را در بر داشت شامل صفات طول و عرض برگ پرچم و طول غلاف برگ پرچم بود.

هدف از این مطالعه بررسی روابط علت و معلولی بین صفات مهم زراعی با عملکرد دانه و شناخت دقیق مهم‌ترین صفات تأثیرگذار بر عملکرد دانه و به‌کارگیری روش تجزیه عامل‌ها بر روی داده‌ها حاصل از آزمایش جهت بررسی ساختار پیچیده و تعیین اهمیت نسبی هر یک از صفات مورد مطالعه در ارتباط با عملکرد دانه به منظور اصلاح عملکرد دانه در برنامه‌های به‌نژادی در ژنوتیپ‌های آفتابگردان بود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش دوازده ژنوتیپ آفتابگردان (مشخصات ژنوتیپ‌های آفتابگردان در جدول ۱ آورده شده است) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، در سال زراعی ۱۳۹۴ مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفتند. این مزرعه در طول

جدول ۱- اسامی و کد ارقام آفتابگردان مورد مطالعه در پروژه

Table 1. Names and code of sunflower varieties studied in the project

کد ژنوتیپ	ژنوتیپ	منشأ	کد ژنوتیپ	ژنوتیپ	منشأ
Genotype no.	Genotype	Origin	Genotype no.	Genotype	Origin
G1	Zargol	Iran	G7	Lakomka	Russia
G2	Armaverski	Russia	G8	Record	Romania
G3	Azargol	Iran	G9	Zaria	Iran
G4	Favorit	Russia	G10	Sor	Russia
G5	Master	Russia	G11	Progress	Russia
G6	SHF81-90	Russia	G12	Gabur	Russia

نتایج و بحث

بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ این صفات تفاوت وجود داشت. برای صفات قطر ساقه، طول بذر، عرض بذر، قطر بذر و وزن صد دانه میانگین مربعات ژنوتیپ غیر معنی‌دار گردید که نشان‌دهنده پاسخ یکسان ژنوتیپ‌ها از نظر این صفات بود.

نتایج تجزیه واریانس برای صفات مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است. تجزیه واریانس ساده مؤید اختلاف معنی‌دار اثر ژنوتیپ در سطح احتمال یک درصد برای صفات ارتفاع بوته، عرض برگ، طول برگ و عملکرد دانه بود به بیان دیگر

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات زراعی آفتابگردان

Table 2- Analysis of variance results for sunflower agronomic traits

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	ارتفاع بوته	قطر ساقه	طول بذر	عرض برگ	طول برگ	عرض بذر	قطر بذر	وزن صد دانه
S.O.V	df	Seed yield	Plant height	Stem diameter	Seed length	Leaf width	Leaf length	Seed width	Seed diameter	100 Seed weight
بلوک	2	18840.7 ^{ns}	30.78 ^{ns}	23.19 ^{ns}	0.001 ^{ns}	6.74 ^{ns}	5.00 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.30 ^{ns}
ژنوتیپ	11	2153006.51 ^{**}	1061.66 ^{**}	9.17 ^{ns}	0.005 ^{ns}	10.39 ^{**}	7.96 ^{**}	0.25 ^{ns}	0.17 ^{ns}	1.25 ^{ns}
خطای آزمایشی	22	197997.05	273.98	8.12	0.003	2.80	2.38	0.16	0.13	0.83
Error										
ضریب تغییرات (درصد)		10.59	10.30	17.20	5.11	10.34	9.32	7.65	11.83	17.22
CV (%)										

ns, *, **: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیر معنی‌دار.

ns, *, **: Non-significant Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

ضرایب همبستگی

این موضوع نشان‌دهنده نقش به‌سزای صفات عرض بذر، قطر بذر، وزن صد دانه و طول بذر در افزایش عملکرد دانه می‌باشد که در این بین عرض بذر و قطر بذر بیش‌ترین اثر را دارا می‌باشد. از طرفی بین عملکرد دانه با ارتفاع بوته، قطر ساقه، عرض برگ و طول برگ هیچ‌گونه رابطه همبستگی وجود ندارد. در مطالعه انجام شده به‌وسیله سینگ و لبانا در سال

نتایج ضرایب همبستگی ساده صفات در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج همبستگی ساده صفات نشان داد که عملکرد دانه با صفات عرض بذر ($r=0/82$)، قطر بذر ($r=0/82$)، وزن صد دانه ($r=0/80$) و طول بذر ($r=0/76$) به ترتیب دارای بیش‌ترین همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد بودند.

