



# تنوع صفات زراعی لاین‌های سویای حاصل از تلاقی ارقام

## کاربین و فوراً

فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی

جلد ۱۵، شماره ۲، صفحات ۶۹ - ۵۹

(تابستان ۱۳۹۸)

محمد حسوندا<sup>۱</sup>، شهاب خاقانی<sup>۱</sup>✉، مهدی چنگیزی<sup>۱</sup>، مسعود گماریان<sup>۱</sup>، عزت‌اله صداقت<sup>۲</sup>

۱ گروه اصلاح نباتات، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران shahab.khaghani@gmail.com ✉ (مسئول مکاتبات)

۲ گروه گیاهپزشکی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

### شناسه مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ پژوهش: ۹۶-۱۳۹۵

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۰۱

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۶/۰۱

### واژه‌های کلیدی

- ♦ تنوع ژنتیکی
- ♦ مدل‌سازی
- ♦ همبستگی ژنتیکی
- ♦ همبستگی فنوتیپی

**چکیده** به منظور بررسی تنوع ژنتیکی اینبرد لاین‌های سویا، مدل‌سازی عملکرد دانه و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر، ۸۰ لاین سویا حاصل از تلاقی ارقام کاربین در فوراً به همراه رقم شاهد رقم L.17 در مزرعه تحقیقاتی سراب چنگایی خرم‌آباد در قالب طرح لاتیس  $9 \times 9$  ارزیابی گردید. اختلاف معنی‌داری در صفات مورد مطالعه بین رقم شاهد و لاین‌های مورد بررسی مشاهده شد. بین عملکرد دانه و اکثر صفات مورد ارزیابی از جمله تعداد غلاف در بوته، درصد جوانه‌زنی، ارتفاع بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. صفات ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه  $82\%$  عملکرد را توجیه کردند. با استفاده از تجزیه به عامل‌ها، ۱۷ صفت مورد مطالعه در قالب چهار مولفه حدود  $62\%$  از تغییرات کل را توجیه نمودند. صفات عملکرد دانه در کرت و عملکرد دانه در بوته که در عامل اول قرار داشتند، مهمترین صفات مورد ارزیابی بودند. بنابراین، صفات ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه را می‌توان به عنوان معیارهایی برای گزینش لاین‌های برتر در جهت بهبود عملکرد دانه در سویا در نظر گرفت.



این مقاله با دسترسی آزاد تحت شرایط و قوانین The Creative Commons of BY - NC - ND انتشار یافته است.

DOI: 10.22034/AEJ.2019.1868675.1095

دارد.<sup>[۱۸]</sup> سن‌گوپتا و سن (۱۹۷۲) گزارش کردند که در گیاه سویا صفات تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد روز تا گلدهی نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه در بوته دارند.<sup>[۱۷]</sup> قنبری و همکاران (۲۰۱۸) در در تجزیه به عامل‌های پژوهشی جهت بررسی تنوع ژنتیکی سویا چهار عامل را که بیش از ۹۹٪ از تغییرات را توجیه می‌نماید، گزارش کردند. در رگرسیون گام به گام نیز صفات عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه و شاخص برداشت به ترتیب وارد مدل شدند و ۹۸/۸۵٪ از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند.<sup>[۱۶]</sup> هدف از این پژوهش تعیین تنوع ژنتیکی اینبرد لاین‌های سویا، مدلسازی عملکرد دانه و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر در ۸۰ لاین سویا حاصل از تلاقی ارقام کاربین در فورا بود.

**مواد و روش‌ها** این آزمایش در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی کشاورزی سراب چنگایی شهرستان خرم-آباد اجرا شد. مزرعه در مختصات ۳۳ درجه عرض جغرافیایی و ۲۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۸ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۱۷۵ از سطح دریا واقع شده و خاک آن دارای بافت لومی رسی بود.

