

# تجزیه و تحلیل همبستگی و ضرایب مسیر صفات مورفولوژیک و فنولوژیک مرتبط با عملکرد در سویا

براتعلی سیاه سر و عبدالمجید رضایی

بترتیب مربی دانشکده کشاورزی دانشگاه سیستان و بلوچستان و استاد

دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ پذیرش مقاله ۷۷/۱۲/۱۹

## خلاصه

به منظور بررسی روابط بین صفات مورفولوژیک و فنولوژیک با یکدیگر و با عملکرد دانه و شناخت مبانی مورفولوژیک اختلاف عملکرد در سویا، آزمایشی در سال ۱۳۷۵، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف آباد اجرا گردید. آزمایش در قالب سه طرح اکمننت برای ۲۸۵ لاین و ۵ رقم شاهد پیاده گشت. همبستگی‌های ژنتیکی روند یکسانی را با همبستگی‌های فنوتیپی نشان دادند و در اکثر موارد اختلاف ناچیزی داشتند، ولی در تمام موارد همبستگی‌های ژنتیکی بیشتر از همبستگی‌های فنوتیپی بودند. تعداد غلاف در بوته و پس از آن تعداد ساقه فرعی بیشترین همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی را با عملکرد دانه نشان دادند. نتایج حاصل از رگرسیون چندگانه مرحله‌ای نشان داد که حداکثر اختلاف عملکرد دانه لاین‌ها را می‌توان به تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه نسبت داد. نتایج تجزیه مسیر نیز تأکید بر نقش مهم همبستگی‌ها در تعیین صفت در عملکرد دانه و اهمیت تعداد غلاف در بوته داشت. تعداد ساقه فرعی، روز تا رسیدگی، تعداد گره ساقه اصلی، روز تا گلدهی و ارتفاع از طریق تأثیر بر اجزای مزبور نقش قابل ملاحظه‌ای در تغییر پذیری عملکرد دانه ایفا نمودند.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، تجزیه علیت، رشد محدود، رشد نامحدود، رگرسیون مرحله‌ای، همبستگی‌های

فنوتیپی و ژنوتیپی

## مقدمه

عملکرد صفت کمی پیچیده‌ای است که توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌گردد و شدیداً تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرد (۶، ۱۹ و ۲۳). این صفت حاصل خصوصیات بسیاری است که به تنهایی یا با هم بر آن اثر می‌گذارند (۱۹ و ۲۳). انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب بر اساس عملکرد سودمند (مؤثر) نیست و چنانچه بر مبنای صفاتی باشد که بطور مستقیم یا غیر مستقیم در عملکرد سهمی دارند، بسیار سودمندتر می‌باشد (۲۳). مطالعات متعددی برای برآورد اجزای عملکرد و صفات مختلف مورفولوژیک مرتبط با آن در محصولات زراعی متفاوت صورت گرفته است (۹، ۱۲، ۱۵ و ۲۱). خیال پرست

(۳) در بررسی کلکسیون ۷۷۱ رقم ماش ایران نشان داد که تعداد غلاف در بوته همبستگی بالایی با عملکرد دارد. میرزایی و ندوشن (۷) در مطالعه تعداد ۱۲۳۳ نمونه از کلکسیون لوبیای دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران نشان داد که عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته، روز تا رسیدگی، روز تا گلدهی و وزن صد دانه همبستگی معنی‌داری دارد. پیغمبری (۱) در بررسی ۷۹۲ رقم عدس، نتیجه گرفت که عملکرد دانه با شاخص برداشت و تعداد غلاف در بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد. چانگ و گلدن (۱۲)، اجزای عملکرد در هشت رقم لوبیای خشک را اندازه‌گیری نمودند و دریافتند که تعداد غلاف در بوته جزء مورفولوژیک اصلی تعیین

گردید.

زمین محل آزمایش در سال قبل آیش بود. در بهار سال ۱۳۷۵، عملیات آماده سازی زمین شامل شخم بهاره و دو بار دیسک عمود بر هم و تهیه جوی و پشته‌ها به فاصله ۶۰ سانتیمتر انجام شد. به منظور کنترل علف های هرز حدود ۲ هفته قبل از کاشت از علف کش گراماکسون<sup>۱</sup> به میزان ۴ لیتر در هکتار استفاده گردید. آزمایش در قالب سه طرح آگمنت<sup>۲</sup> اجرا گردید، تا بتوان پس از تصحیح خصوصیات برای اثر بلوک ناقص و تجزیه و تحلیل مجدد داده‌ها بر مبنای طرح بلوک‌های کامل تصادفی، با توجه به امیدهای ریاضی میانگین مربعات و حاصلضربها همبستگی‌های ژنتیکی را محاسبه نمود. ژنوتیپ‌های مورد آزمایش شامل ۲۸۵ لاین سویا به همراه ۵ رقم ویلامز<sup>۳</sup>، زان<sup>۴</sup>، اس.آ.افه<sup>۵</sup>، وودورث<sup>۶</sup> و هایت<sup>۷</sup> به عنوان شاهد بودند که از کلکسیون بذر موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه گردیدند. عملیات کاشت بصورت هیرم کاری در تاریخ ۱۵ اردیبهشت انجام شد. ژنوتیپ‌های مورد آزمایش پس از ضد عفونی با سم بنومیل<sup>۸</sup> به نسبت دو در هزار و تلقیح با باکتری تثبیت کننده ازت (ریزوبیوم جاپونیکم)<sup>۹</sup> به فاصله ۸ سانتی متر در عمق تقریبی ۳ سانتی متر با دست بر روی پشته‌ها کاشته شدند. هر کرت آزمایشی شامل یک ردیف به طول ۳ متر بود. برای اطمینان از دستیابی به تراکم مورد نظر در هر محل ۳ بذر سالم قرار داده شد که پس از استقرار کامل بوته‌ها در مرحله دو برگگی اقدام به حذف بوته‌های اضافی گردید. پس از آبیاری اولیه برای سبز شدن، آبیاری‌های بعدی پس از  $3 \pm 70$  میلی متر تبخیر از طشت تبخیر کلاس A انجام شد.

