

## بررسی ارتباط ترکیب اسیدهای چرب و پروتئین دانه سویا (*Glycine max L.*) با صفات مورفولوژیک و فنولوژیک از طریق تجزیه به عامل‌ها

عنایت رضوانی خورشیدی<sup>۱</sup>، سید کمال کاظمی تبار<sup>۲</sup> و غلامعباس کیانوش<sup>۳</sup>  
۱، ۲، فارغ التحصیل مقطع کارشناسی ارشد و استادیار دانشکده کشاورزی ساری، دانشگاه مازندران.  
۳، عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی مازندران.  
تاریخ پذیرش مقاله ۸۲/۴/۱۸

### خلاصه

به منظور مطالعه تنوع موجود بین ارقام سویا از نظر ترکیب اسیدهای چرب و پروتئین دانه و همچنین مطالعه روابط صفات مورفولوژیک و فنولوژیک با آنها از طریق تجزیه علیت و تجزیه به عامل‌ها، تعداد ۲۵ ژنوتیپ در قالب یک طرح مربع لاتیس در سال ۱۳۸۰ در ایستگاه تحقیقات زراعی باغ کلا وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی مازندران کاشته شد. بیست صفت زراعی و ۸ صفت مربوط به کیفیت دانه اندازه‌گیری شد. تنوع موجود بین ارقام در کلیه صفات معنی‌دار بود. روز تا گلدهی بیشترین و درصد پروتئین کمترین وراثت پذیری عمومی را داشت. در برآورد همبستگی صفات، صفت درصد اسید اولئیک با صفات طول دانه، وزن هزار دانه و درصد روغن همبستگی مثبت و با اسید لینولئیک و اسید لینولنیک و سطح برگ همبستگی منفی داشت. در تجزیه رگرسیون گام به گام بر اساس درصد روغن، ۶ صفت در مدل قرار گرفتند که در تجزیه علیت صفات درصد روغن+پروتئین، سطح برگ و تعداد شاخه اثر مستقیم مثبت بالایی بر درصد روغن داشتند. در تجزیه به عامل‌ها، نه عامل شناسایی شد که درصد اسید اولئیک با طول بذر و وزن هزار دانه در عامل دوم قرار گرفتند که با توجه به ضریب عاملی معنی‌دار درصد اسید پالمیتیک در عامل مربوط به ابعاد بذر بر رابطه بین صفات کیفی و اندازه بذر تاکید دارد.

### واژه‌های کلیدی: سویا، تجزیه همبستگی، تجزیه علیت، تجزیه به عامل‌ها

#### مقدمه

اسیدهای چرب اشباع شده روغن را پایدارتر می‌کنند ولی اسیدهای چرب اشباع نشده مغذی‌تر هستند. امروزه برای افزایش پایداری روغن در برابر اکسید شدن و افزایش نقطه ذوب آن از هیدروژناسیون مصنوعی استفاده می‌شود که به علت افزایش اسیدهای چرب ترانس و کلسترول رقیق برای سلامتی انسان خطرناک است (۸). همچنین فقدان اسیدهای چرب ضروری (غیر اشباع) در بدن باعث ریزش مو، آگزما، تاخیر در التیام زخم، جوش زدن و ... می‌شود و میزان بالای آن با ایجاد تومور و پیری زودرس مرتبط است (۲). اولین استراتژی تغییرات ژنتیکی ترکیب اسیدهای چرب کاهش C۱۸:۳ و استراتژی بعدی افزایش C۱۸:۱ بود (۴).

سویا یکی از شش گیاه اصلی روغنی به همراه نخل روغنی، کلزا، آفتابگردان، پنبه دانه و بادام زمینی است که ۸۴ درصد روغن خوراکی تولید شده در جهان را تشکیل می‌دهند (۱۳). دامنه روغن سویا از ۱۴ تا ۲۳ درصد و دامنه پروتئین آن از ۳۲ تا ۵۰ درصد متغیر و مبتنی بر اثرات محیطی و ژنوتیپ گیاه است (۱). کاربرد هر روغن بستگی به کیفیت و بویژه ترکیب اسیدهای چرب آن دارد و روغن سویا از اسیدهای چربی مثل اسید پالمیتیک (۱۶:۰)، اسید استئاریک (۱۸:۰)، اسید اولئیک (۱۸:۱)، اسید لینولئیک (۱۸:۲) و اسید لینولنیک (۱۸:۳) تشکیل شده‌اند (۱۳).

استولتروفوس و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که اسید پالمیتیک همبستگی فنوتیپی منفی و معنی دار با مقدار روغن (۰/۸۴-) اسید اولئیک (۰/۹۴-) و اسید لینولئیک (۰/۹۶-) دارد. ژانگ (۱۹۹۱) در بررسی نتایج  $F_2$  و  $F_2$  حاصل از دو واریته سویا با پروتئین و اسید چرب متفاوت، همبستگی فنوتیپی بین اسید لینولئیک با اسید اولئیک و همچنین بین اسید لینولئیک با مقدار روغن و وزن صددانه را گزارش کرد. همبستگی فنوتیپی مثبت بین اسید اولئیک و وزن صددانه نشان داد که انتخاب برای بذر بزرگتر در سویا ممکن است باعث افزایش اسید اولئیک و کاهش اسید لینولئیک در روغن دانه شود. و لاسکو و همکاران (۲۰۰۱) اسیدهای چرب سویا را برای تعیین ارتباط وزن صددانه و اسیدهای چرب بررسی کردند و گزارش کردند که اسید لینولئیک همبستگی معنی دار و منفی با وزن صددانه دارد.