**مقدمه** گیاهان دانه‌روغنی پس از غلات، دومین ذخایر غذایی جهانی را تشکیل می‌دهند. این محصولات علاوه بر دارا بودن اسیدهای چرب، حاوی پروتئین نیز می‌باشند.<sup>[۸]</sup> سویا یکی از مهم‌ترین گیاهان دانه‌روغنی است که به منظور استفاده از روغن و پروتئین آن کشت می‌گردد.<sup>[۳]</sup> سطح کشت این گیاه در جهان در سال ۲۰۱۷ بیش از ۱۲۳ میلیون هکتار و تولید جهانی دانه آن بیش از ۳۵۲ میلیون تن بود که در بین دانه‌های روغنی، بالاترین میزان تولید در جهان را به خود اختصاص می‌دهد.<sup>[۱۰]</sup> در سال ۱۹-۲۰۱۸ بر خلاف کاهش تولید در بسیاری از دانه‌های روغنی، سویا با افزایش ۵/۵٪ میزان تولید ۳۶۴ میلیون تن را داشته است.<sup>[۹]</sup> در ایران این گیاه با سطح کشتی بالغ بر ۸۳ هزار هکتار و تولید دانه بیش از ۲۰۰ هزار تن به عنوان یکی از مهمترین گیاهان زراعی روغنی مطرح می‌باشد.<sup>[۱۰]</sup>

یک هدف مهم در اصلاح سویا تولید ارقامی است که عملکرد دانه آنها بیشتر باشد. تولید ارقام مقاوم با عملکرد بالا بسیار حایز اهمیت بوده و می‌تواند کمک شایان توجهی به کشاورزی و اقتصاد ملی نمایند. ژنوتیپ‌های برتر می‌توانند پس از اجرای طرح‌های تحقیقاتی تکمیلی برای کشت در شرایط مختلف توصیه شده و نیز در برنامه‌های تحقیقاتی به‌نژادی نیز مورد استفاده قرار گیرند.<sup>[۱۱]</sup> انتخاب ژنوتیپ‌ها براساس میزان عملکرد در جهت بهبود آن کار مشکلی است. چرا که عملکرد، صفتی کمی و چندزنی بوده و به میزان زیادی تحت تأثیر عوامل محیطی است. بنابراین برای بهبود عملکرد، باید صفاتی را که همبستگی بالایی با آن داشته و کمتر تحت تأثیر محیط قرار دارند در نظر گرفت و انتخاب را بر اساس آنها انجام داد.<sup>[۱۲]</sup> آگاهی از همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی صفات در عملکرد می‌تواند ابزار مفیدی برای افزایش عملکرد گیاه در انتخاب ژنوتیپ‌های برتر باشد.<sup>[۲۱]</sup> تجزیه به عامل‌ها یکی از روش‌های تجزیه و تحلیل چند متغیره آماری برای کاهش حجم داده‌ها است. این روش بهبود عوامل ژنتیکی را به واسطه صفات مرتبط با آنها امکان‌پذیر می‌سازد.<sup>[۷]</sup> از تجزیه به عامل‌ها می‌توان برای مطالعه خصوصیات گیاهی و تعیین معیار گزینش مناسب برای عملکرد گیاهان در تنش خشکی استفاده کرد.<sup>[۲۰]</sup>

سوخته‌سرابی و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که بین اجزای عملکرد و عملکرد و همچنین میزان روغن بذر گیاه سویا همبستگی معنی‌داری وجود

جمعیت‌های مورد ارزیابی و تنوع ژنتیکی قابل قبول از نظر اکثر صفات مورد مطالعه می‌باشد. تنوع ژنوتیپ‌ها امکان بهبود صفات را فراهم می‌آورد و به طور خاص میزان تنوع ژنتیکی در تعیین سودمندی انتخاب موثر است.<sup>[۴]</sup>

جمعیت مورد بررسی از نظر صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه در جمعیت از شاهد بیشتر بود و تفاوت بسیار معنی‌داری بین لاین‌های حاصل از تلاقی و شاهد در این صفات مشاهده گردید (جدول ۲). در بین صفات مورد ارزیابی ضریب تنوع بالای صفات تعداد دانه در گیاه، عملکرد دانه در کرت و عملکرد دانه در هکتار، نشان دهنده تنوع بالای ایجاد شده در اجزای عملکرد لاین‌های حاصل از تلاقی بودند (جدول ۳).

