Sari Agriculture Sceinces and Natural Resources University

Journal of Crop Breeding Vol. 15, No 46, Summer 2023 p: 22-26

"Research Paper"

Path Analysis of Quantitative Characters and Clustering of Eggplant Lines in F_4 Generation

Ghaffar Kiani

Associate Professor, Department of Plant Breeding, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

Received: 15 May, 2022 Accepted: 18 October, 2022

Extended Abstract

Introduction and Objective: Despite the importance of the eggplant, few breeding studies have been conducted in relation to this plant in Iran. Therefore, it requires more studies, especially in relation to the study of new lines and native genotypes of the country. The aim of this study was to character association and identification of direct and indirect effects of quantitative traits on yield in 40 eggplant lines at F_4 segregating population.

Material and Methods: This experiment was performed in the research farm of Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources in the 2021 cropping season. In this study, 40 breeding lines in F 4 generation along with their parents were used. Traits studied in this study included plant height (centimeter), number of fruits per plant, fruit length (centimeter), fruit weight (gram), fruit diameter (millimeter) and fruit yield (gram / plant). In order to analyze the data, descriptive statistics, correlation, path analysis and cluster analysis were used.

Results: The results of correlation showed that fruit yield had positive and significant relationship with fruit weight. Results obtained from path analysis indicated that fruit weight and after that fruit number in plant had greatest direct effect on fruit yield in eggplant. The greatest indirect effect of fruit weight is through the diameter of the fruit. These traits could be used as selection index for yield improvement in eggplant breeding programs. According to cluster analysis studied lines were grouped in three different clusters based on studied traits.

Conclusions: Cluster analysis showed the existence of favorable diversity between the studied genotypes and grouped the studied lines in three different groups. Fruit weight and fruit number had greatest direct effect on fruit yield in eggplant. These traits could be used as selection criteria for yield improvement in segregating population of eggplant.

Keywords: Cluster analysis, Eggplant, Path analysis, Quantitative characters, Trait association

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61186/jcb.15.46.22]

"مقاله پژوهشی"

تجزیه علیت صفات کمی و گروه‌بندی لاین‌های بادمجان در نسل F_4

غفار کیانی

دانشیار گروه اصلاح‌نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، (نویسنده مسوول: ghkiani@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۷/۲۶
صفحه: ۲۲ تا ۳۶

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: علی‌رغم اهمیت گیاه بادمجان، مطالعات به‌نژادی کمی در رابطه با این گیاه در ایران صورت گرفته است. لذا مطالعات بیشتری را به‌ویژه در ارتباط با مقایسه لاین‌های جدید و نیز ژنوتیپ‌های بومی کشور می‌طلبد. این پژوهش با هدف ارزیابی روابط صفات و شناسایی اثرات مستقیم و غیر مستقیم صفات کمی موثر در عملکرد بادمجان با ۴۰ لاین اصلاحی در نسل F_4 انجام شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در فصل زراعی سال ۱۴۰۰ انجام شد. در این مطالعه ۴۰لاین اصلاحی در نسل F4 به‌همراه والدین آنها استفاده شد. صفات مختلفی از جمله ارتفاع بوته، تعداد میوه، طول میوه، وزن میوه، قطر میوه و عملکرد میوه اندازه‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی، همبستگی، تجزیه علیت و تجزیه خوشه‌ای استفاده گردید.

یافته‌ها: نتایج همبستگی نشان داد که عملکرد میوه با صفت وزن میوه دارای بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار می‌باشد. نتایج بدست آمده از تجزیه علیت نشان داد که وزن میوه و پس از آن صفت تعداد میوه در بوته بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد میوه داشتند. بزرگترین اثر غیرمستقیم وزن میوه از طریق قطر میوه بوده است. این صفات می‌توانند به‌عنوان شاخص انتخاب در برنامه‌های اصلاحی بادمجان برای بهبود عملکرد درنظر گرفته شوند. بر طبق نتایج تجزیه خوشه‌ای لاین‌های مورد مطالعه براساس صفات مورد مطالعه در سه گروه مختلف قرار گرفتند.