هزارجریبی (۱۳۷۷) با بررسی همبستگی ژنتیکی درصد روغن دانه با برخی صفات مهم زراعی در سویا از طریق تجزیه مسیر گزارش کرد که صفات درصد پروتئین، وزن صددانه، تعداد روز تا شروع گلدهی، دوره پر شدن دانه و روز تا رسیدگی دارای همبستگی منفی و معنی دار و تعداد دانه در غلاف دارای همبستگی مثبت و معنی دار در سطح ۱٪ با درصد روغن می باشد. تجزیه علیت نشان داد که افزایش درصد روغن عمدتاً در اثر کاهش درصد پروتئین می باشد. صفات تعداد روز تا شروع گلدهی و روز تا رسیدگی نیز به ترتیب دارای اثر مستقیم مثبت و منفی بر روی درصد روغن بودند.

### مواد و روش ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقات زراعی بایع کلا وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی مازندران در قالب یک طرح مربع لاتیس ۵×۵ با سه تکرار انجام شد. هر کرت شامل چهار ردیف سه متری با فاصله کشت ۶۰×۸ سانتی متر بود. نوع خاک رسی لومی دارای ۲۹٪ رس، ۲۷٪ لای و ۴۴٪ شن با اسیدیته ۷/۳۷ بود. همچنین از آبیاری بارانی در مراحل مختلف و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود ازته استفاده شد. اسامی ۲۵ رقم عبارتند از:

هدف اصلاح اسید چرب سویا در مورد تغذیه رسیدن به یک روغن با ۶۵-۷۵ درصد اسید اولئیک، حدود سه درصد اسید لینولئیک و کمتر از هفت درصد اسیدهای چرب اشباع شده است که باعث بهبود پایداری و خوشبویی روغن سویا می شود (۹). در این زمینه تولید اسیدهای چرب گاما برای کاربردهای تغذیه ای نیز یکی از اهداف اصلاح اسیدهای چرب می باشد (۷). برای مصارف صنعتی هدف افزایش بیشتر ترکیبات اشباع نشده با چند باند دوگانه می باشد که بدین ترتیب اسیدهای چرب با کاربردهای صنعتی متعدد می تواند تولید شود (۶). بنابراین تولید روغن از گیاهان زراعی تغییر یافته ژنتیکی به ما اجازه گسترش دامنه اسیدهای چرب در دسترس را می دهد (۱۰). در این زمینه تحقیقاتی انجام شده است از جمله:

های و همکاران (۱۹۹۶) همبستگی بین اسیدهای چرب و صفات مهم شیمیایی و زراعی را در ۲۵ رقم سویا مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که اسید لینولئیک همبستگی مثبت و معنی داری با اسید لینولئیک دارد و هر دو یک همبستگی منفی با اسید اولئیک دارند. همچنین همبستگی مثبت بین اسید پالمیتیک و وزن صددانه وجود دارد.

ری بتزک و همکاران (۱۹۹۸) تغییرات در خصوصیات زراعی و دانه ای سویا را برای انتخاب میزان اسید پالمیتیک کمتر بررسی کردند و دریافتند که در ارقام دارای اسید پالمیتیک کمتر میزان اسیدهای اولئیک و لینولئیک بیشتر بود و اسید پالمیتیک همبستگی معنی دار و منفی با مقدار اسید اولئیک داشت و همبستگی مثبت و معنی داری با تغییرات میزان اسید لینولئیک داشت.

ماستری و همکاران (۱۹۹۸) هجده ژنوتیپ سویا با گروه های رسیدگی ۴، ۵، ۶ و ۷ را برای تعیین وجود ارتباط بین وزن صددانه و مقدار روغن و اسیدهای چرب مورد بررسی قرار دادند. وزن صددانه دامنه ای بین ۱۳/۹ تا ۲۱ گرم داشت و دامنه روغن ۱۹۸ تا ۲۶۷ گرم در هر کیلوگرم بود. وزن صددانه با اسید استئاریک و اسید اولئیک همبستگی مثبت و با اسید لینولئیک همبستگی منفی داشت و پیشنهاد کردند که وزن صددانه و رابطه آن با اسیدهای چرب خاص در برنامه های اصلاحی سویا در نظر گرفته شوند.

روش NIR و اندازه‌گیری درصد اسیدهای چرب توسط روش کروماتوگرافی گازی انجام شد که در این دستگاه دمای آون، دکتور و اینجکتور به ترتیب ۱۵۰، ۲۸۰ و ۳۰۰ درجه سانتیگراد بود. بعد از انجام تجزیه واریانس، برآورد پارامترهای ژنوتیپی و فنوتیپی و وراثت پذیری عمومی، ضرائب همبستگی ساده صفات بدست آمد. سپس تجزیه رگرسیون گام به گام صورت گرفت و از صفات باقی‌مانده در مدل برای تجزیه علیت استفاده شد. برای تحلیل بهتر از روش تجزیه به عامل‌ها با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و چرخش عامل‌ها به روش وریماکس استفاده شد. تمام محاسبات فوق توسط نرم افزار SAS صورت گرفت.