### همبستگی صفات

بین فنوتیپی و ژنتیکی همبستگی بالایی وجود دارد. بین عملکرد دانه و درصد جوانه زنی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه در بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. نتایج بدست آمده با گزارش‌های دیگر پژوهشگران همخوانی دارد.<sup>[۳،۶،۱۴،۱۶]</sup>

همچنین بین عملکرد دانه و طول دوره پر شدن دانه و طول دوره زایشی، تعداد روز تا رسیدگی کامل، تعداد روز تا شروع

عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک، تسطیح و ایجاد ردیف‌های کاشت در زمان مناسب و به صورت یکنواخت انجام گردید. برای انجام این پژوهش ۸۰ لاین نسل F<sub>8</sub> همراه با شاهد لاین L.17 مورد مطالعه قرار گرفت. جمعیت حاصل اینبرد لاین نوترکیب حاصل از تلاقی دو رقم Karbin در Fora بوده که در ایستگاه تحقیقاتی مذکور مورد تلاقی قرار گرفته بودند.

لاین‌های مورد ارزیابی در قالب طرح لاتیس ساده دو تکرار ۹ × ۹ روی خطوط ۲ متری و با فاصله ۵۰ سانتی متر در نه‌بلوک نه‌تایی به همراه شاهد کشت شدند. آبیاری به صورت نرمال و با فواصل مناسب انجام شد. در طول فصل رشد گیاه صفات مورد نظر شامل زمان شروع و پایان گلدهی، تشکیل غلاف دهی، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تشکیل غلاف، پایان غلاف‌دهی، شروع تشکیل بذر، پر شدن دانه، شروع رسیدگی و رسیدگی کامل یادداشت گردید. نمونه‌گیری برای اجزای عملکرد دانه براساس پنج بوته از هر کرت محاسبه شد. جهت تعیین عملکرد دانه، برداشت از دو خط میانی هر کرت به ابعاد ۱ متر مربع انجام شد. به منظور تعیین وضعیت یکنواختی زمین آزمایش تجزیه واریانس برای کلیه صفات مربوط به شاهد هر تکرار انجام پذیرفت.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها بر اساس آمارهای توصیفی شامل حداقل، حداکثر، میانگین، انحراف معیار و ضریب تنوع مربوط به تمام صفات محاسبه شد. همبستگی ژنتیکی نیز با استفاده از واریانس-کوواریانس ژنتیکی برآورد شد. برای آزمون معنی‌دار بودن ضرایب همبستگی ژنتیکی از جدول ضریب همبستگی با درجه آزادی n-2 (n = تعداد مشاهدات) استفاده شد. ضرایب همبستگی ساده بین صفات محاسبه شد. برای یک مدل توصیفی بین صفات تحت بررسی و عملکرد دانه از رگرسیون گام به گام استفاده شد. به منظور حذف همبستگی بین متغیرهای مستقل، کاهش حجم داده‌ها و تفسیر بهتر روابط از تجزیه به عامل‌ها استفاده شد. برای انجام محاسبات آماری از نرم‌افزارهای SPSS<sup>21</sup>، SAS<sup>9</sup> و MINITAB<sup>16</sup> استفاده شد. مقایسه میانگین توسط آزمون LSD انجام گردید.

**نتایج و بحث** اثر ژنوتیپ در صفات تعداد روز تا رسیدگی کامل، طول دوره زایشی، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه در بوته، عملکرد دانه در کرت، عملکرد دانه در هکتار در سطح ۱٪ و در صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در بوته در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). این موضوع بیانگر تنوع بین لاین‌های

جدول (۱) تجزیه واریانس صفات مختلف در لاین‌های سویا حاصل تلاقی ارقام کاربین در فورا  
Table 1) Variance analysis of soybean lines traits derived from Karbin \* For a cultivars crossing

Source of variations	df	mean of squares															
		no. of pods/plant	no. of seeds/pod	no. of seeds /plant	grain yield / plant	grain yield /plot	grain yield/ha	whole plant dry weight	seed color	100-seed weight	germination percentage	plant height	no. of subphyllum	no. of days to flowering	no. of days to maturity	birth rate	grain filling period
Replication	1	7688**	0.05**	14393.39**	2080.91**	5790204**	14475511.2**	1701.4**	0.006ns	784.96**	3.85*	38.65**	83.06ns	6.72ns	7.13*	7.56*	6.72**
Treatment (unadj.)	80	15.13*	0.005**	47.25*	6.42**	22496.25**	562407.5**	2561.85**	0.09ns	9.75**	10.8ns	91.44*	0.39ns	0.85ns	0.94**	0.83**	0.81**
Blocks within replication (adj.)	8	17.08**	0.00025**	76.35**	10.41**	8216.28**	205407.28**	2907.02**	0.12ns	9.73*	10.45	25.47*	0.36ns	0.8ns	0.84**	0.81**	0.83*
Intra-block error	72	18.66	0.0003	128.14	12.96	10208.7	255217.7	4319.03	0.15	16.97	17.13	33.42	0.51	0.92	0.92	0.95	0.94
Total	161	7738.87	0.055	14645.13	2110.7	5831125.23	145778144.5	11489.3	0.36	821.41	42.23	29539.98	84.32	9.29	9.83	10.15	9.3
CV (%)		17.3	15.0	24.3	11.8	18.7	18.7	24.2	3.5	15.2	15.9	14.2	15.6	20.3	22.1	10.9	21.9