نتیجه‌گیری: تجزیه خوشه‌ای وجود تنوع مناسبی را بین لاین‌های مورد مطالعه نشان داد و آنها را در سه گروه مجزا طبقه‌بندی نمود. وزن میوه و تعداد میوه بیشترین اثرات مستقیم را بر عملکرد میوه در بادمجان دارا بودند و از این دو صفت می‌توان به‌عنوان شاخص انتخاب برای بهبود عملکرد در برنامه‌های اصلاحی بادمجان در جمعیت‌های درحال تفکیک استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: بادمجان، تجزیه علیت، تجزیه کلاستر، روابط صفات، صفات کمی

مقدمه

استفاده از بادمجان به‌عنوان یک طعم دهنده و چاشنی مطلوب در رژیم و سبد غذایی روزانه مردم و بویژه خانواده‌های ایرانی به صورت امری رایج درآمده است. مجموع تولید بادمجان در دنیا حدود ۴۵ میلیون تن است و در ایران نیز به‌طور گسترده در نواحی جنوبی و بعضاً شمالی کشت و کار می‌گردد. این گیاه یک محصول گرمادوست است و استفاده از آن برای تغذیه از نظر اقتصادی بسیار باصرفه است (۷).

علی‌رغم اهمیت گیاه بادمجان، مطالعات به‌نژادی کمی در رابطه با این گیاه در ایران صورت گرفته است. لذا مطالعات بیشتری را به‌ویژه در ارتباط با مطالعه لاین‌های جدید و نیز ژنوتیپ‌های بومی کشور می‌طلبد. توده‌های بومی زیادی در نقاط مختلف کشور از جمله چاه بلند نیشابور، جویبار مازندران، قلمی ورامین، سرخون بندرعباس، قصری دزفول، جهرم، برازجان، دستگرد اصفهان، یزد، لرستان و شندآباد وجود دارد (۱).

در مطالعه همبستگی و تجزیه و تحلیل برای عملکرد و اجزای عملکرد در نسل F_2 بادمجان گزارش شده است که تعداد شاخه در بوته، متوسط وزن میوه، تعداد میوه در بوته در گیاه اثر مستقیم و بالایی روی عملکرد دارند (۶). در مطالعه تجزیه ضرایب مسیر برای بررسی اجزاء عملکرد در بادمجان،۷۲ ژنوتیپ بادمجان را مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج به دست آمده از تجزیه ضرایب مسیر تعداد میوه و متوسط وزن میوه بیشترین تأثیر مستقیم را بر روی عملکرد بادمجان داشتند (۱۰). در مطالعه تنوع ژنتیکی و تجزیه علیت برای عملکرد در بادمجان گزارش نمودند که تعداد میوه و متوسط وزن میوه اثر مستقیم بزرگی با عملکرد دارد (۸). در برنامه اصلاحی گیاهان زراعی به‌منظور افزایش تاثیر گروه بندی ژنوتیپ‌ها براساس فاصله ژنتیکی باید به‌طور همزمان، چندین صفت مورد بررسی قرار گیرد. به این منظور و تعیین الگوی تنوع ژنتیکی، گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و تعیین فاصله ژنتیکی بین آنها، تجزیه خوشه‌ای صورت می‌گیرد. با بررسی عملکرد و اجزای عملکرد در ۹۲ ژنوتیپ بادمجان گزارش کردند که با تجزیه کلاستر به ۱۰ گروه تقسیم‌بندی شده و از بین این گروه‌های سه خوشه از خصوصیات مطلوب جهت انتخاب والد در ایجاد هیبرید برخوردار بودند (۲). با انجام تحقیقاتی برای تعیین مشخصات زراعی لاین‌های اصلاح شده بادمجان و گونه‌های خویشاوند تعداد بیست رقم زراعی با چهار رقم وحشی بر اساس ۱۳ صفت مورفولوژیکی مقایسه و آنها را در ۴ گروه مختلف طبقه‌بندی کردند (۴).