به منظور تامین نیاز غذایی گیاه قبل از کاشت معادل ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و ۵۰ کیلوگرم در هکتار نترات پتاسیم به همراه ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به خاک اضافه گردید. در زمان انتقال از رشد رویشی به زایشی به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره (۴۶ درصد ازت) در بین ردیف های کاشت پخش گردید و بلافاصله آبیاری انجام شد. طی دوره رشد و در مواقع لازم وجین علفهای هرز با دست انجام

کننده عملکرد است. با توجه به معیارهای آماری در انتخاب مدل، سه صفت تعداد غلاف در گیاه، وزن صد دانه و تعداد دانه در غلاف متغیرهای مدل عملکرد بودند و سهم بسزایی در توجیه تغییرات آن داشتند. دوارت و آدامز (۱۵)، در تجزیه و تحلیل ضرایب مسیر برای لویا نشان دادند که تعداد غلاف در گیاه، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه اثر مستقیم قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد دارند و آنها را اجزای اولیه عملکرد نامیدند. تعداد و اندازه برگ اثر معنی داری روی عملکرد به واسطه اثر مستقیم روی اجزای اولیه عملکرد (تعداد غلاف در گیاه، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه) داشتند و آنها را اجزای ثانویه عملکرد نامیدند. سینگ و همکاران (۲۲) در تجزیه و تحلیل ضرایب مسیر ۵۵ رقم کلزا نشان دادند که تعداد کپسول در گیاه مهمترین جزء عملکرد است که خود تحت تأثیر تعداد شاخه‌های فرعی و طول محور اصلی کپسول است.

در سویا صفات بسیاری بطور مستقیم یا غیر مستقیم در عملکرد سهم هستند. شناسایی این صفات و تعیین رابطه آنها با عملکرد دانه به منظور شناخت معیارهای گزینش لازم است (۲۰) و می‌تواند در گزینش ژنوتیپ‌های پر محصول مؤثر واقع شود. لذا هدف از این مطالعه بر آورد اجزای عملکرد، تعیین ارتباطات مستقیم و غیر مستقیم بین اجزای عملکرد و عملکرد و شناخت ماهیت این ارتباطات، تعیین ارتباط بین اجزای عملکرد و ساختارهای مورفولوژیک و فنولوژیک معین و شناخت صفاتی است که برای اصلاح عملکرد باید به طور مستقیم مورد گزینش قرار گیرند.

### مواد و روشها

به منظور مطالعه روابط بین صفات مختلف با یکدیگر و با عملکرد دانه و شناخت مبانی مورفولوژیک اختلاف عملکرد در سویا، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، واقع در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان، در منطقه لورک شهر ستان نجف آباد با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی اجرا

1 - 1, 1 - Dimethyl-4- bipyridinium ion.

2 - Augmented Design

3- Williams

4 - Zan

5 - SRF

6 - Woodworth

7 - Habit

8 - Metyl-1- biolit carbamoyl- 2- banzimidazol carbanat

9 - Rhizobium japonicum

به منظور تعیین صفاتی که بیشترین تنوع عملکرد دانه را در تمام لاین ها و در تیپ های رشد محدود و رشد نامحدود توجیه می نمایند. از رگرسیون مرحله‌ای (۱۸) استفاده گردید. برای درک روابط بین صفات و شناخت صفاتی که بیشترین نقش را در عملکرد دانه ایفا می نمایند از تجزیه ضرایب مسیر در تمام لاین ها و بطور جداگانه برای لاین‌های رشد محدود و نامحدود بر مبنای ضرایب همبستگی فنوتیپی استفاده شد. بدین منظور با استفاده از ضرایب همبستگی و تجزیه رگرسیون مرحله‌ای متغیرهایی را که بیشترین توجیه از تغییرات متغیر تابع را دارند، شناسایی شدند و دیاگرام مسیر طبق مدل‌های ارائه شده توسط دوی و لو (۱۳) و دوفینگک و نایت (۱۴) ترسیم گردید. پس از تعیین مدل با استفاده از متغیرهای استاندارد شده و مدل رگرسیون و حل همزمان معادلات از طریق روش حداقل مربعات، آثار مستقیم صفات متفاوت بر یکدیگر بدست آمدند. آثار غیر مستقیم از حاصلضرب آثار مستقیم در ضرایب همبستگی حاصل گردیدند. محاسبات آماری فوق با استفاده از نرم افزار اس.آ.اس<sup>۵</sup> و ترسیم نمودارها با برنامه زرننگار انجام شد.

### نتایج و بحث

همبستگی‌های فنوتیپی و ژنوتیپی ۲۹۰ لاین سویا برای یازده صفت کمی و همبستگی‌های فنوتیپی بطور مجزا برای لاین‌های رشد محدود و رشد نامحدود در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده‌اند. از نظر فنوتیپی همبستگی‌های مثبت و معنی دار عملکرد با تعداد غلاف در گیاه بسیار قوی؛ با تعداد شاخه فرعی قوی؛ با ارتفاع و روز تا رسیدگی متوسط؛ با روز تا گلدهی، تعداد گره ساقه اصلی، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه ضعیف بود. همبستگی ژنتیکی روند یکسانی با همبستگی‌های فنوتیپی داشتند و در بسیاری از موارد این دو از نظر مقدار نزدیک بودند که این مساله نشان دهنده این است که واریانس‌ها و کوواریانس‌های محیطی در حد بسیار ناچیز بوده‌اند، چرا که همبستگی‌های فنوتیپی به دو بخش همبستگی ژنتیکی و محیطی

شد. در مراحل گیاهچه‌ای برای مبارزه با کرم طوقه بر<sup>۱</sup> از سم لیندرین<sup>۲</sup> به صورت محلول در پای طوقه گیاه استفاده گردید. همچنین برای مبارزه با سایر آفات از سموم اندوسولفان، اکامت<sup>۳</sup> و دیازینون<sup>۴</sup> بر ترتیب به نسبت های ۳، ۱/۵ و ۲ در هزار بصورت محلول پاشی روی گیاه استفاده شد.