\* and \*\* significant at 5 and 1% probability level respectively

\*، \*\*، به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

جدول ۲) مقایسه صفات مختلف بین لاین‌های کاربین و فوراً و لاین شاهد L.17 سویا

Table 2) Comparison of different traits between check line and lines Karbin and Fora with statistical test

Trait	Average Genotype	Average control line	Difference line and control line
Germination percentage (%)	97.6	100	2.4
Flower color	1.3	1	0.3
Plant height (cm)	100.4	100.2	0.2
Number of subphylum	3	3	0
Number of days to flowering	48.7	48	0.7
Number of days to maturity	1128.7	128	0.7
Birth rate (Day)	73	72	1
Grain filling period (Day)	29	28	1
Number of pods per plant	35	28.4	6.6**
Number of seeds per pod	2.3	2	0.3**
Number of seeds per plant	59	66	7
Grain yield per plant (g)	15.1	14.35	0.75
Grain yield in plot (g)	460	398.5	61.5
Grain yield per hectare (kg / ha)	4600	3985	615
Whole plant dry weight (g)	880.9	927.85	46.95
Seed color	1.16	1	0.16
100-seed weight (g)	23.77	21.65	2.12**

\*\* significant at 1% probability level

\*\* معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

جدول ۳) شاخص‌های آماری توصیفی برای صفات مختلف ارزیابی شده در لاین‌های سویای حاصل از تلاقی کاربین در فوراً

Table 3) Descriptive statistics indexes for evaluated different traits inbred soybean inbred lines from Karbin \* Fora

Traits	$\bar{X}$	$\sqrt{S^2}$	Min	Max	CV	Average control line
Germination percentage (%)	97.6	13.45	85	100	15.9	100
Flower color	1.3	0.36	1	2	9.7	1
Plant height (cm)	100.4	10.24	74	122	9.2	100.2
Number of subphylum	3	10.33	1	4	15.6	3
Number of days to flowering	48.7	15.21	48	51	20.3	48
Number of days to maturity	128.7	5.29	128	131	22.1	128
Birth rate (Day)	73	3.68	72	75	10.9	72
Grain filling period (Day)	29	11.50	28	31	21.9	28
Number of pods per plant	35	3.41	24	46	17.3	28.4
Number of seeds per pod	2.3	10.70	1.3	3.2	15	2
Number of seeds per plant	59	14.13	28	89	24.3	66
Grain yield per plant (g)	15.1	39.49	5.7	29	11.8	14.35
Grain yield in plot (g)	460	16.57	202	586	24.2	398.5
Grain yield per hectare (kg / ha)	4600	3.54	2020	5860	24.2	3985
Whole plant dry weight (g)	880.9	122.71	373.1	1459.7	21.2	927.85
Seed color	1.16	0.81	1	2	3.5	1
100-seed weight (g)	23.77	0.32	16.8	33.4	15.2	21.65

جوانه‌زنی، ارتفاع بوته و وزن خشک کل داشت و با عنوان خصوصیت فیزیولوژیکی نامیده شد.

رحیمی و همکاران (۲۰۱۷) صفات وزن صد دانه و تعداد غلاف در بوته در سویا را صفاتی مهم در انتخاب سویاهای برتر دانستند.<sup>[۱۵]</sup> سایر پژوهشگران نیز در گزارش‌های خود اظهار داشتند که صفات وزن صد دانه، تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف در بوته اثر مستقیم بر عملکرد داشته و صفات حایز اهمیت در انتخاب لاین‌های برتر هستند.<sup>[۱۵،۱۳،۱۵،۲۰]</sup>

**نتیجه‌گیری کلی** در این پژوهش تنوع ژنتیکی قابل قبول از نظر اکثر صفات مورد مطالعه مشاهده شد. بین عملکرد دانه و اکثر صفات مورد ارزیابی از جمله تعداد غلاف در بوته، درصد جوانه زنی، ارتفاع بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در بوته رابطه مستقیم وجود داشت. لاین‌های سویا از عملکرد بالایی برخوردار بودند و صفات تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی و مدت زمان پرشدن دانه‌ها می‌توان در انتخاب غیرمستقیم بهره گرفت. همچنین ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه بیش از ۸۱٪ تغییرات مربوط به عملکرد دانه را توجیه می‌نمایند.