امروزه به‌منظور افزایش تولید بادمجان، معرفی ژنوتیپ‌های هیبرید جدید ضروری می‌باشد و تلاش‌های صورت گرفته در این زمینه به‌منظور تولید ارقام جدید بادمجان از طریق بهره برداری از تنوع ژنتیکی موجود در نسل‌های درحال تفرق بسیار کم است. تنوع ژنتیکی مطلوب در نسل F_2 حاصل خودگشنی نسل F_1 وجود دارد و مطالعات صورت گرفته در این باره نیز نشان می‌دهد که انتخاب صفات مورد نظر در نسل F_2 موثراست و با انتخاب تک بوته‌های مطلوب و خالص سازی آنها می‌توان لاین‌های اینبرد مشابه لاینهای والدینی تولید نمود. این لاین‌ها با داشتن صفات مطلوب نظیر عملکرد بالا می‌توانند به‌عنوان ارقام پرمحصول همانند والدین در تولید دیگر واریته‌های هیبرید می‌توانند استفاده شوند (۹).

از آنجا که مهمترین هدف برای یک اصلاحگر افزایش عملکرد است ضروری است که روابط بین صفات و اثرات مستقیم و غیر

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61186/jcb.15.46.22]

مستقیم صفات مختلف بر عملکرد در یک گیاه مورد شناسایی قرار گیرد. در این مطالعه میزان ارتباط بین صفات و چگونگی تاثیر آن بر روی عملکرد در جمعیت F_4 بادمجان توسط همبستگی و تجزیه ضرایب مسیر مورد بررسی قرار گرفته است. بنابراین هدف از این پژوهش شناسایی اثرات مستقیم و غیر مستقیم صفات کمی موثر در عملکرد بادمجان بر اساس تجزیه علیت و نیز گروه‌بندی ژنوتیپ‌های انتخابی بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در فصل زراعی ۱۴۰۰ انجام گردید. در این تحقیق از ۴۰ لاین اصلاحی در نسل F_4 به‌همراه ژنوتیپ والدینی آنها (P_1 : آیدین ترکیه) و P_2: محلی ورامین) استفاده شد. ابتدا در خزانه بذر پاشی انجام و گیاهچه ها در مرحله ۳ برگی در زمین اصلی نشا شدند. فواصل کشت ۵۰ سانتی‌متر روی ردیف و ۸۰ سانتی‌متر بین ردیف بود. از لاین‌های مورد مطالعه بهترین تک بوته‌ها از نظر فنوتیپی انتخاب و یادداشت برداری صفات مهم انجام و در زمان رسیدگی به صورت جداگانه بذرگیری شدند. صفات مورد بررسی در این تحقیق شامل ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، تعداد میوه در بوته، طول میوه (سانتی‌متر)، وزن میوه (گرم)، قطر میوه (میلی‌متر) و عملکرد میوه (گرم/بوته) بودند. به‌منظور تجزیه داده‌ها از روش‌های آمار توصیفی، همبستگی، تجزیه علیت و تجزیه خوشه‌ای استفاده و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

آمار توصیفی برای صفات مورد مطالعه در جدول ۱ آمده است. در این جدول می‌توان دامنه تغییرات، میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات صفات مورد مطالعه را مشاهده نمود. حداکثر انحراف معیار مربوط به عملکرد میوه (۶۷/۲۰) و بعد از آن مربوط به وزن میوه (۱۰/۷۱) می باشد. در میان صفات مورد بررسی تعداد میوه و وزن میوه به ترتیب با ضریب تغییرات ۱۰/۲۰ و ۹/۰۹ درصد، از بیشترین تنوع برخوردار بودند. درحالیکه کمترین آن مربوط به صفات عملکرد میوه و قطر میوه بود. نتایج این تحقیق نشان دهنده وجود تنوع قابل ملاحظه‌ای برای مهمترین صفات مرتبط با عملکرد در ژنوتیپ های مورد مطالعه می باشد که بر لزوم توجه به پتانسیل بالقوه و استفاده به هنگام از این لاین‌ها در برنامه‌های به نژادی تاکید دارد.