صفات مورد بررسی که بجز در موارد ذکر شده با رعایت حاشیه بر روی ۱۰ بوته تصادفی در هر کرت اندازه‌گیری شدند، عبارت بودند از: ۱- تعداد روز تا جوانه زنی (مدت زمان کاشت تا ظهور ۵۰ درصد لپه‌ها روی خاک در هر کرت)، ۲- تعداد روز تا گلدهی (تعداد روز از کاشت تا زمانی که ۵۰ درصد گیاهان در هر کرت گل دادند)، ۳- تعداد روز تا رسیدگی (تعداد روزها از کاشت تا اینکه ۹۰ درصد از گیاهان هر کرت به بلوغ فیزیولوژیک رسیدند)، ۴- ارتفاع گیاه، ۵- فاصله اولین غلاف از سطح خاک، ۶- تعداد گره در ساقه اصلی، ۷- تعداد ساقه فرعی، ۸- تعداد غلاف در بوته، ۹- تعداد دانه در غلاف، ۱۰- وزن صد دانه، ۱۱- رشد راس ساقه و ۱۲- عملکرد دانه (عملکرد دانه در رطوبت ۱۴ درصد بر حسب گرم تعیین گردید). برای خشک کردن بذور از آون تهویه دار با درجه حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت استفاده شد. توزین نمونه‌ها با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم انجام شد.

میانگین خصوصیات کمی که برای ۱۰ بوته اندازه‌گیری شده بودند، در صورت لزوم برای اثر بلوک تصحیح گردیدند. پس از تصحیح جداگانه صفات در هر یک از سه طرح آگمنت، تجزیه و تحلیل‌ها روی میانگین مشاهدات صورت گرفت. ضرایب همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی برای هر تیپ رشد بطور مجزا از تجزیه‌های واریانس و کوواریانس ژنوتیپ‌ها حاصل شدند. بدین منظور ابتدا واریانس‌ها و کوواریانس‌های ژنتیکی، فنوتیپی و محیطی با مساوی قرار دادن اجزای مورد انتظار (امید ریاضی) واریانس‌ها و کوواریانس‌ها با میانگین مربعات و یا حاصلضرب‌های مربوط محاسبه گردیدند (۱۶) و (۱۷)، سپس از تقسیم کوواریانس‌ها به جذر حاصل ضرب واریانس‌ها، ضرایب همبستگی بدست آمدند.

1 - *Agrotis ypsilon*

۲- حاوی مخلوطی از ۷۵ درصد کاربوکسین و ۸۰ درصد تیرام به نسبت ۱:۱.

3 -O-(6- ethoxy-2- ethyl-4-primidinyl-o,o-dimethyl) phosphorothionate

4 -O,o-diechylo- (2-isopropyl-4-merthyl-6-pyrimidyl) phosphorothionate

5- SAS(Statistical Analysis System

جدول ۱ - ضرایب همبستگی مونتینی (P) و زنیکی (G) بین صفات در ۲۹ لاین سویا

صفات	نوع همبستگی	روز تا	روز تا گلدهی	روز تا رسیدگی	ارتفاع (سانتیمتر)	فاصله اولین غلاف از سطح خاک (سانتیمتر)	تعداد ساقه فرعی	تعداد ساقه اصلی	تعداد غلاف در گیاه	تعداد دانه در غلاف	وزن صدانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم)
روز تا گلدهی	P	-	۰/۰۶									
روز تا رسیدگی	G		۰/۰۷									
ارتفاع (سانتیمتر)	P		۰/۰۳	۰/۷۵								
فاصله اولین غلاف از سطح خاک (سانتیمتر)	G		۰/۰۴	۰/۷۶								
تعداد ساقه فرعی	P		۰/۱۴	۰/۶۷	۰/۷۴							
تعداد غلاف در گیاه	G		۰/۱۶	۰/۶۹	۰/۷۶							
تعداد دانه در غلاف	P		۰/۰۳	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۴۷						
وزن صدانه (گرم)	G		۰/۰۴	۰/۲۸	۰/۲۶	۰/۴۹						
عملکرد دانه (گرم)	P		۰/۱۴	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۲۲						
	G		۰/۱۶	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۲۴						
	P		۰/۱۲	۰/۴۴	۰/۷۰	۰/۵۰	۰/۳۰					
	G		۰/۱۴	۰/۴۸	۰/۷۲	۰/۵۲	۰/۳۲					
	P		۰/۱۲	۰/۴۲	۰/۴۵	۰/۲۸	۰/۴۴					
	G		۰/۱۴	۰/۴۵	۰/۴۹	۰/۲۹	۰/۴۶					
	P		۰/۰۴	۰/۲۲	۰/۳۷	۰/۱۷	۰/۲۱					
	G		۰/۰۷	۰/۲۵	۰/۲۸	۰/۱۴	۰/۲۲					
	P		۰/۱۱	۰/۵۶	۰/۲۹	۰/۲۲	۰/۱۹					
	G		۰/۱۵	۰/۵۱	۰/۴۱	۰/۲۴	۰/۲۱					
	P		۰/۱۰	۰/۲۵	۰/۴۲	۰/۰۹	۰/۱۱					
	G		۰/۱۳	۰/۳۹	۰/۴۲	۰/۱۷	۰/۱۳					

اعدادی که بزرگتر از ۱/۲۱ و یا کوچکتر از ۱/۲۱ می باشد در سطح احتمال ۵ درصد و اعدادی که بزرگتر از ۱/۵ و یا کوچکتر از ۱/۵ می باشد در سطح احتمال ۱ درصد می باشد.

جدول ۲- ضرایب همبستگی نپوشیده صفات درآرقام رشد محدود (D) و رشد نامحدود (IN).