گلدهی و تعداد شاخه فرعی همبستگی منفی وجود دارد. تجزیه همبستگی می‌تواند بیانگر رابطه مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه با عملکرد زیستی، تعداد غلاف در بوته باشد.<sup>[۱۵،۱۸]</sup> همبستگی عملکرد با تعداد غلاف در بوته، درصد جوانه زنی، ارتفاع بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه در بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۴). وزن صد دانه با عملکرد دانه همبستگی مثبت و غیر معنی‌داری داشت (جدول ۵). وزن خشک کل همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد دانه داشت. وجود همبستگی مثبت بین صفات وزن صد دانه، تعداد روز تا شروع گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه با عملکرد دانه در بوته با گزارش سایر پژوهشگران همخوانی دارد.<sup>[۱۷،۱۹]</sup> در تجزیه رگرسیون گام به گام صفت عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند. صفات ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه وارد مدل شدند (جدول ۶). سایر صفات تأثیر معنی‌داری بر مدل رگرسیونی نداشتند که از این جهت تفاوت بین لاین‌ها از نظر عملکرد دانه را می‌توان به تفاوت در این صفات نسبت داد. رابطه عملکرد دانه (Y) و صفات فوق را (به ترتیب X<sub>1</sub> تا X<sub>5</sub>) به صورت زیر بود.

$$y = -437 + 1.89 x_1 + 3.67 x_2 - 11.9 x_3 - 23.7 x_4 + 17.0 x_5, R^2 = 81.71$$

مقدار R<sup>2</sup> (ضریب تبیین) مدل مذکور نشان می‌دهد که تقریباً ۸۱/۷۱٪ واریانس عملکرد دانه مربوط به پنج عامل ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه است.

### تجزیه به عامل‌ها

چهار عامل اصلی و مستقل براساس مقادیر ویژه بالای یک، ۶۲/۴٪ از کل تغییرات را توجیه نمودند (جدول ۷). مؤلفه اول با ۲۲/۸۲٪ از تغییرات کل عمدتاً توجیه کننده عملکرد دانه در کرت و عملکرد دانه در بوته بود. این عامل تحت عنوان عامل تولید نامیده شد. عامل دوم که ۱۸/۵۱٪ از تغییرات کل را توجیه نمود و ضرایب عامل مربوط به صفات تعداد دانه در بوته، طول دوره پر شدن دانه و روز تا شروع گلدهی مثبت و بالا بود که به همین دلیل این عامل به عنوان عامل خصوصیات فنولوژیکی نامگذاری شد. عامل سوم ۱۲/۳۴٪ از تغییرات را به خود اختصاص داد و نقش مهمی در توجیه صفات درصد

جدول ۴) ضرایب همبستگی ساده بین صفات مختلف ارزیابی شده در لاین های سویا حاصل از تلاقی کاربین در فوراً

Table4) Result of coefficient of correlation between evaluated traits in soybean inbred line from Karbin×Fora