همبستگی بین صفات در ژنوتیپ‌های مورد بررسی در نسل F_4 در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس ضرایب موجود در جدول همبستگی، عملکرد میوه با تعداد میوه (**۰/۴۹) همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۱ درصد داشت اما ارتفاع با وزن میوه (*۰/۳۶-) و قطر میوه (*۰/۳۰-) همبستگی منفی و معنی‌داری نشان داد. همچنین همبستگی منفی و معنی‌دار تعداد میوه با قطر میوه (*۰/۳۶-) و نیز با وزن میوه (**۰/۸۸-) مشاهده گردید. وزن میوه با قطر میوه همبستگی معنی‌داری در سطح یک درصد داشت (*۰/۴۱+). نتایج به دست آمده از ضرایب همبستگی بیانگر ارتباط مثبت و معنی‌دار صفت تعداد میوه بر عملکرد میوه می باشد. بنابراین انتخاب بر اساس تعداد میوه می‌تواند معیاری برای بهبود عملکرد در نسل‌های درحال تفکیک بادمجان باشد. نتایج حاصل از این بخش در انطباق با نتایج به دست آمده در مطالعات محققین مختلفی می‌باشد (۵،۱۱).

نتایج تجزیه مسیر یا تجزیه علیت صفات مورد مطالعه در جدول ۳ نشان داده شده است. در این جدول اثرات مستقیم (روی قطر ماتریس) و غیرمستقیم (خارج از قطر ماتریس) دیده می‌شود. طبق نتایج به دست آمده بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد میوه در بادمجان ابتدا توسط تعداد میوه (۴/۳۲) بوده و پس از آن مربوط به وزن میوه (۳/۰۹) می باشد. بیشترین اثر غیرمستقیم وزن میوه بر روی عملکرد از طریق قطر میوه (۰/۷۱) می باشد. در این تحقیق نتایج تجزیه علّیت نشان داد که دو ویژگی وزن میوه و تعداد میوه دارای بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد میوه در بادمجان می باشند. بیشترین اثر غیر مستقیم وزن میوه نیز از طریق قطر میوه است. در بررسی تنوع ژنتیکی موجود در ژنوتیپ های بادمجان نتایج مشابه با تحقیق حاضر گزارش گردیده است که صفت وزن میوه در کنار تعداد میوه می‌تواند به‌عنوان شاخص انتخاب در بهبود عملکرد بادمجان مورد استفاده قرار گیرد (۵).

به‌منظور گروه بندی لاین‌های اصلاحی بادمجان در نسل F_4 تجزیه کلاستر انجام شد. بر اساس گروه‌بندی انجام شده، ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر صفات اندازه‌گیری شده در ۳ گروه مجزا قرار گرفتند (شکل ۱). این نتیجه بیانگر وجود تنوع مطلوب در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه می باشد. ژنوتیپ‌های موجود در این سه گروه عبارتند از گروه اول (۲۶، ۳۷، ۷، ۲۲، ۱۸، ۹، ۲۳، ۲۱، ۱۱، ۳۲، ۱۵، ۳۸، ۲۵، ۶، ۵، ۱۷، ۲، ۱۳، ۳۰، ۸، ۳۶، ۱ و ۱۶) گروه دوم (۲۷، ۲۸، ۳۹، ۱۲، ۳۳، ۳، P_1، ۲۹، ۳۴، ۱۴، ۲۴، ۳۵، ۴۰، ۲۰، ۱۰، ۱۹ و P_2) و گروه سوم (۴،۳۱). مشابه این نتایج توسط محققین مختلفی نیز گزارش شده است. آنان نیز با استفاده از تجزیه خوشه‌ای نشان دادند که تنوع مطلوبی در بین لاین‌های بادمجان وجود دارد (۱،۲،۳،۱۲). ژنوتیپ‌های موجود در خوشه‌های مختلف می‌توانند در برنامه‌های دورگ‌گیری به‌منظور دستیابی به حداکثر تنوع در بین نتاج مورد استفاده قرار گیرند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61186/jcb.15.46.22]