صفات	ژن صدانه	تعدادان	تعداد غلاف درگیاه	تعداد ساقه اصلی	تعداد ساقه فرعی	فاصله اولین غلاف از سطح خاک (سانتی متر)	ارتفاع (سانتی متر)	روزتا رسیدگی	روزتا گلدهی	ژنانه ژنی	روزتا گلدهی	روزتا رسیدگی	روزتا غلاف از سطح خاک (سانتی متر)	ارتفاع (سانتی متر)	روزتا رسیدگی	روزتا غلاف از سطح خاک (سانتی متر)	ژن صدانه
روزتا گلدهی	۰/۲۷	۰/۴۲	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۴۲	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۱۱	D						
روزتا رسیدگی	۰/۲۷	۰/۴۲	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۴۲	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۱۱	IN						
ارتفاع (سانتی متر)	۰/۲۷	۰/۴۲	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۴۲	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۱۱	D	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	
فاصله اولین غلاف از سطح خاک (سانتی متر)	۰/۲۷	۰/۴۲	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۴۲	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۱۱	IN	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	
تعداد ساقه فرعی	۰/۲۷	۰/۴۲	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۴۲	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۱۱	D	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	
تعداد ساقه اصلی	۰/۲۷	۰/۴۲	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۴۲	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۱۱	IN	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	
تعداد غلاف درگیاه	۰/۲۷	۰/۴۲	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۴۲	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۱۱	D	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	
تعدادان درغلاف	۰/۲۷	۰/۴۲	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۴۲	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۱۱	IN	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	
وزن صدانه (گرم)	۰/۲۷	۰/۴۲	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۴۲	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۱۱	D	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	
عملکرد برین (گرم)	۰/۲۷	۰/۴۲	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۴۲	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۱۱	IN	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	

۱- درآرقام رشد محدود (D) اعدادی که بزرگتر از ۰/۴۳، و یا کوچکتر از ۰/۳۳ می باشد در سطح احتمال ۵ درصد و اعدادی که بزرگتر از ۰/۴۴، و یا کوچکتر از ۰/۳۴ می باشند در سطح احتمال ۱ درصد می باشند.

۲- درآرقام رشد نامحدود (IN) اعدادی که بزرگتر از ۰/۱۲، و یا کوچکتر از ۰/۱۱ می باشند در سطح احتمال ۵ درصد و اعدادی که بزرگتر از ۰/۱۶، و یا کوچکتر از ۰/۱۶ می باشند در سطح احتمال ۱ درصد می باشند.

پتانسیل و توانایی سویا در تشکیل جوانه‌های گل و غلاف بسیار بالاست، اما دستیابی به این پتانسیل به شرایط داخلی گیاه و خصوصاً شرایط محیطی بستگی دارد (۵). تعداد دانه در غلاف که در بین اجزای اصلی عملکرد کمترین سهم را در توجیه تغییرات عملکرد داشت، با ثبات ترین جزء عملکرد است. زیرا تعداد سلولهای تخم در همه تخمدانها برابر است و با توجه به ویژگی‌های ژنتیکی گیاه تعیین می‌گردد، ولی تاحدودی با شرایط محیطی تغییر می‌کند (۶). با توجه به نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون مرحله‌ای لاین‌های رشد نامحدود و رشد محدود (جداول ۴ و ۵) مشخص می‌گردد که در هر دو گروه، صفات تعداد غلاف در گیاه، وزن صد دانه و تعداد دانه در غلاف بیشترین سهم را در توجیه تغییرات عملکرد دانه دارند.

اگر چه ضرایب همبستگی در تعیین اجزای صفات پیچیده‌ای همچون عملکرد مفید هستند، اما تصویری از اهمیت نسبی آثار مستقیم و غیر مستقیم هر جزء را بر این صفات ارائه نمی‌دهند (۱۳). تجزیه ضرایب مسیر که بر مبنای محاسبه ضرایب رگرسیون جزء استاندارد شده استوار است، در تجزیه ضرایب همبستگی به آثار مستقیم و غیرمستقیم مفید است (۱۱). در این تحقیق تجزیه و تحلیل ضرایب مسیر برای ۱۱ صفت کمی در ۲۹۰ لاین سویا انجام شد. بر اساس نتایج رگرسیون مرحله‌ای، همبستگی بین صفات و ماهیت تاثیر پذیری صفات از یکدیگر، مدلی طبق شکل ۱ طرح و مورد بررسی قرار گرفت. در این مدل فرض بر این است که:

- ۱- عملکرد دانه در بوته، حاصل رابطه دو جانبه اجزای مستقیم خود یعنی تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه است.
- ۲- تعداد غلاف در گیاه تابع تعداد ساقه فرعی، تعداد گره ساقه اصلی و رابطه دو جانبه تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه می‌باشد.
- ۳- تعداد دانه در غلاف تابع رابطه دو جانبه تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه از یک طرف و روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی از طرف دیگر است.
- ۴- وزن صد دانه تابع رابطه دو طرفه تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف از یک طرف و روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی از طرف دیگر می‌باشد.
- ۵- تعداد ساقه فرعی تابع رابطه دو جانبه ارتفاع و تعداد گره ساقه اصلی است.
- ۶- ارتفاع تحت تاثیر تعداد گره ساقه اصلی و رابطه دو جانبه روز تا

تفکیک می‌گردند. همبستگی ژنتیکی ناشی از پلیوتروپی (کنترل دو یا چند صفت توسط یک ژن) و لینکاژ (پیوستگی) است و همبستگی محیطی از تأثیر مشابه یا متفاوت عوامل اقلیمی بر روی دو یا چند صفت ناشی می‌گردد (۴). همبستگی‌های ژنتیکی برای اکثر صفات به میزان کمی بیشتر از همبستگی‌های فنوتیپی بودند. این نتیجه طبق استنباط جانسون و همکاران (۱۷) دلالت بر توارث همبسته قوی بین صفات دارد. سینگ و همکاران (۲۲) در کلزا نشان دادند که همبستگی‌ها در سطوح ژنتیکی و فنوتیپی روند یکسانی دارند و همبستگی‌های ژنتیکی نسبت به همبستگی‌های فنوتیپی بزرگتر می‌باشند.