Traits	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	
Germination percentage (%)	X1	1															
Flower color	X2	0.064	1														
Plant height (cm)	X3	0.069	-0.015	1													
Number of subphylum	X4	-0.043	0.021	-0.149	1												
Number of days to flowering	X5	0.034	0.162	0.084	-0.103	1											
Number of days to maturity	X6	0.034	0.162	0.084	-0.103	1**	1										
Birth rate (Day)	X7	0.041	0.156	0.07	-0.088	0.995**	0.995**	1									
Grain filling period (Day)	X8	0.041	0.18	0.069	-0.088	0.995**	0.995**	0.99**	1								
Number of pods per plant	X9	-0.028	-0.19*	0.018	-0.047	-0.045	-0.045	-0.038	-0.052	1							
Number of seeds per pod	X10	0.01	-0.004	-0.037	-0.085	0.223*	0.223*	0.211*	0.226*	-0.082	1						
Number of seeds per plant	X11	0.274*	0.03	-0.004	0.153	-0.351*	-0.351*	-0.352*	-0.344*	0.011	-0.439**	1					
Grain yield per plant (g)	X12	0.309*	0.217	0.004	0.128	-0.219*	-0.219*	-0.218*	-0.218*	-0.044	-0.402**	0.849**	1				
Grain yield in plot (g)	X13	0.188*	0.097	0.208*	0.058	-0.158	-0.158	-0.156	-0.156	0.079*	0.203*	0.588**	0.608**	1			
Grain yield per hectare (kg / ha)	X14	0.188*	0.097	0.208	0.058	-0.158	-0.158	-0.156	-0.156	0.079	-0.203*	0.588**	0.608**	1**	1		
Whole plant dry weight (g)	X15	0.07	0.019	-0.106	-0.068	0.104	0.104	0.113	0.097	-0.253*	0.112	0.034	0.078	-0.155	-0.155	1	
Seed color	X16	-0.011	0.085	-0.026	0.014	0.04	0.04	0.036	0.036	-0.072	0.033	-0.07	-0.058	-0.135	-0.135	0.107	1
100-seed weight (g)	X17	0.029	0.296*	0.022	-0.049	0.3*	0.3*	0.304*	0.292*	-0.116	0.073	-0.347*	0.184*	0.215	-0.015	0.061	-0.01

\* and \*\* significant at 5 and 1% probability level respectively

\*, \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

جدول ۵) ضرایب همبستگی ژنوتیپی بین صفات مختلف ارزیابی شده در لاین های سویا حاصل از تلاقی کاربین در فوراً

Table 5) Result of coefficient of genetic correlation between evaluated traits in soybean inbred line from Karbin × Fora

trait		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17
Germination percentage (%)	X1	1																
Flower color	X2	0.006	1															
Plant height (cm)	X3	0.244*	0.053	1														
Number of subphylum	X4	-0.263*	-0.209*	0.087	1													
Number of days to flowering	X5	-0.06	0.172	-0.348**	-0.187*	1												
Number of days to maturity	X6	-0.071	0.185*	-0.348**	-0.173	0.989**	1											
Birth rate (Day)	X7	-0.071	0.185*	-0.336*	-0.141	0.989**	0.977**	1										
Grain filling period (Day)	X8	-0.049	0.16	-0.365**	-0.168	0.989**	0.978**	0.978**	1									
Number of pods per plant	X9	0.228*	0.083	0.111	-0.112	0.086	0.089	0.079	0.102	1								
Number of seeds per pod	X10	0.278*	0.092	0.13	-0.253*	-0.06	-0.066	-0.074	-0.059	0.34*	1							
Number of seeds per plant	X11	0.164	0.089	-0.116	-0.072	-0.09	-0.08	-0.107	-0.085	-0.129	0.126	1						
Grain yield per plant (g)	X12	0.082	0.12	-0.068	0.012	-0.005	0.007	-0.004	0.006	-0.092	0.212*	0.701**	1					
Grain yield in plot (g)	X13	0.233*	0.106	0.092	-0.211*	-0.165	-0.158	-0.183	-0.146	0.217*	0.061	0.375**	0.293*	1				
Grain yield per hectare (kg / ha)	X14	0.233*	0.106	0.092	-0.211*	-0.165	-0.158	-0.183	-0.146	0.217*	0.061	0.375**	0.293*	1**	1			
Whole plant dry weight (g)	X15	0.199*	0.024	0.019	-0.106	-0.05	-0.032	-0.031	-0.066	0.148	0.205*	0.039	-0.04	0.022	0.022	1		
Seed color	X16	0.09	0.055	0.101	-0.171	0.047	0.054	0.01	0.039	-0.069	-0.062	0.01	0.122	0.103	0.103	0.088	1	
100-seed weight (g)	X17	-0.047	0.119	-0.007	0.062	0.077	0.087	0.091	0.088	0.005	-0.188*	0.067	0.75*	0.102	0.102	0.086	0.168	1

\* and \*\* significant at 5 and 1% probability level respectively

\*, \*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪



جدول ۶) رگرسیون گام به گام برای تعیین سهم نسبی اجزای عملکرد دانه در اینبرد های حاصل از تلاقی کاربین در فوراً

Table 6) Stepwise regression analysis for determine relative contribution of grain yield components in inbred lines from Karbin × Fora