### نتایج و بحث

#### ۱- تجزیه واریانس ساده صفات و برآورد پارامترهای آماری

در تمامی صفات در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ بین ارقام تفاوت معنی دار مشاهده شد (جدول ۱). بیشترین ضریب تغییرات ژنوتیپی مربوط به صفت تعداد شاخه و کمترین آن مربوط به صفت درصد پروتئین بود. ، بیشترین ضریب تغییرات فنوتیپی مربوط به صفت تعداد شاخه و کمترین آن مربوط به صفت درصد پروتئین+روغن بود. در مورد صفات مربوط به درصد اسیدهای چرب بیشترین ضریب تغییرات محیطی را صفت درصد اسید استئاریک و کمترین آن را صفت درصد اسید لینولنیک داشت. صفت روز تا گلدهی دارای بیشترین و صفت عملکرد بوته و درصد پروتئین دارای کمترین وراثت پذیری عمومی بودند. درصد روغن و درصد روغن+پروتئین نیز از وراثت پذیری پایینی برخوردار بودند. در مورد صفات مربوط به درصد اسیدهای چرب، صفت درصد اسید استئاریک دارای بیشترین و درصد اسید اولئیک و اسید پالمیتیک دارای کمترین وراثت پذیری عمومی بودند.

#### ۲- تجزیه همبستگی ساده صفات

همبستگی مثبت و معنی‌داری بین درصد اسید پالمیتیک و درصد اسید لینولنیک مشاهده شد (جدول ۲) که های و همکاران (۱۹۹۶) و ری بتزک و همکاران (۱۹۹۸) نیز چنین نتیجه‌ای را گزارش کردند. همچنین همبستگی منفی و معنی‌دار

بونوس ، ویلیامز ، فاور ، الف ، بی.پی ، زین ، هیل ، پرشینگ ، کلارک ، هاییت ، وودورث ، روناک ، هارپر ، گرانگلب ، جی.کا ، کونسکا ، اس.آراف ، فرانکلین ، کولمبوس ، سحر ، KS-۶۹۰۵۸-۲۷، K، ۶۹۰۵۷-۶۹۰۱۷، KS-۶۹۰۴۲ و KS-۶۹۰۴۳.

در کل ۲۸ صفت با برداشت ۱۰ بوته تصادفی از دو ردیف میانی هر کرت بعد از حذف نیم متر حاشیه اندازه‌گیری شد. صفات زراعی مورد اندازه‌گیری شامل طول برگ، عرض برگ، نسبت طول به عرض برگ، سطح برگ، روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی، روز از گلدهی تا رسیدگی، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، طول غلاف، تعداد گره در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد غلاف در هر گره، طول دانه، عرض دانه، نسبت طول به عرض دانه، تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در هر غلاف، وزن هزار دانه و عملکرد بوته بودند. صفات مربوط به کیفیت دانه نیز شامل درصد روغن، درصد پروتئین، درصد روغن+پروتئین، درصد پنج اسید چرب پالمیتیک، استئاریک، اولئیک، لینولئیک و لینولنیک بودند. اندازه‌گیری درصد روغن و پروتئین توسط

- 1 . Bonus
- 2 . Williams
- 3 . Four
- 4 . Elf
- 5 . B.P
- 6 . Zane
- 7 . Hill
- 8 . Pershing
- 9 . Clark
- 10 . Habbit
- 11 . Woodworth
- 12 . Roanak
- 13 . Harper
- 14 . Grangleb
- 15 . J. K.
- 16 . Koneska
- 17 . S. R. F
- 18 . Franklin
- 19 . Colombus

همبستگی منفی و معنی‌دار درصد اسید استتاریک و اسید پالمیتیک با درصد اسید لینولئیک و همچنین اسید پالمیتیک با اسید لینولئیک نشان دهنده اینست که هر چه ترکیبات اسید چرب اشباع افزایش می‌یابد درصد اسیدهای چرب غیر اشباع کم می‌شود.

بین درصد اسید پالمیتیک و درصد اسید لینولئیک وجود داشت که با نتایج های و همکاران (۱۹۹۶) و همچنین استولتزفوس و همکاران (۲۰۰۰) مطابقت داشت. همبستگی منفی بین درصد اسید پالمیتیک و صفت عرض بذر بر رابطه اندازه بذر با درصد این اسید چرب تاکید دارد.