جدول ۱- آماره توصیفی برای صفات مورد مطالعه در لاین‌های بادمجان

Table 1. Descriptive statistics for studied traits in eggplant lines

ضریب تغییرات (٪) Coefficient of variation (%)	انحراف معیار Standard deviation	حداکثر Maximum	حداقل Minimum	دامنه تغییرات Range	میانگین Mean	صفات Traits
5.66	8.11	160	129	31	143.28	ارتفاع بوته (cm) Plant height
10.20	1.27	15	10	5	12.45	تعداد میوه Fruit number
5.34	1.14	25	19.10	5.90	21.36	طول میوه (cm) Fruit length
9.09	10.71	140.91	99.33	41.58	117.82	وزن میوه (gr) Fruit weight
5.02	0.645	13.80	10.70	3.10	12.84	قطر میوه(mm) Fruit diameter
4.62	67.20	1600	1330	270	1455.59	عملکرد میوه(gr) Fruit yield

جدول ۲- همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در لاین‌های بادمجان

Table 2. Correlation between traits in eggplant lines

عملکرد میوه Fruit yield	قطر میوه Fruit diameter	وزن میوه Fruit weight	طول میوه Fruit length	تعداد میوه Fruit number	ارتفاع بوته Plant height	
					1	ارتفاع بوته (cm) Plant height
				1	+0.28^{ns}	تعداد میوه Fruit number
			1	-0.035^{ns}	-0.21^{ns}	طول میوه (cm) Fruit length
		1	+0.14^{ns}	-0.88**	-0.36*	وزن میوه (gr) Fruit weight
	1	+0.41**	+0.18^{ns}	-0.36*	-0.30*	قطر میوه(mm) Fruit diameter
1	+0.04 ^{ns}	-0.03 ^{ns}	+0.23^{ns}	0.49**	-0.048^{ns}	عملکرد میوه(gr) Fruit yield

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار و بسیار معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, *, ** non significant, significant and high significant at 5 and 1 pecent statistical level.

جدول ۳- تجزیه ضرایب مسیر بین عملکرد و اجزای عملکرد در لاین‌های بادمجان

Table 3. Path analysis coefficient between yield and yield components in eggplant lines

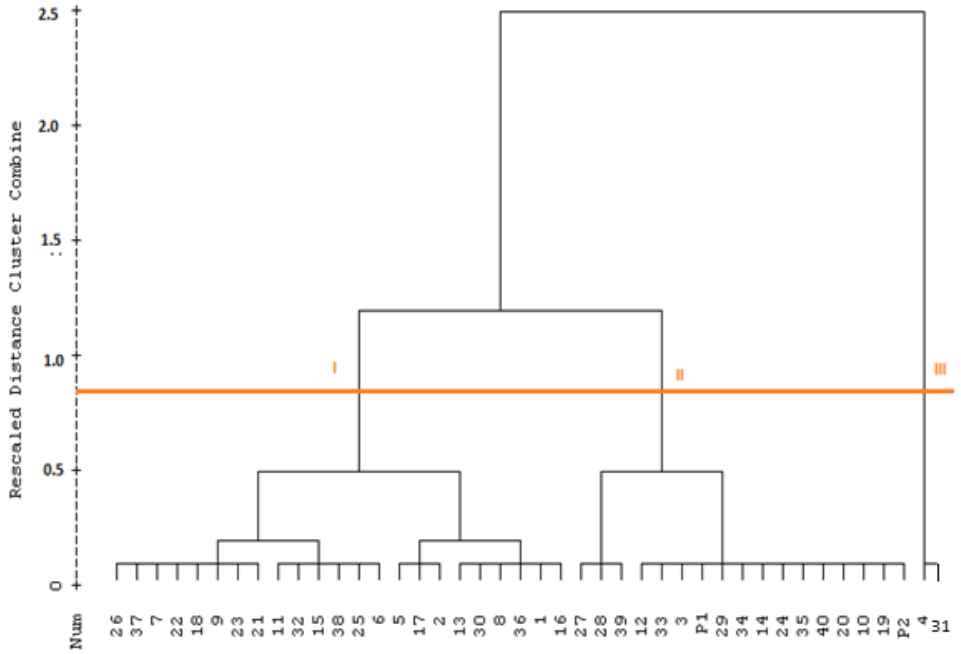
همبستگی با عملکرد میوه Correlation with fruit yield	قطر میوه Fruit diameter	وزن میوه Fruit weight	طول میوه Fruit length	تعداد میوه Fruit number	ارتفاع بوته Plant height	صفات Traits
-0.04^{ns}	-0.01	-0.012	-0.007	0.01	0.001	ارتفاع بوته (cm) Plant height
0.49**	-0.79	-1.83	-0.07	4.32	0.58	تعداد میوه Fruit number
0.23^{ns}	0.0063	-0.0063	0.001	-0.001	-0.007	طول میوه (cm) Fruit length
-0.35^{ns}	0.71	3.09	0.24	-1.54	-0.63	وزن میوه (gr) Fruit weight
0.04^{ns}	0.01	0.04	0.021	-0.04	-0.03	قطر میوه(mm) Fruit diameter