تجزیه علیت

به منظور درک بهتر روابط علت و معلولی صفات، تجزیه علیت بر روی صفات وارد شده به مدل رگرسیون گام به گام صورت پذیرفت و نتایج حاصل از آن در جدول ۵ آورده شد. در این تجزیه عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته در برابر صفات عرض بذر، طول بذر و قطر ساقه به عنوان متغیرهای مستقل به منظور تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم هر یک از این متغیرها با متغیر وابسته قرار داده شد. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه علیت، صفت عرض بذر ($I=0/518$) دارای بیشترین اثر مستقیم مثبت و افزاینده بر روی عملکرد دانه بود، همچنین بر مبنای نتایج حاصل از همبستگی صفات بیشترین همبستگی ($I=0/823$) را با صفت عملکرد دانه داشت و نیز اولین صفتی بود که وارد مدل رگرسیونی شد. صفات طول بذر ($I=0/424$) و قطر ساقه ($I=0/277$) به ترتیب دارای اثرات مستقیم مثبت بعد از صفت عرض بذر می باشد که منطبق با نتایج حاصل از رگرسیون گام به گام است. صفت عرض بذر از طریق صفت طول بذر، صفت طول بذر از طریق عرض بذر و قطر ساقه نیز از طریق عرض بذر بیشترین تأثیر غیر مستقیم و مثبت را بر عملکرد دانه داشتند و بالاترین اثر غیر مستقیم مربوط به صفات عرض بذر و طول بذر بود که بهبود هر یک باعث بهبود صفت دیگر می شود. در نهایت از این پژوهش چنین می توان برداشت کرد که صفات عرض بذر، طول بذر و قطر ساقه مهم ترین صفات تأثیرگذار بر عملکرد دانه ژنوتیپ های آفتابگردان بوده است و در برنامه های گزینش و انتخاب برای عملکرد دانه دارای اهمیت ویژه ای می باشند.

۱۹۹۰ عملکرد دانه آفتابگردان همبستگی مثبتی با تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، قطر طبق و وزن صد دانه نشان داد. همچنین مارینکوویچ (۱۹۹۲) اظهار نمود که همبستگی بین قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن صد دانه و عملکرد دانه مثبت و بسیار معنی دار می باشد. رازی و آساد (۲۰۰۴) هیچ گونه همبستگی قابل تشخیص بین درصد روغن و صفات عملکرد دانه، روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، قطر ساقه، قطر طبق، تعداد برگ و وزن صد دانه پیدا نکردند و بیان داشتند که درصد روغن تنها با مغز دانه همبستگی داشت.

تجزیه رگرسیون گام به گام

در تجزیه رگرسیونی گام به گام عملکرد به عنوان متغیر وابسته در مقابل سایر صفات در نظر گرفته شد (جدول ۴). بر اساس نتایج به دست آمده سه صفت وارد مدل رگرسیونی شد که به ترتیب عبارت از عرض بذر، طول بذر و وزن صد دانه بودند. این سه صفت وارد شده به مدل رگرسیون در نهایت ۸۸ درصد از تغییرات مربوط به عملکرد دانه را توجیه نمودند. با توجه به جدول ۳ صفت عرض بذر اولین صفتی بود که وارد مدل رگرسیونی شد و به تنهایی ۶۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرد پس از آن طول بذر و وزن صد دانه به ترتیب دومین و سومین صفتی بودند که وارد مدل گردیدند و توانستند ۱۳ و ۷ درصد از تغییرات مربوط به عملکرد را توجیه کنند. نتایج به دست آمده بر اساس مدل رگرسیونی تا حدودی با نتایج حاصل از همبستگی ساده صفات شباهت داشت و تنها تفاوت آن ها در ترتیب اثرگذاری صفات بر عملکرد دانه بود، این موضوع بدین مفهوم است که نتایج حاصل از همبستگی ساده صفات به تنهایی در توجیه روابط بین صفات و عملکرد دانه نمی تواند مؤثر باشد.