جدول ۱- برآورد فراسنجه‌های آماری و ژنتیکی ۲۸ صفت در ۲۵ رقم سویا

توارث	ضریب	ضریب	ضریب	ضریب	ضریب	ضریب	توزیع F	صفت
پذیری	تغییرات	تغییرات	تغییرات	حداکثر	حداقل	میانگین		
عمومی.٪	محیطی.٪	ژنوتیپی.٪	فنوتیپی.٪					
۶۸/۴	۶	۵/۵	۶/۶	۱۸/۱۸	۱۰/۷۶	۱۳/۱۵	۵/۰۶**	طول برگ (سانتیمتر)
۷۹/۹	۱۰	۱۲/۵	۱۴	۱۰/۶	۴/۳۸	۷/۹۱	۶/۵۲**	عرض برگ (سانتیمتر)
۸۸/۷	۹/۹	۱۶/۶	۱۷/۷	۲/۰۵	۱/۱۲	۱/۷۲	۱۱/۵۶**	طول به عرض برگ
۶۹/۹	۱۵	۱۳/۷	۱۶	۱۰۳	۳۸/۵	۶۹/۴۵	۴/۴۲**	سطح برگ (سانتیمترمربع)
۹۷/۷	۴	۱۶/۵	۱۶/۷	۷۹	۴۷	۵۶/۷۹	۹۹۹**	روز تا گلدهی
۹۷/۵	۳	۱۰	۱۰/۲۵	۱۶۵	۱۱۳	۱۴۰	۹۹۹**	روز تا رسیدگی
۹۱	۵/۴	۱۰	۱۱	۱۰۵	۶۰	۸۳/۴	۳۴/۵۶**	روز از گلدهی تا رسیدگی
۹۴/۴	۱۱	۲۶	۲۷	۱۴۷/۵	۳۲/۲	۸۸/۴۷	۳۴/۵۶**	ارتفاع (سانتیمتر)
۸۱	۴/۶	۵/۶	۶	۵/۲۵	۳/۸۹	۴/۶۴	۱/۳۷*	طول غلاف (سانتیمتر)
۸۲	۲۳	۳۱	۳۲	۹/۳۳	۱/۵	۳/۷۶	۵/۹۳**	تعداد شاخه
۵۱	۲۷	۱۶	۲۳	۶۸	۱۵/۶۷	۲۹/۵۲	۲/۰۱*	تعداد گره
۵۲	۲۳	۱۴	۲۰	۱۱۷	۳۰/۳۳	۷۰/۱۸	۲/۵۹**	تعداد غلاف
۷۹	۱۶/۷	۱۹/۷	۲۲	۴/۱۱	۱/۳۶	۲/۴۷	۶/۵۹**	تعداد غلاف در گره
۳۱	۲۶	۱۰/۷	۱۹	۳۳۵	۸۴/۸	۱۶۷/۷	۲/۱۲**	تعداد دانه در هر بوته
۵۲	۱۷	۱۱	۱۵	۴/۳۹	۱/۰۴	۲/۳۶	۱/۷۶**	تعداد دانه در غلاف
۸۳/۸	۳/۴	۴/۶	۵	۸/۳۲	۶/۷	۷/۳۲	۵/۷**	طول دانه (میلیمتر)
۷۰/۸	۴/۶	۴	۵	۸/۰۹	۴/۴	۶/۳۷	۱/۹۹**	عرض دانه (میلیمتر)
۳۰	۵/۷	۲/۳	۴	۱/۵	۰/۹۸	۱/۱۵	۱/۰۹**	طول به عرض دانه
۵۶	۱۵	۱۰	۱۴	۲۴۳	۸۵/۲۸	۱۴۱/۱	۲/۵۵**	وزن هزار دانه (گرم)
۳۷	۱۸/۴۱	۳/۷۳	۱۰/۰۴	۲۷/۶۷	۶/۹۲	۱۶/۰۹	۱۴/۰۸**	عملکرد بوته (گرم)
۵۲	۰/۰۳۴	۰/۰۱۵	۰/۰۲۹	۲۲	۱۹/۸	۲۱/۳۵	۹۹۹۹**	درصد روغن
۱۲	۰/۰۳۳	۰/۰۰۴	۰/۰۳۳	۴۱/۲	۳۵/۴	۳۸/۳۷	۲/۰۲**	درصد پروتئین
۵۸	۰/۰۱۲	۰/۰۰۷	۰/۰۱۲	۶۱/۸	۵۷/۹	۵۹/۵۹	۲/۳۵**	درصد پروتئین+روغن
۷۶	۶/۷	۰/۰۷۶	۰/۰۹۹	۱۴/۷۳	۱۰/۰۹	۱۱/۳	۴/۵۱**	درصد اسید پالمیتیک
۹۰	۱۵/۷۵	۰/۴۰۶	۰/۴۵	۶/۰۴	۱/۰۱	۲/۸۷	۱۳/۳۲**	درصد اسید استتاریک
۷۶	۲/۹۲	۰/۰۳۵	۰/۰۴۶	۵۷/۲۶	۴۶/۸۶	۵۳/۳۳	۴/۳۹**	درصد اسید اولئیک
۸۳	۳/۵۹	۰/۰۵۱	۰/۰۶۱	۳۲/۱۸	۲۴/۴۷	۲۷/۳۶	۵/۸۶**	درصد اسید لینولئیک
۸۵	۱۴/۵۵	۰/۱۶۹	۰/۱۹۸	۷/۱۲	۱/۵۸	۴/۴	۳/۳۶**	درصد اسید لینولئیک