در لاین‌های رشد نامحدود عملکرد دانه همبستگی مثبت، معنی دار و بسیار قوی با تعداد غلاف در بوته؛ همبستگی مثبت، معنی دار و قوی با تعداد ساقه فرعی و همبستگی مثبت، معنی دار و ضعیف با روز تا رسیدگی، روز تا گلدهی و ارتفاع داشت. در لاین‌های رشد نامحدود عملکرد دانه همبستگی مثبت، معنی دار و بسیار قوی با تعداد غلاف در گیاه؛ همبستگی مثبت، معنی دار و قوی با تعداد ساقه فرعی؛ همبستگی مثبت، معنی دار و متوسط با ارتفاع، روز تا گلدهی و تعداد گره ساقه اصلی و همبستگی مثبت، معنی دار و ضعیف با تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه داشت. لذا استنباط می‌شود که در لاین‌های رشد محدود برای بهبود عملکرد، صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد ساقه فرعی و در ارقام رشد نامحدود صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد ساقه فرعی و ارتفاع و روز تا رسیدگی از اهمیت بالاتری برخوردار هستند.

نتایج رگرسیون مرحله‌ای در گزینش صفات و پارامترهای مدل در ۲۹۰ لاین سویا برای ۱۱ صفت کمی در جدول ۳ نشان داده شده است. با توجه به نتایج حاصل تعداد غلاف در بوته به تنهایی بیشترین سهم را در توجیه تغییرات عملکرد دارا بود و پس از آن وزن صد دانه، تعداد دانه در غلاف و ارتفاع سهم بیشتری را داشتند. پندی و توری (۱۹) در سویا و سینگ و مالهوترا (۲۱) در ماش نشان دادند که تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه صفات مهم تبیین کننده عملکرد دانه هستند. ترکیب دو جزء اول نمودی از ظرفیت مخزن گیاه برای ذخیره مواد پرورده بعد از گرده افشانی است (۸). تعداد غلاف در گیاه که بیشترین سهم را در توجیه تغییرات عملکرد داشت، متنوع ترین صفت در بین اجزای عملکرد است، زیرا

جدول ۳- نتایج رگرسیون مرحله‌ای درگزینش صفات، تolerانس<sup>+</sup> و پارامترهای مدل در ۲۹۰ لاین سویا.

پارامترهای مدل	تولرانس	ترتیب ورود متغیرها به مدل	R <sup>2</sup>	F	صفت (متغیر)
-۵۰/۱۳۰۶**	-	-	-	-	مقدار ثابت
۰/۰۲۸۰	۰/۲۴۳۷	۴	۰/۹۷۷۱	۷/۸۰۶	ارتفاع (سانتیمتر)
-۰/۱۲۳۷	۰/۴۰۹۳	۵	۰/۹۷۷۷	۲/۲۹۲	تعداد ساقه فرعی
۰/۲۵۹۳**	۰/۳۵۱۵	۱	۰/۷۶۵۸	۹۴۱/۸۶۷**	تعداد غلاف در گیاه
۱۲/۸۲۲۱**	۰/۷۱۷۵	۳	۰/۹۷۶۵	۶۱۵/۹۴۶**	تعداد دانه در غلاف
۱/۹۷۰۳**	۰/۶۲۴۳	۲	۰/۹۲۵۹	۶۱۹/۸۶۷**	وزن صد دانه (گرم)

\* و \*\* بترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد. + (همبستگی داخلی بین صفات) Tolerance

جدول ۴- نتایج رگرسیون مرحله‌ای درگزینش صفات، تolerانس<sup>+</sup> و پارامترهای مدل در لاینهای رشد نامحدود.

پارامترهای مدل	تولرانس	ترتیب ورود متغیرها به مدل	R <sup>2</sup>	F	صفت (متغیر)
-۵۱/۱۳۸۳**	-	-	-	-	مقدار ثابت
۰/۰۳۹۸	۰/۲۳۸۳	۴	۰/۹۷۷۹	۶/۰۰۶*	ارتفاع (سانتیمتر)
۰/۲۵۶۳**	۰/۳۳۳۲	۱	۰/۷۶۲۶	۸۱۹/۰۵۲**	تعداد غلاف در گیاه
۱۲/۹۳۵۵**	۰/۷۳۰۳	۳	۰/۹۷۷۴	۵۵۹/۲۲۵**	تعداد دانه در غلاف
۱/۹۹۹۸**	۰/۶۰۴۱	۲	۰/۹۲۷۵	۵۷۸/۰۱۵**	وزن صد دانه (گرم)

\* و \*\* بترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد. + (همبستگی داخلی بین صفات) Tolerance

جدول ۵- نتایج رگرسیون مرحله‌ای درگزینش صفات، تolerانس<sup>+</sup> و پارامترهای مدل در لاینهای رشد محدود.

پارامترهای مدل	تولرانس	ترتیب ورود متغیرها به مدل	R <sup>2</sup>	F	صفت (متغیر)
-۴۶/۴۹۴۷**	-	-	-	-	مقدار ثابت
۰/۰۰۰۷	۰/۵۸۱۷	۴	۰/۹۷۸۳	۵/۶۲۲*	ارتفاع (سانتیمتر)
۰/۲۶۶۱**	۰/۲۷۳۹	۱	۰/۷۶۹۰	۱۰۳/۲۰۶**	تعداد غلاف در گیاه
۱۳/۳۳۵۳**	۰/۵۵۵۴	۳	۰/۹۷۳۹	۴۴/۶۲۹**	تعداد دانه در غلاف
۱/۹۴۳۵**	۰/۶۴۵۷	۲	۰/۹۳۳۹	۷۴/۷۵۷**	وزن صد دانه (گرم)

\* و \*\* بترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد. + (همبستگی داخلی بین صفات) Tolerance

گلدهی و روز تا رسیدگی است و بالاخره،

۷- تعداد گره ساقه اصلی تحت تاثیر ارتفاع و رابطه دو جانبه روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی می باشد.