جدول ۳- ضرایب همبستگی ساده صفات مهم زراعی در ژنوتیپ‌های آفتابگردان

Table 3- Simple correlation coefficients agronomic important traits in Sunflower genotypes

	عملکرد دانه Seed yield	ارتفاع بوته Plant height	قطر ساقه Stem diameter	طول بذر Seed length	عرض برگ Leaf width	طول برگ Leaf length	عرض بذر Seed width	قطر بذر Seed diameter
ارتفاع بوته Plant height	0.284 ^{ns}							
قطر ساقه Stem diameter	0.474 ^{ns}	0.373 ^{ns}						
طول بذر Seed length	0.760 ^{**}	0.150 ^{ns}	0.166 ^{ns}					
عرض برگ Leaf width	0.398 ^{ns}	0.465 ^{ns}	0.633 [*]	0.361 ^{ns}				
طول برگ Leaf length	0.353 ^{ns}	0.507 ^{ns}	0.554 ^{ns}	0.338 ^{ns}	0.981 ^{**}			
عرض بذر Seed width	0.823 ^{**}	0.095 ^{ns}	0.245 ^{ns}	0.559 ^{ns}	0.251 ^{ns}	0.231 ^{ns}		
قطر بذر Seed diameter	0.823 ^{**}	0.305 ^{ns}	0.530 ^{ns}	0.476 ^{ns}	0.365 ^{ns}	0.333 ^{ns}	0.867 ^{**}	
وزن صد دانه Seed weight	0.801 ^{**}	0.450 ^{**}	0.496 ^{ns}	0.722 ^{ns}	0.678 ^{**}	0.658 [*]	0.684 [*]	0.686 [*]

ns, **, *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیر معنی‌دار.

ns, **, *: Non-significant Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۴- نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام در ژنوتیپ‌های آفتابگردان

Table 4- Results of stepwise regression analysis in sunflower genotypes

صفات Traits	R ²	R ² _{partial}	F
عرض بذر Seed width	0.67	0.67	21.12 ^{**}
طول بذر Seed length	0.80	0.13	6.15 [*]
قطر ساقه Stem diameter	0.88	0.07	4.82 ^{ns}

ns, **, *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیر معنی‌دار.

ns, **, *: Non-significant Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

بررسی روابط بین عملکرد دانه و برخی صفات زراعی از طریق تجزیه مسیر و ...

جدول ۵- نتایج تجزیه علیت صفات در ژنوتیپ‌های آفتابگردان

Table 5- Results of path analysis in sunflower genotypes

صفات Traits	عرض بذر Seed width	طول بذر Seed length	قطر ساقه Stem diameter	همبستگی کل Total correlation
عرض بذر Seed width	<u>0.518</u>	0.237	0.067	0.823
طول بذر Seed length	0.289	<u>0.424</u>	0.046	0.76
قطر ساقه Stem diameter	0.127	0.07	<u>0.277</u>	0.474
اثرات باقی مانده Residual effects			0.344	

اعدادی که زیر آن‌ها خط کشیده شده است نشان‌دهنده اثرات مستقیم می‌باشد.