جدول ۲- ضرائب همبستگی ساده ۲۸ صفت

دانه در غلاف	دانه در بوته	غلظت در گره	تعداد غلاف	تعداد شاخه	طول غلاف	ارتفاع	غلظت تا رسیدگی	روز تا رسیدگی	طول به عرض برگ	عرض برگ	طول برگ					
طول برگ	۱															
عرض برگ	۰/۳۴**	۱														
طول به عرض برگ	۰/۱۸**	-۰/۲۷**	۱													
سطح برگ	۰/۶۴**	۰/۹۱**	-۰/۵۴**	۱												
روز تا گلدهی	۰/۴۶**	۰/۰۶	۰/۲۱	۰/۲۲	۱											
روز تا رسیدگی	۰/۴۸**	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۳۱**	۰/۲۷**	۱										
غلظت تا رسیدگی	۰/۳۳**	۰/۲۴**	۰/۰۲	۰/۲۸*	۰/۲۱	۰/۲۹**	۱									
ارتفاع	۰/۰۲	۰/۴۷**	-۰/۴۷**	۰/۳۵**	۰/۱۶	۰/۲۷*	۰/۵۴**	۱								
طول غلاف	-۰/۱۸	۰/۱۹	-۰/۲۳*	۰/۰۹	-۰/۱۴	-۰/۲۷*	۰/۱۵	-۰/۲۳**	۱							
تعداد شاخه	۰/۰۳	-۰/۰۷	۰/۰۵	-۰/۰۱	۰/۱۴	۰/۰۲	-۰/۱۴	-۰/۲۳*	-۰/۲۳*	۱						
تعداد گره	۰/۰۵	۰/۱۵	-۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	-۰/۰۲	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۱					
تعداد غلاف	۰/۳**	-۰/۰۲	۰/۱۷	۰/۱	۰/۱۷	۰/۴۱**	۰/۳۴**	۰/۳۴**	۰/۳۴**	۰/۳۴**	۰/۳۴**	۱				
تعداد غلاف در گره	۰/۲۵*	-۰/۰۲	۰/۳۸**	-۰/۰۷	۰/۳۸**	۰/۴۸**	۰/۱۵	-۰/۳۱**	-۰/۳۱**	-۰/۳۱**	-۰/۳۱**	۰/۳۶**	۱			
تعداد دانه در هر بوته	۰/۳۳*	-۰/۰۰۶	۰/۱۵	۰/۰۸	۰/۲۹*	۰/۴۲**	۰/۳۵	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۳۳*	۰/۳۳*	۱		
تعداد دانه در غلاف	-۰/۱۳	-۰/۰۲	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۲۴*	۰/۱۶	-۰/۰۲	-۰/۰۲	-۰/۰۲	-۰/۰۲	-۰/۰۲	-۰/۰۲	۰/۱۶	۱	
طول دانه	-۰/۰۷	-۰/۰۷	۰/۰۶	-۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶
عرض دانه	۰/۱۲	-۰/۰۰۴	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸
طول به عرض دانه	-۰/۱۶	-۰/۱۱	۰/۰	-۰/۱۳	-۰/۱۳	-۰/۱۴	-۰/۱	-۰/۱۳	-۰/۱۳	-۰/۱۳	-۰/۱۳	-۰/۱۳	-۰/۱۳	-۰/۱۳	-۰/۱۳	-۰/۱۳
وزن هزار دانه	۰/۱	۰/۱۲	-۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۳*	۰/۳*	۰/۳*	۰/۳*	۰/۳*	۰/۳*	۰/۳*	۰/۳*	۰/۳*	۰/۳*
عملکرد بوته	۰/۲۵*	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۲۸*	۰/۴۸**	-۰/۴۵**	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱
درصد روغن	-۰/۱	-۰/۱۸	۰/۰۶	۰/۲۱	۰/۱۶	-۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
درصد پروتئین	-۰/۰۶	۰/۱۹	-۰/۲۳	۰/۱۶	۰/۱۶	-۰/۱۵	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۲
مقدار روغن + پروتئین	-۰/۲۴*	۰/۰۴	-۰/۲۳	-۰/۰۳	-۰/۰۳	-۰/۳۵**	-۰/۳۱	-۰/۳۱	-۰/۳۱	-۰/۳۱	-۰/۳۱	-۰/۳۱	-۰/۳۱	-۰/۳۱	-۰/۳۱	-۰/۳۱
درصد اسید پالمیتیک	۰/۰۷	-۰/۱۲	۰/۱۷	-۰/۰۶	-۰/۰۶	۰/۱۱	-۰/۰۸	-۰/۰۸	-۰/۰۸	-۰/۰۸	-۰/۰۸	-۰/۰۸	-۰/۰۸	-۰/۰۸	-۰/۰۸	-۰/۰۸
درصد اسید استئاریک	۰/۰۶	-۰/۰۳	۰/۱	-۰/۰۳	-۰/۰۳	-۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸
درصد اسید اولئیک	-۰/۱۹	-۰/۲۴*	۰/۰۵	-۰/۲۷*	-۰/۲۷*	-۰/۱۲	-۰/۱۵	-۰/۱۵	-۰/۱۵	-۰/۱۵	-۰/۱۵	-۰/۱۵	-۰/۱۵	-۰/۱۵	-۰/۱۵	-۰/۱۵
درصد اسید لینولیک	۰/۰۳	۰/۲۱	-۰/۱۵	۰/۲	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱
درصد اسید لینولیک	۰/۰۱	۰/۰۲	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۱۸	-۰/۱۸	-۰/۱۸	-۰/۱۸	-۰/۱۸	-۰/۱۸	-۰/۱۸	-۰/۱۸	-۰/۱۸	-۰/۱۸

- ضرائبی که با \* و \* مشخص شده‌اند به ترتیب در سطح ۰/۱ و ۰/۰۵ معنی دارند.



تجزیه علیت نشان می‌دهد که صفت درصد پروتئین بیشترین اثر مستقیم منفی و صفت درصد روغن+پروتئین بیشترین اثر مستقیم مثبت را بر روی درصد روغن داشت. همچنین صفات تعداد شاخه و سطح برگ نیز دارای ضرائب مستقیم بالایی بودند که می‌توان برای اصلاح روغن از آنها استفاده کرد.

جدول ۳- نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام صفات مؤثر بر درصد روغن

صفت	مرحله	R <sup>2</sup> جزء	R <sup>2</sup> مدل	F مدل رگرسیون
درصد پروتئین	۱	۰/۴۳	۰/۴۳	۳۶/۸۷**
درصد روغن+پروتئین	۲	۰/۴۹	۰/۹۲۸	۳۲۵/۱۱**
تعداد شاخه	۳	۰/۰۰۸	۰/۹۳۷	۶/۴۳**
سطح برگ	۴	۰/۰۰۶۳	۰/۹۴۳	۵/۰۱*
تعداد دانه در بوته	۵	۰/۰۰۳۱	۰/۹۴۷	۲/۵۷*
وزن هزاردانه	۶	۰/۰۰۴	۰/۹۵۱	۳/۵۲*

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪ R<sup>2</sup> = ضریب تبیین

۴- تجزیه به عامل‌ها

در تجزیه به عامل‌ها (جدول ۵) با استفاده از ۲۸ صفت، نه عامل با ریشه مشخصه بیشتر از یک شناسایی شدند که در کل ۸۲/۹۹ درصد تنوع موجود بین ارقام را توجیه کردند. در بررسی عامل‌ها و صفات مربوط به کیفیت دانه مشاهده می‌شود در عامل دوم که ۱۳/۲۸ درصد تنوع را در بر گرفت، صفات طول دانه، وزن هزار دانه و درصد اسید اولئیک قرار گرفتند که با توجه به همبستگی معنی‌دار طول دانه و وزن هزار دانه با درصد اسید اولئیک می‌توان از تغییرات این دو صفت برای تغییر درصد اسید اولئیک استفاده کرد.