Variant	Standard regression Index	R <sup>2</sup>
a	-436.6	0.707
Plant height (cm)	7.477	0.706
Number of pods per plant	1.893	0.719
Number of seeds per pod	3.673	0.875
Number of seeds per plant	-11.94	0.835
100-seed weight (g)	16.962	0.726

$$Y = -a \pm bx$$

جدول ۷) تجزیه عاملی برای صفات مختلف ارزیابی شده در اینبرد لاین های حاصل از تلاقی کاربین در فوراً

Table 7) Factor analysis of evaluated trait in inbred lines from Karbin × Fora

Traits	principal component common index			
	PCA <sub>1</sub>	PCA <sub>2</sub>	PCA <sub>3</sub>	PCA <sub>4</sub>
Germination percentage (%)	-0.044	-0.223	-0.243	-0.844
Flower color	0.055	-0.206	-0.226	-0.745
Plant height (cm)	0.006	-0.141	-0.161	-0.794
Number of subphylum	-0.074	-0.016	-0.036	-0.873
Number of days to flowering	0.406	0.324	-0.26	-0.394
Number of days to maturity	0.405	-0.24	-0.26	-0.395
Birth rate (Day)	0.404	-0.24	-0.26	-0.396
Grain filling period (Day)	0.404	0.341	-0.261	-0.396
Number of pods per plant	-0.042	0.02	0.125	-0.842
Number of seeds per pod	0.187	0.129	0.109	-0.613
Number of seeds per plant	-0.314	0.301	-0.321	-1.114
Grain yield per plant (g)	-0.548	-0.399	-0.149	-1.048
Grain yield in plot (g)	-0.523	-0.225	-0.145	-1.03
Grain yield per hectare (kg / ha)	-0.044	-0.223	-0.143	-0.844
Whole plant dry weight (g)	0.055	-0.206	-0.226	-0.745
Seed color	0.006	-0.141	-0.061	-0.794
100-seed weight (g)	-0.074	-0.016	-0.036	-0.874
Eigen value	3.201	2.278	1.339	1.124
Accumulative variance	22.820	41.330	53.671	62.335