تجزیه به عامل‌ها

در جدول ۶ نتایج تجزیه به عامل‌ها در ژنوتیپ‌های آفتابگردان ارائه شده است و واریانس هر عامل بر حسب درصد که نشان‌دهنده اهمیت آن در تفسیر تغییرات کلی داده‌ها است بیان شد. در این جدول واریانس مشترک به‌منظور بیان میزان تبیین واریانس هر صفت توسط عامل‌ها، ارائه شده است. در این تجزیه سه عامل مستقل از هم در مجموع ۷۵ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمودند. عامل اول ۳۵/۵ درصد از کل واریانس داده‌ها را توجیه نمود و دارای مقدار ویژه برابر با ۳/۵۵۷ بود. این عامل شامل ضرایب عاملی مثبت و بالا برای عملکرد دانه، ارتفاع بوته، طول برگ و عرض برگ بود بنابراین این عامل عملکرد دانه نامیده شد. عامل دوم با ریشه مشخصه ۲/۶۰۸ و ۲۱ درصد از واریانس تغییرات، شامل ضرایب عاملی بالا برای صفات طول بذر و وزن صد دانه بود و عامل مشخصات بذر نامیده شد. عامل سوم با توجیه ۱۳/۴ درصد از واریانس کل و ریشه مشخصه ۱/۳۴۲ شامل ضرایب

عاملی بالا برای صفات قطر ساقه، قطر بذر و عرض بذر بود و عامل قطر نام‌گذاری شد. با در نظر گرفتن درصد واریانس توجیه شده توسط عامل‌ها در ژنوتیپ‌های آفتابگردان، چنین برداشت می‌شود که با تقویت صفات درونی عامل‌های اول و دوم، عملکرد دانه در واحد سطح را می‌توان بهبود بخشید. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه عاملی بر روی لویبای دیم که به‌وسیله دنیس و آدامز انجام شد، در مجموع ۷۹/۰۹ درصد از واریانس جامعه توسط سه عامل مستقل توجیه گردید (Denis and Adams, 1978). همچنین زینالی و همکاران (۲۰۰۵) با مطالعه‌ای که بر روی ۲۵ هیبرید ذرت دانه‌ای انجام دادند، ۲۷ صفت را اندازه‌گیری کردند و با انجام تجزیه عاملی از طریق تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و چرخش وریمکس، نشان دادند که هفت عامل مستقل در مجموع ۷۹/۵ درصد از تغییرات داده‌ها را تبیین کردند.

جدول ۶- نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها در ژنوتیپ‌های آفتابگردان

Table 6- Results of factors analysis in sunflower genotypes

صفات Traits	درجه اشتراک Degree of subscription	عامل اول First factor	عامل دوم Second factor	عامل سوم Third factor
عملکرد دانه Seed yield	0.458	<u>0.582</u>	-0.203	0.280
ارتفاع بوته Plant height	0.721	<u>0.598</u>	-0.603	-0.005
طول برگ Leaf length	0.869	<u>0.927</u>	-0.018	-0.101
عرض برگ Leaf width	0.853	<u>0.897</u>	-0.021	-0.219
طول بذر Seed length	0.727	-0.110	<u>0.839</u>	0.108
وزن صد دانه 100 Seed weight	0.911	0.343	<u>0.845</u>	0.283
قطر ساقه Stem diameter	0.896	0.420	-0.097	<u>-0.843</u>
قطر بذر Seed diameter	0.830	-0.052	0.594	<u>0.689</u>
عرض بذر Seed width	0.847	0.100	0.147	<u>0.903</u>
مقادیر ویژه Eigen value		3.557	2.608	1.342
واریانس نسبی (درصد) Proportion variance (%)		35.5	26.0	13.4
واریانس تجمعی (درصد) Cumulative variance (%)		35.5	61.6	75.0