جدول ۴- نتایج تجزیه علیت برای درصد روغن

صفت	پروتئین %	روغن+پروتئین %	تعداد شاخه	سطح برگ	تعداد دانه در بوته	وزن هزار دانه	همبستگی با درصد روغن
درصد پروتئین	-۱/۸۵	۱/۰۸	-۰/۰۰۵	۰/۰۹	۰/۰۰۴	۰/۰۱	-۰/۶۶
روغن+پروتئین	-۱/۴	۱/۴۳	-۰/۰۲۴	-۰/۰۱۸	۰/۰۰۶	-۰/۰۲۳	-۰/۰۳
تعداد شاخه	۰/۰۵۵	-۰/۲۲۹	۰/۱۴۶	-۰/۰۰۶	-۰/۰۱۸	۰/۰۲	-۰/۰۳
سطح برگ	-۰/۲۹	-۰/۰۴	۰/۵۵۶	-۰/۰۲	-۰/۰۵	-۰/۰۱۳	۰/۲۱
تعداد دانه	۰/۱۴۷	-۰/۱۷۲	۰/۰۴۵	۰/۰۴۵	-۰/۰۵۸	-۰/۰۰۳	۰/۰۰۷
وزن هزار دانه	۰/۱۸۴	۰/۲۹۹	-۰/۰۳	۰/۰۶۸	-۰/۰۰۲	-۰/۰۰۳	۰/۴۲

- اثر باقیمانده= ۰/۴۹ - اعداد روی قطر که زیر آنها خط کشیده شده، اثرات مستقیم و بقیه اثرات غیر مستقیم هستند.

همبستگی منفی مشاهده شده بین درصد اسید اولئیک با درصد اسید لینولئیک و اسید لینولنیک نشان دهنده اینست که هرچه درصد اسیدهای چرب با چند باند غیر اشباع افزایش می‌یابد، درصد اسیدهای چرب با یک باند غیر اشباع کاهش می‌یابد. همبستگی مثبت و معنی‌دار صفت درصد اسید اولئیک با صفات طول بذر و وزن هزار دانه باز هم بر رابطه اندازه بذر با تجمع اسیدهای چرب تاکید دارد. یعنی می‌توان با افزایش اندازه بذر مقدار اسید چرب اولئیک را افزایش و با توجه به رابطه منفی آن با اسید چرب لینولنیک مقدار اسید چرب لینولنیک را کاهش داد و بالعکس. این نتایج با نتایج زانگ و همکاران (۱۹۹۱) در تطابق است. همچنین با توجه به همبستگی مثبت بین درصد روغن و درصد اسید اولئیک برای افزایش درصد اسید اولئیک که یک اسید چرب مطلوب از نظر تغذیه‌ای است، می‌توان از طریق افزایش روغن و همچنین وزن هزار دانه اقدام کرد. همبستگی منفی درصد اسید چرب لینولنیک با عملکرد و وزن هزاردانه که از اجزاء مهم عملکرد است نیز در اصلاح اسیدهای چرب اهمیت زیادی دارد.

۳- تجزیه رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت

در تجزیه رگرسیون گام به گام به گام صفات مؤثر بر درصد روغن (جدول ۳)، شش صفت درصد پروتئین، درصد روغن+پروتئین، تعداد شاخه، سطح برگ، تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه با ضریب تبیین ۹۵٪ در مدل قرار گرفتند. سپس با استفاده از صفات باقی مانده در مدل رگرسیون گام به گام، تجزیه علیت برای تعیین اثرات مستقیم و غیر مستقیم مؤثر بر عملکرد روغن انجام شد که نتیجه آن در جدول ۴ آورده شده است. نتایج