ضرایب مسیر برای روابط طرح شده در شکل ۱ آورده شده اند. تعداد غلاف در بوته اثر مستقیم مثبت و بسیار معنی دار ( $0/934$ ) بر عملکرد دانه داشت و پس از آن وزن صد دانه و تعداد دانه در غلاف بترتیب با ضرایب مسیر  $0/431$  و  $0/276$  آثار مثبت و بسیار معنی داری را بر عملکرد دانه دارا بودند. آثار غیر مستقیم تعداد غلاف در بوته از طریق تعداد دانه در غلاف مثبت ولی خیلی کم ( $0/008$ ) و از طریق وزن صد دانه، منفی و خیلی پایین ( $0/074$ -) بود. آثار غیر مستقیم تعداد دانه در غلاف از طریق تعداد غلاف در بوته مثبت و اندک ( $0/028$ ) و از طریق وزن صد دانه منفی و کم ( $0/035$ -) بود. آثار غیر مستقیم تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف از طریق وزن صد دانه منفی و اندک (بترتیب  $0/159$ - و  $0/023$ -) بودند. روابط فوق نشان دهنده روابط جبرانی اجزای عملکرد است و افزایش یک جزء عملکرد بدلیل رقابت برای مواد پرورده، موجب کاهش اجزای دیگر می شود. ضرایب مسیر اجزای عملکرد در مقایسه با اثر باقیمانده ( $0/064$ ) بزرگتر بودند که این مساله نشان دهنده مکانیزم علی قوی بین عملکرد و اجزای آن است و دیده می شود که این سه جزء، حدود  $97/6$  درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نموده اند. تعداد ساقه فرعی، با ضریب مسیر  $0/692$  اثر مستقیم مثبت بسیار معنی دار بر تعداد دانه در غلاف داشت. روز تا رسیدگی دارای اثر مستقیم مثبت و بسیار معنی دار بر تعداد دانه در غلاف ( $0/451$ )، ارتفاع ( $0/542$ ) و تعداد گره ساقه اصلی ( $0/220$ ) بود. روز تا گلدهی اثر مستقیم مثبت بسیار معنی دار بر ارتفاع ( $0/262$ ) و تعداد گره ساقه اصلی ( $0/200$ ) داشت و اثر این صفت بر وزن صد دانه با ضریب مسیر  $0/612$ -، منفی و بسیار معنی دار و بر تعداد دانه در غلاف با ضریب مسیر  $0/109$ -، منفی و معنی دار بود. تعداد گره ساقه اصلی اثر مستقیم مثبت و بسیار معنی دار بر تعداد غلاف در گیاه ( $0/155$ ) و تعداد ساقه فرعی ( $0/286$ ) داشت.

با توجه به نتایج حاصل، صفات تعداد غلاف در گیاه، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه که مستقیماً روی عملکرد اثر می گذارند، سه جزء اولیه عملکرد می باشند که از این بین، تعداد

غلاف در بوته مهمترین جزء است و در برنامه های به نژادی جهت افزایش عملکرد باید مورد توجه قرار گیرد. صفاتی چون تعداد ساقه فرعی، تعداد گره ساقه اصلی و روز تا رسیدگی که آثار خود را از طریق اثر روی اجزای اولیه عملکرد اعمال می نمایند (صفات تعداد ساقه فرعی و تعداد گره ساقه اصلی از طریق اثر بر تعداد غلاف در بوته و صفت روز تا رسیدگی از طریق اثر بر تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه)، اجزای ثانویه عملکرد می باشند. عوامل ژنتیکی که آثار خود را از طریق اثر روی اجزای ثانویه عملکرد اعمال می نمایند، اجزای ثالثیه عملکرد نام دارند. صفاتی چون روز تا گلدهی و ارتفاع از جمله این صفات هستند. روز تا گلدهی از طریق اثر بر تعداد گره ساقه اصلی و ارتفاع از طریق اثر بر تعداد ساقه فرعی و تعداد گره ساقه اصلی، بر اجزای ثانویه عملکرد و در نهایت بر عملکرد اثر می گذارند. در بررسی روابط بین صفات مختلف، باید تعدادی از صفات اضافی که پیامد منطقی دیگر صفات هستند در نظر گرفته نشوند. از این نقطه نظر مهمترین جنبه رگرسیون چند متغیره مرحله ای، توانایی آن در کاهش تعداد صفات موجود در مدل است. در این تحقیق تجزیه رگرسیون مرحله ای و تجزیه ضرایب مسیر علاوه روشهای مکملی برای مطالعه داده ها بودند. برای مثال تجزیه رگرسیون مرحله ای نشان داد که بیشترین اهمیت را تعداد غلاف در گیاه دارد. صفات وزن صد دانه و تعداد دانه در غلاف صفاتی بودند که بترتیب در مراحل دوم و سوم وارد مدل رگرسیون شدند. تجزیه ضرایب مسیر علاوه بر اینکه مکملی بر تجزیه رگرسیون مرحله ای است، اطلاعات بیشتری را نیز ارائه می دهد. تجزیه ضرایب مسیر ارتباط بین اجزای عملکرد و ساختارهای مورفولوژیک، فیزیولوژیک و فنولوژیک را نشان داد، ولی این مساله در رگرسیون مرحله ای مشخص نبود. همچنین تجزیه ضرایب مسیر نشان داد که کدام یک از اجزای عملکرد با کدام یک از صفات مورفولوژیک و فنولوژیک در ارتباط است. مثلاً صفاتی چون روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی که در رگرسیون مرحله ای نمود نیافتند، در تجزیه ضرایب مسیر خود را نشان دادند، زیرا علاوه بر اجزای معمول عملکرد که بطور عمده تعداد و وزن دانه را شامل می شوند، عملکرد به فعالیت ساختارهای فتوسنتزی نیز مربوط است و صفات فنولوژیک که نقش اساسی در فتوسنتز گیاه و در نهایت عملکرد دانه دارند نیز جزو اجزای عملکرد محسوب می شوند و لذا در تجزیه ضرایب مسیر به عنوان اجزای ثانویه و ثالثیه عملکرد مطرح