References

فهرست منابع

- Akhter, M., C. H. Smeller. 1996.** Yield and yield components of early maturing soybean genotypes in the hid south. *Crop Sciences*. 36: 866-882.
- Denis, J. C. M., W. Adams. 1978.** Factor analysis of plant variables related to yield in dry beans. I Morphological traits. *Crop science*. 18: 74-78.
- Dursun, A., 2007.** Variability, heritability and correlation studies in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. *World Journal of Agricultural Sciences*. 3(1): 12-16.
- Gupta, A. K., R. K. Mittal., A. Z. Ziauddin. 1999.** Character association studies under hight and low environments in wheat (*Triticum aestivum* L.) Indian. *Journal Agriculture. Research*. 25: 515-518.
- Henrique, S. B., G. P. Cludio. 2004.** Path analysis under multicollinearity in soybean Brezillian *Archives of Biol and Technol*. 47: 669-676.
- Holtom, M.J., H.S. Pooni, C.J. Rawlinson, B.W. Barnes, T. Hussain and D.F. Marshall. 1995.** The genetic control of maturity and seed characters in sunflower crosses. *J. Agr. Sci., Cambridge* .125:69-78.
- Isler, N., M. E. Caliskan. 1998.** Correlation and path coefficient analysis for yield and some yield components of soybean grown in South Eastern Anatolia. *Turk Journal Agreculture*. 22: 1-15.
- Kumar, J. H., T. Singh., D. S. Tonk., R. Lal. 2002.** Correlation and path coefficient analysis of yield and its components in summex moong (*vigna radiate* L.). *Crop Research*. 24: 374-377.
- Marinković, R. 1992.** Path coefficient analysis of some yield components of sunflower. *Euphytica*. 60:201-205.
- Mozaffari, K., Arshi, Y., and Zeynali Khanghah, H. 1997.** Path analysis in sunflower under well water and water stress. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 28: 49-58 (in Persian).
- Razi, H., M. T. Assad. 1999.** Comparison of selection criteria in normal and limited irrigation in sunflower.
- Richards, R. A. 1996.** New wheats for a Secure, Sustainable Future. Mexico D. F., CIMMYT.
- Saeedi, M. 2003.** The analysis of yield and its components in hulless barley. Master's Thesis plant breeding, Agricultural of faculty, Zabol University.
- Singh, S. B., K. S. Lebana. 1990.** Correlation and path analysis in sunflower. *Crop improvement*. 17:49-53.
- Walton, P. D. 1972.** Factor analysis of yield in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop science*. 12: 731-733.
- Zeinali, H., A. Nasr Abadi., H. Hossein Zadeh., R. Choukan., M. Sabokdast. 2005.** Factor analysis of hybrid corn seed varieties. *Journal of Agrecultural Sciences*. Vol. 36(4): 895-902.

Study of the relationships between yield and some important agronomic traits through path analysis and factor analysis in sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes

A. Khomari¹, K. Mostafavi^{2*}, A. Mohammadi³

Received date: 16 Sep 2016

Accepted date: 9 April 2017

Abstract

This study carried out to examine the relationships between effective traits and yield in 12 sunflower varieties. A randomized complete block design with three replications was used. Results of simple correlation showed that seed width, seed diameter, seed length and hundred grain weight correlations with kernel yield were significant at the 1 percent probability level. In stepwise regression analysis, seed width was the first trait entered in the model and explained approximately 67 percent of the total yield changes. Seed length and diameter of stem entered to the model after the seed width trait and a total of 88 percent total yield variation was explained. The characters entered into the regression model were used for path analysis to identify direct and indirect effects of traits on grain yield and their proportion of effect. The results showed that seed width, seed length and stem diameter had the most direct and positive effect on the yield, respectively. In this study, three independent factors encompassed 75 percent of the total variation. The first factor with 35.5 percent of the variance was mostly influenced by grain yield, plant height, leaf length and leaf width which was named the grain yield. The second factor with 26 percent of the total variation was mostly represented seed length and seed weight and named seed features. The third factor was highly affected by stem diameter, seed diameter and seed width with 13.4 percent of variance explained and was named the plant diameter.

Keywords: Correlation, Path analysis, Sunflower, Yield.

1- Plant breeding Ph. D. student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Young Researchers and Elite Club, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

2- Associated Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

3- Associated Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

* Corresponding author: mostafavi@kiaau.ac.ir