جدول ۵- نتایج تجزیه به عامل‌ها بعد از چرخش وریماکس

عامل	عامل (ماتریس ضرایب عاملی)									میزان اشتراک
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	
عامل ۱ (۱۹/۵۷٪)	۰/۷۲۸	-۰/۱۱	-۰/۰۰۳	۰/۲۸	-۰/۰۱	-۰/۱۲	-۰/۰۸۸	۰/۱۱	۰/۷	طول برگ
روز تا گلدهی	۰/۱۸	۰/۰۰۸	۰/۲	-۰/۰۱	-۰/۱۲	-۰/۰۷	-۰/۱۴	-۰/۱۴	۰/۷۳	روز تا رسیدگی
غلایف در هر گره	۰/۱۶۶	۰/۰۴	-۰/۱۵	-۰/۲۶	-۰/۱۸	-۰/۰۱	۰/۰۶	-۰/۰۴	۰/۱۸۸	عملکرد بوته
عامل ۲ (۱۳/۲۸٪)	۰/۷۹	۰/۰۴	-۰/۱۷	۰/۰۷	۰/۰۳	-۰/۱۲	۰/۲۴	-۰/۱۶	۰/۷۷	طول بذر
وزن هزار دانه	۰/۱۸۲	-۰/۰۵	۰/۰۳	-۰/۰۳	-۰/۰۸	-۰/۱۳	-۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۱۸۹	درصد اسید اولئیک
عامل ۳ (۱۰/۸۵٪)	۰/۱۷	-۰/۰۲	-۰/۰۱	۰/۱۸۱	۰/۱	۰/۰۳	۰/۰۲	-۰/۲۳	۰/۱۸	تعداد شاخه
تعداد گره	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۱۸۸	-۰/۰۸	۰/۲۷	-۰/۰۸	۰/۰۲۶	۰/۱۸۹	تعداد غلاف در بوته
تعداد دانه در بوته	۰/۱۵	۰/۰۴	-۰/۰۳	۰/۱۶۶	-۰/۱۶	۰/۰۱	-۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۹۱	تعداد دانه در بوته
عامل ۴ (۸/۹٪)	۰/۱۱	-۰/۰۹	-۰/۰۳	۰/۱۹۴	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۰۵	-۰/۰۶	۰/۹۴	عرض برگ
طول به عرض برگ	۰/۰۷	۰/۰۰۷	-۰/۰۴	-۰/۱۸	-۰/۱	-۰/۱۵	-۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۱۸۴	سطح برگ
عامل ۵ (۷/۱۸٪)	۰/۱۱	-۰/۰۲	-۰/۰۲	۰/۱۸۷	۰/۱	۰/۰۳	۰/۰۱	-۰/۰۲	۰/۹۵	روغن
پروتئین	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۰۹	۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۹۱	روغن پروتئین
درصد اسید پالمیتیک	۰/۰۴	-۰/۰۷	-۰/۰۳	۰/۱۳	-۰/۰۳	-۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۱۸۲	درصد اسید پالمیتیک
عامل ۶ (۷/۱٪)	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۰۴	۰/۱	-۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۱	۰/۱۸۴	گلدهی تا رسیدگی
ارتفاع	۰/۰۷	۰/۰۱	-۰/۰۴	۰/۱۴۴	-۰/۰۷	۰/۱۷۱	۰/۱۸	۰/۲	۰/۱۸۴	طول غلاف
عامل ۷ (۵/۷٪)	۰/۱۲	-۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۳	-۰/۱۱	-۰/۱۱	۰/۱۵۷	عرض بذر
طول به عرض بذر	۰/۱۶	۰/۰۲	۰/۰۲	-۰/۱۱	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۱۸۵	طول به عرض بذر
عامل ۸ (۱۰/۸۵٪)	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۳۲	۰/۰۲	۰/۰۷	-۰/۱۲	۰/۷۶	دانه در هر غلاف
درصد اسید لینولنیک	-۰/۲۴	-۰/۱۸	-۰/۰۸	۰/۰۸	-۰/۳۴	-۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۳۲	۰/۱۸	درصد اسید لینولنیک
عامل ۹ (۴/۵۷٪)	۰/۰۳	-۰/۲۲	-۰/۰۶	-۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۹	۰/۰۳	۰/۸۳	۰/۸۳	درصد اسید استتاریک
درصد اسید لینولنیک	۰/۰۸	-۰/۲۷	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۱۸	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۷۷	۰/۹۱	درصد اسید لینولنیک
ریشه مشخصه	۵/۴۷	۳/۷۲	۳/۰۴	۲/۴۹	۲/۲	۲	۱/۶۱	۱/۴۳	۱/۲۸	ریشه مشخصه
واریانس تجمعی	۰/۱۹۶	۰/۳۲۸	۰/۴۳۷	۰/۵۲۶	۰/۶۰۴	۰/۶۷۵	۰/۷۳۳	۰/۷۸۴	۰/۸۲۹۹	واریانس تجمعی

\* ضرایبی که زیرشان خط کشیده شده است معنی‌دار می‌باشند.

تجزیه به عامل‌ها تا حدود زیادی نتایج تجزیه همبستگی را تایید کرد. بنابراین می‌توان از صفات طول بذر و وزن هزار دانه برای افزایش درصد اسید اولئیک که یکی از اهداف اصلاح اسیدهای چرب است استفاده کرد که با توجه به همبستگی منفی آن با اسید لینولنیک می‌توان درصد اسید لینولنیک را نیز کاهش داد. همچنین با توجه به همبستگی اسید پالمیتیک با روغن و پروتئین می‌توان از این صفات برای اصلاح اسید پالمیتیک استفاده کرد.

با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق و تحقیقات قبلی پیشنهاد می‌شود با توجه به ارتباط مثبت اندازه دانه با اسیدهای چرب مطلوب و ارتباط منفی آن با اسیدهای چرب نامطلوب در برنامه‌های اصلاحی سویا با افزایش اندازه دانه به خصوص وزن هزاردانه نسبت به افزایش کیفیت خوراکی روغن سویا اقدام شود.

### سپاسگزاری

در پایان لازم می‌دانم از پرسنل زحمتکش ایستگاه تحقیقات زراعی بایع کلا و متخصصین آزمایشگاه بخش دانه‌های روغنی مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج به خاطر کمک‌ها و در اختیار نهادن امکانات لازم تشکر کنم.