## References

1. Adeboye OB, Schultz B, Adekalu KO, Prasad KC (2019) Performance evaluation of AquaCrop in simulating soil water storage, yield, and water productivity of rainfed soybeans (*Glycine max* L.) in Ile-Ife, Nigeria. *Agricultural Water Management* 213: 1130-1146.
2. Agarwal DK, Billore SD, Sharma AN, Dupare BU, Srivastava SK (2013) Soybean: introduction, improvement, and utilization in India problems and prospects. *Agricultural Research* 2(4): 293-300.
3. Amaranath KCN, Viswanatha SR (1990) Path coefficient analysis for some quantitative characters in soybean. *Mysore Journal of Agricultural Sciences* 24(3): 312-315.
4. Babaei Zarch MJ, Fotokian MH, Mahmoodi S (2014) Evaluation of genetic diversity of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes for morphological traits using multivariate analysis methods. *Journal of Crop Breeding* 6(14) :1-14. [in Persian with English abstract]
5. Chalish L, Houshmand S (2011) Estimate of heritability and relationship of some durum wheat characters using recombinant inbred lines. *Journal of Crop Production* 4(2): 223-238. [in Persian with English abstract]
6. Das ML, Rahman A, Miah AJ (1989) Correlation, path-coefficient and regression studies in soybean. *Bangladesh Journal of Agricultural Research* 14(1): 27-29.
7. Diaz C, Velaquz MO, Garcia O, Lopez MT, Garua JL (1987) Evaluation of soybeans in the dry seasons in Cuba. *Ciencias de la Agricultura* 32: 159-161.
8. FAO (2009) Food Outlook - Global Market Analysis. Available on-line as <[www.fao.org/3/ai482e/ai482e00.htm](http://www.fao.org/3/ai482e/ai482e00.htm)> on 25 July 2009.
9. FAO (2019) Food Outlook - Biannual Report on Global Food Markets. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Available on-line as <<http://www.fao.org/3/ca4526en/ca4526en.pdf>> on 31 April 2019.
10. FAOSTAT (2017) Visualize Data of Crops. Available on-line as <<http://www.fao.org/faostat/en/?#data/QC>> on 05 March 2017.
11. Faraji A (2016) Evaluation of some soybean genotypes (*Glycine max*) under salt stress. *Journal of Crop Breeding* 8(18): 30-36. [in Persian with English abstract]
12. Ghanbari S, Nooshkam A, Fakheri BA, Mahdinezhad N (2018) Assessment of yield and yield component of soybean genotypes (*Glycine max* L.) in North of Khuzestan. *Journal of Crop Science and Biotechnology* 21(5): 435-441.
13. Mishra AK, Ali SA, Tiwari RC, Raghuwanshi RS (1994) Correlation and path analysis in segregating populations of soybean. *International Journal of Tropical Agriculture* 12(3-4): 278-281.
14. Pandey JP, Torrie JH (1973) Path Coefficient analysis of seed yield components in soybeans (*Glycine max* L.). *Crop Science* 13(5): 505-507.
15. Rahimi MH, Houshmand S, Khodambashi M, Shiran B, Mohammadi S (2017) Evaluation of recombinant pure lines of lentil under drought stress. *Journal of Crop Breeding* 9(22): 82-97. [in Persian with English abstract]
16. Rajput MA, Sarwan G, Tahir KH (1986) Path coefficient analysis development and yield components in soybean. *Soybean Genetics Newsletter* 13(1): 87-91.
17. Sengupta K, Sen S (1972) Path-coefficient analysis of some characters influencing seed yield of soybeans (*Glycine max*.L.). *Indian Agriculturist* 16: 149-154.
18. Soukhtehsaraei M, Dadashi MR, Soltani A (2018) Investigation of the role of pod abnormality incidence on yield and yield components of soybean (a case study in Golestan Province, Iran). *Applied Ecology and Environmental Research* 16(6): 7759-7775.
19. Sulisty A, Sari KP (2018) Correlation, path analysis and heritability estimation for agronomic traits contribute to yield on soybean. *Proceedings of the International Symposium on Food and Agro-biodiversity*, Semarang, Indonesia.
20. Tousi MM, Ghanadha MR, Khodarahmi M, Shahabi S (2005) Factor analysis for grain yield and other attributes in bread wheat. *Pajouhesh Va Sazandegi* 18(67): 9-16. [in Persian with English abstract]
21. Van Eeuwijk FA, Bustos-Korts D, Millet EJ, Boer MP, Kruijer W, Thompson A, Muller O (2019) Modelling strategies for assessing and increasing the effectiveness of new phenotyping techniques in plant breeding. *Plant Science* 282: 23-39.

# Variation of agronomic traits in soybean lines resulted from crossing of Karbin × Fora



Agroecology Journal  
Vol. 15, No. 2 (59 - 69)  
(summer 2019)

Mohammad Hassanvand<sup>1</sup>, Shahab Khaghani<sup>1</sup>✉, Mahdi Changizi<sup>1</sup>, Masoud Gomarian<sup>1</sup>, Ezatollah Sedaghatfar<sup>2</sup>

1 Department of Genetic and Plant Breeding, Islamic Azad University, Arak Branch, Arak, Iran  
✉ shahab.khaghani@gmail.com (**corresponding author**)

2 Department of Plant Protection, Islamic Azad University, Arak Branch, Arak, Iran

**Received:** 20 February 2019

**Accepted:** 23 August 2019

**Abstract** To study the genetic diversity of soybean inbred lines, grain yield modeling and selection of superior genotypes, 80 lines of soybean obtained from crosses of Karbin × Fora cultivars along with L.17 soybean cultivar as control were studied in research farm of Agriculture Khorram Abad Sarab Chenghaey in 9 × 9 lattice design. Significant differences were observed between control and studied soybean lines. There was a positive and significant correlation between seed yield and most of the traits evaluated, including the number of pods per plant, percentage of germination, plant height, number of seeds per pod, and number of seeds per plant. Stepwise regression analysis showed that plant height, number of pods per plant, number of seeds per pod and 100-seed weight explained 82% of yield. Using factor analysis, 17 traits in four components explained about 62% of the total variation. Therefore, plant height trait, number of pods per plant, number of seeds per pod, 100-seed weight can be considered as criteria for selection of superior lines to improve grain yield in soybean.

## Keywords

- ◆ genetic correlation
- ◆ genetic diversity
- ◆ genotypic correlation
- ◆ phenotypic correlation

This open-access article is distributed under the terms of the Creative Commons-BY-NC-ND which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

DOI: 10.22034/AEJ.2019.1868675.1095