شده‌اند. با توجه به نتایج حاصل مشخص می‌گردد که در هر یک از دو گروه رشدی مختلف و تجزیه کلی تقریباً صفات مشابهی روی عملکرد اثر می‌گذارند، با این تفاوت که در لاین‌های رشد محدود اجزای اولیه عملکرد سهم بیشتری را در توجیه تغییرات عملکرد دانه دارند، ولی در لاین‌های رشد نامحدود از سهم این اجزای کمی کاسته می‌شود و نقش اجزای ثانویه عملکرد از جمله تعداد گره ساقه فرعی، تعداد گره ساقه اصلی و روز تا رسیدگی اضافه می‌گردد. در لاین‌های رشد محدود صفت روز تا گلدهی سهم بیشتری را در توجیه تغییرات صفات ارتفاع و تعداد گره ساقه اصلی داشت و در لاین‌های رشد نامحدود صفت روز تا رسیدگی در توجیه تغییرات صفات ارتفاع و تعداد گره ساقه اصلی از اهمیت بیشتری برخوردار بود. در لاین‌های رشد محدود، رشد و نمو قبل از گلدهی مربوط به نمو گره‌هاست و در زمان کامل شدن گلدهی نمو گره‌ها کامل شده است. بنابراین رشد در طول دوره گلدهی تا رسیدن فیزیولوژیک، مربوط به افزایش در طول میانگره‌ها و ابعاد ساقه است ولی در رشد نامحدودها نمو گره‌ها و طول شدن میانگره‌ها همزمان با نمو زایشی صورت می‌گیرد. لذا در لاین‌های رشد محدود دوره رشد رویشی و در لاین‌های رشد نامحدود دوره رشد زایشی سهم بیشتری را در توجیه تغییرات صفات ارتفاع و تعداد گره ساقه اصلی دارا می‌باشند.

در لاین‌های رشد محدود صفت روز تا رسیدگی در توجیه تغییرات وزن دانه نسبت به لاین‌های رشد نامحدود از اهمیت بیشتری برخوردار بود. در لاین‌های رشد محدود با پایان دوره گلدهی دو جزء تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف تعدیل می‌یابند. لذا، طول دوره گلدهی تا رسیدن فیزیولوژیک وزن دانه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. ولی در لاین‌های رشد نامحدود بواسطه اینکه دوره گلدهی طولانی است، در طول دوره گلدهی تا رسیدن فیزیولوژیک هیچ یک از اجزای عملکرد تعدیل نیافته و این دوره بیشتر اجزای قبلی عملکرد را تحت تاثیر قرار می‌دهد، زیرا تنوع اجزای بعدی عملکرد در توالی رشد بوسیله اجزای قبلی کنترل می‌گردد.

در این تحقیق تجزیه و تحلیل‌های متفاوت، روشهای مکملی را برای مطالعه داده‌ها فراهم آوردند و با انجام تجزیه‌های مختلف نشان داده شد که تحت شرایط محیطی این آزمایش، برای تولید سویایی با عملکرد بالا باید گیاهانی با بنیه قوی، گره‌ها و برگهای زیاد، اندامهای تولید مثلی گسترده و وزن صد دانه بالا انتخاب گردند.

گردیدند. تعداد گره ساقه اصلی که در تجزیه ضرایب مسیر به عنوان جزء ثانویه عملکرد برشمرده شد، در تجزیه رگرسیون مرحله‌ای وارد مدل عملکرد نگردید. در حالیکه این صفت نماینده تعداد کل برگهای گیاه یعنی نشان دهنده تعداد واحدهای فیتومتریکی و فتوسنتز کننده گیاه است که خود سازنده اجزای اولیه عملکرد هستند.

لازم به یادآوری است که، ضرایب مسیری که در این شرایط (در نظر گرفتن اجزای اولیه، ثانویه و ثالثیه عملکرد) تعیین می‌گردند، نمی‌توانند اجزای واقعی عملکرد را نشان دهند، زیرا عوامل فیزیولوژیک دیگری وجود دارند که در نظر گرفته نشده‌اند. از طرف دیگر با در نظر گرفتن آن عوامل نیز نمی‌توان واکنش گیاه را در رابطه با نقش نور خورشید، آب، گازها، عناصر غذایی، مواد ذخیره‌ای و غیره بخوبی تشریح نمود. در شرایط این بررسی فقط می‌توان دریافت که کدامیک از صفات مورد مطالعه اثر زیادتری بر عملکرد دارند.

بر اساس روابط علی و معلولی موجود بین صفات مختلف، مدل ارایه شده برای لاین‌های رشد نامحدود تفاوتی با مدل ارایه شده برای تجزیه کلی لاین‌ها نداشت (شکل ۲). ولی در مورد لاین‌های رشد محدود، مدل ارایه شده برای کل ژنوتیپها با کمی تغییر بکار گرفته شد (شکل ۳). در لاین‌های رشد نامحدود اجزای عملکرد می‌توانند بر جزئی که قبلاً تشکیل شده است اثر بگذارند. لذا برای تجزیه و تحلیل اجزای عملکرد از مدل ارایه شده توسط دوی و لو (۱۳) استفاده گردید. ولی در لاین‌های رشد محدود بدلیل دوره گلدهی محدود، از مدل ارایه شده توسط دوی و لو نمی‌توان استفاده نمود، زیرا اجزای عملکردی که در مراحل بعدی رشد و نمو تکوین می‌یابند اثر معنی داری بر اجزای تشکیل شده قبلی ندارند و تنوع اجزای عملکرد بعدی در توالی رشد، به وسیله اجزای عملکرد قبلی کنترل می‌گردد. لذا برای تجزیه و تحلیل اجزای عملکرد از مدل ارایه شده توسط دوفینگ و نایت (۱۴) استفاده شد. از طرف دیگر از آنجاییکه در لاین‌های رشد محدود پس از طی دوره گلدهی، افزایش معنی داری در ارتفاع و تعداد گره ساقه اصلی مشاهده نمی‌گردد، لذا در مدل بکار گرفته شده فرض اثر روز تا رسیدگی بر ارتفاع و تعداد گره ساقه اصلی حذف گردید.