### REFERENCES

۱. ارزانی، ا. ۱۳۷۸، اصلاح گیاهان زراعی، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، چاپ اول، ۶۰۶ صفحه.
۲. احمدی، م. ۱۳۷۸. کیفیت و کاربرد دانه های روغنی، نشر آموزش کشور، ۱۱۳ صفحه.
۳. هزارجریبی، ا. ۱۳۷۷. بررسی همبستگی ژنتیکی درصد روغن دانه با برخی صفات مهم زراعی در سویا از طریق تجزیه مسیر. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات دانشگاه تهران.
4. Fehr. W.R., G. A. Welke, E. G. Hammond, D. N. Duvick, & S. R. Cianzio. 1992. Inheritance of reduced linolenic acid content in soybean genotypes A16 and A17. *Crop Sci.* 32:903-906.
5. Hai. N., W. Jinling, Y. Qingkai, L.Z. Tang, W. Daqui. & L. Guofan. 1996. Correlation Analysis between fatty acids and main chemical and agronomic traits. *Soybean Science.* 15(3) 213-221.
6. Liu, K. 1997a. Soybeans: Chemistry, Technology, and Utilization. Chapman & Hall, now acquired by Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, MD.
7. Liu, K., G. Corliss, T.F. Orthofer. & E.A. Brown. 1997. Properties and applications of specially bred soybean oil. AOCs Annual Meeting & Expo. Seattle, May 11-14. 1997
8. Liu, K. 1999. Soybean oil modification through plant breeding: products and applications. *INFORM.* 10: in print. List, G.R., Mounts, T.L., Orthofer, F., and Neff, W.E. 1996. Potential margarine oils from genetically modified soybeans. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 73(6):729-732.
9. Maestri. D.M., D.A. Labuckas, C.A. Gusman. & L.M. Giarda. 1998. Correlation of maturity between seed size, protein and oil contents and fatty acid composition in soybean genotype. *Grases Aceites (Sevilla).* 49:450-453.

عامل پنجم ۷/۸ درصد تغییرات داده‌ها را توجیه کرد. در این عامل صفات درصد روغن، درصد پروتئین، درصد پروتئین+روغن و درصد اسید پالمیتیک قرار گرفتند که با توجه به همبستگی منفی درصد اسید پالمیتیک با درصد پروتئین و درصد پروتئین+روغن با تغییر این دو صفت می‌توان نسبت به تغییر درصد اسید پالمیتیک اقدام کرد.

عامل هشتم ۵/۰۹ درصد تنوع بین ارقام را توجیه کرد. در این عامل صفات تعداد دانه در هر غلاف و درصد اسید لینولنیک قرار گرفتند که از این عامل می‌توان به ارتباط اسید لینولنیک و تعداد دانه در هر غلاف پی برد. این عامل نشان دهنده ارتباط منفی اندازه دانه با تجمع اسید لینولنیک است زیرا هر چه تعداد دانه در هر غلاف بیشتر باشد اندازه دانه کوچکتر است. جدول همبستگی نیز بر این نتیجه تاکید دارد.

در عامل نهم که ۴/۵۷ درصد تغییرات داده‌ها را توجیه کرد، صفات درصد اسید استئاریک و درصد اسید لینولنیک قرار گرفتند که با توجه به علامت مخالف ضرایب عاملی این دو صفت، بر همبستگی منفی این دو با هم تاکید دارد. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان بیان کرد که نتایج

### مراجع مورد استفاده

10. Mazur, B., E. Krebbers, & S. Tingey. 1999. Gene discovery and product development for grain quality traits. *Science*. 285, 372-375
11. Rebetzke, G.J., W.J. Burton, T.E. Carter. & R. F. Wilson. 1998. Change in agronomic and seed characteristics with selection for reduced palmitate content in soybean. *Crop Sci*. 38:297-302.
12. Stoltzfus, D.L., W.R. Fehr. & G.A. welke. 2000. Relationship of elevated palmitate of soybean seed traits. *Crop Sci*. 40: 52.
13. Topfer, R., N. Martini, & J. Schell. 1995. Modification of plant lipid synthesis. *Science*. 268(5211): 681-686
14. Velasco, L., J. M. Fernandes-martines, & A.D. Haro. 2001. Relation of test weight and seed quality trait in Ethiopian mustard. *Genetic and Breeding*. 55:91-94.
15. Zhang. Z.Y.1991. Inheritance of fatty acid content in soybean seed and their correlation. *Oil Crop of China*. 3:16-19.

Archive of SID

## **A Study of Relationship between Fatty Acid and Protein Composition in Soybean (*Glycine max* L.) Seeds and Morphological & Phenological Traits, by Use of Factor Analysis**

**E. REZVANI KHORSHIDI<sup>1</sup>, S.K. KAZEMITABAR<sup>2</sup> AND GH. KIANOOSH<sup>3</sup>**

**1, 2, Post Graduate Student And Assistant Professor, Faculty of Agriculture, University of Mazandaran 3, Associate Professor, Agricultural Research Center, Mazandaran, Iran**

**Accepted July, 9, 2003**

### **SUMMARY**

In order to study the variation of fatty acid and seed protein content in soybean seeds and also study the correlated morphological and phenological traits through path analysis and factor analysis, 25 genotypes were evaluated using latin square design with the experiment being carried out in Baieakola Agricultural Research Station, Mazandaran Agricultural Research Center during 2001. Twenty agronomic and 8 quality traits were assessed. The variation between the genotypes was significant for all traits. In estimation of the simple correlation between traits, oleic acid percentage positively correlated with seed length, 1000 grain weight and oil percentage but was negatively correlated with linoleic and linolenic acid percentage as well as leaf area. Linolenic acid indicated negative correlation with plant yield, 1000 grain weight and linoleic acid percentage but was positively correlated with palmitic acid percentage. In stepwise regression analysis, with oil percentage as dependent variable, 6 variables remained in regression model ( $R^2=95\%$ ). In path analysis, oil+protein percentage, leaf area and number of branches had a high positive direct effect on oil percentage. In factor analysis through varimax rotation, 9 factors were identified with oleic acid percentage accompanied with seed length and 1000 grain weight lying in factor 2. With due attention to significant factor coefficient of palmitic acid into seed size factor as well as negative correlation between palmitic acid percentage and 1000 grain weight, emphasis is made on relation of quality traits and seed size. So 1000 grain weight can be used in breeding for soybean oil quality.

**Key words:** Soybean (*Glycine max* L. Merrill.), Genetic and morphologic variation, Path analysis, Factor analysis