ضرایب مسیر برای روابط علی مطرح شده برای لاین‌های رشد محدود و رشد نامحدود به ترتیب در شکلهای ۲ و ۳ نشان داده

## REFERENCES

## مراجع مورد استفاده

- ۱- پیغمبری، س. ع. ۱۳۶۷. بررسی جغرافیایی و ژنتیکی در ارقام عدس. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- ۲- خدامباشی، م. م. کریمی و م. ر. خواجه پور. ۱۳۶۹. اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر روند رشد سویا. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۱، شماره‌های ۱ و ۲، صفحات ۷-۱.
- ۳- خیال پرست، ف. ۱۳۷۰. بررسی تنوع ژنتیکی و جغرافیایی کلکسیون ماش ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- ۴- رضایی، ع. و ب. ا. منزوی کرباسی راوری. ۱۳۷۰. همبستگی‌های فنوتیپی و ژنوتیپی درصد پروتئین دانه با چند صفت دیگر در گندم پائیزه (*Triticum aestivum* L.). مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۲، شماره‌های ۱ و ۲، صفحات ۹-۱.
- ۵- کوچکی، ع. و م. بنایان. ۱۳۷۳. فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۸۰ ص.
- ۶- مودب شبستری، م. و م. مجتهدی. ۱۳۶۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). مرکز نشر دانشگاهی، تهران. ۴۳۱.
- ۷- میرزایی ندوشن، ح. ۱۳۶۷. بررسی تنوع ژنتیکی و جغرافیایی در کلکسیون لوبیای ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس تهران.
- ۸- یزدان دوست همدانی، م. ۱۳۷۵. بررسی رشد، اجزای عملکرد و عملکرد هیبریدهای ذرت دانه‌ای. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
9. Ahmd, Q., M. A. Rana, and S. U. H. Siddiqui. 1991. Sunflower seed yield as influenced by some agronomic and seed characters. *Euphytica* 56:137-142.
10. Andrson, L. R., and B. L. Vasilas. 1985. Effect of planting date on two soybean cultivars: Seasonal dry matter accumulation and seed yield. *Crop Sci.* 25:999-1004.
11. Bhatt, G. H. 1973. Significance of path coefficient analysis determining the nature of character association. *Euphytica* 22:338-343.
12. Chung, J. H., and D. S. Goulden. 1971. Yied components of haricot beans *Phaseolus vulgaris* L. grown at different plant densities. *N. Z. J. Agric. Res.* 14:227-234.
13. Dewy, D. R., and K. H. Lu. 1959. A correlation and path coefficient analysis of component crested wheat grass seed production. *Agron. J.* 51:515-518.
14. Dofing, S. M., and C. W. Knight. 1992. Alternative model for path analysis of small-grain yield. *Crop Sci.* 32:487-489.
15. Duarte, R. A., and M. W. Adams. 1972. A path coefficient analysis of some yield component interrelation in field beans (*phaseolus vulgaris* L.). *Crop Sci.* 12:579-582.
16. Hallauer, A. R., and J. B. Miranda. 1981. Quantitative Genetics In Maize Breeding. Iowa State University Press. Ames, Iowa. 468p.
17. Johnson, H. W., H. F. R. Robinson, and R. E. Comestock. 1955. Genotypic and phenotypic correlation in soybeans and their implication in selection. *Agron J.* 47:477-483.
18. Kleinbaum, D. G., L. L. Kupper, and K. E. Muller. 1988. Applied regression analysis and other multivariate methods. PWS-Kent Pub. Co., Boston. 718p.
19. Pandy, J. P. and J. H. Torrie. 1973. Path coefficient analysis of seed yield components in soybeans.

- (*Glycine max (L) Merr.*). Crop Sci. 13:505-507.
20. Singh, K. B., G. Bejiga, and R. S. Malhotra. 1990. Associations of some characters with seed yield in chickpea collection. Euphytica 49:83-88.
  21. Singh, K. B., and R. S. Malhotra. 1970. Interrelationships between yield components in mungbean. Indian J. Genet. Plant Breed. 30:244- 250.
  22. Singh, S. P., A. N. Srivastava, and R. P. Katiyar. 1979. Path analysis in Indian colza. Indian J. Genet. Plant Breed. 39:150-153.
  23. Srivastava, R. L., R. N. Sahai, J. K. Saxena, and I. P. Singh. 1976. Path analysis of yield components in soybean (*Glycine max (L.) Merr.*). Indian J. Agric. Res. 10:171-173.

**Correlation and Path Coefficient Analysis of Morphological and Phenological Traits Associated with Yield in Soybean (*Glycine max* (L) Merr.)**

**B. SIAHSAR and A. REZAI**

**Instructor, Sistan and Baloochestan University and Professor, Isfahan University of Technology, Respectively.**

**Accepted March 10, 1999**

**SUMMARY**

In order to study the association of morphological characters with each other and with seed yield, and to get better knowledge of the morphological basis of yield variation in soybean, an experiment was conducted at the Research Farm of Agricultural College of the Isfahan University of Technology, located at Lavark, Najaf-abad in 1996. The experiment was arranged in three augmented designs with 285 lines and 5 control varieties. Genotypic and phenotypic correlations had similar trends and in most of the cases had little differences. The number of pods per plant followed by number of lateral branches had the greatest phenotypic and genotypic correlations with seed yield. The results of stepwise regression analysis indicated that the maximum variation in seed yield could be attributed to the number of pods per plant, number of seed per pod and 100-seed weight. The results of path analysis also revealed the importance of the direct effects of the three mentioned characters on seed yield, and affirmed the importance of number of pods per plant. The number of lateral branches, days to flowering and maturity, number of nodes per main stem and plant height had a considerable influence on seed yield variability, through the mentioned components.

**Key Words:** Determinate and indeterminate, Phenotypic and genotypic correlations, Stepwise regression, Yield components.