ns و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و بسیار معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

ns, ** non significant and high significant at 1 pecent statistical level.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61186/jcb.15.46.22]



شکل ۱- دندروگرام حاصل از گروه‌بندی لاین‌های بادمجان بر اساس صفات اندازه‌گیری شده

Figure 1. Dendrogram derived from grouping studied eggplant lines based on measured traits

نتیجه‌گیری کلی

نتایج به دست آمده از تجزیه همبستگی نشان داد که وزن میوه و تعداد میوه بادمجان بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با عملکرد میوه دارد. تجزیه علیت نیز بیانگر این است که وزن میوه و تعداد میوه بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد میوه دارند. بنابراین از دو ویژگی وزن میوه و تعداد میوه می‌توان به‌عنوان معیار انتخاب در نسل‌های درحال تفرق بمنظور انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب برای اصلاح عملکرد بادمجان استفاده نمود. تجزیه خوشه‌ای وجود تنوع مطلوب بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی را نشان داد و لاین‌های مورد مطالعه را در سه گروه مختلف گروبندی نمود.

منابع

1. Bagheri, M., S. Keshavarz and A. Kakhaki. 2016. Evaluation of selected lines from eggplant (*Solanum melongena* L.) landraces. Seed and Plant Improvement Journal, 32(2): 165-180 (In Persian).
2. Begum, F., A.A. Islam, M.G. Rasul, M.K. Mian and M.M. Hossain. 2013. Morphological diversity of eggplant (*Solanum melongena*) in Bangladesh. Emirates Journal of Food and Agriculture, 25(1): 45-51.
3. Devi, C.P., A.D. Munshi, T.K. Behera, H. Choudhary and P. Saha. 2016. Characterization of cultivated breeding lines of eggplant (*Solanum melongena* L.) and related wild Solanum species from India. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 91(1): 87-92.
4. Devi, C.P., A.D. Munshi, T.K. Behera, H. Choudhary, B. Gurung and P. Saha. 2015. Cross compatibility in interspecific hybridization of eggplant, *Solanum melongena*, with its wild relatives. Scientia Horticulturae, 193: 353-358.
5. Kameli, A.M., G. Kiani and K. Kazemitabar. 2020. The evaluation of phenotypic diversity in eggplant (*Solanum melongena* L.) genotypes. Journal of Vegetables Sciences, 3(6): 31-43 (In Persian).
6. Kumar, R. and T. Arumugam, 2013. Correlation and path coefficient analysis for some yield-related traits in F2 segregating population of eggplant. International Journal of Vegetable Science, 19(4): 334-341.
7. Muniappan, S., K. Saravanan and B. Ramya. 2010. Studies on genetic divergence and variability for certain economic characters in eggplant (*Solanum melongena* L.). Electronic Journal of Plant Breeding, 1(4): 462-465.
8. Patel, S. N., R.C. Popat, P.A. Patel and R.D. Vekariya. 2018. Genetic diversity analysis in brinjal (*Solanum melongena* L.) genotypes: A principal component analysis approach. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7(01): 3296-3301.
9. Russo, P., G. Adiletta and M. Di Matteo. 2013. The influence of drying air temperature on the physical properties of dried and rehydrated eggplant. Food and Bioproduct Processing, 91: 249-256.
10. Singh, O. and J. Kumar. 2005. Variability, heritability and genetic advance in brinjal. Indian Journal of Horticulture, 62: 265-267.
11. Tripathy, B., D. Sharma, J. Singh and S.K. Nair. 2018. Correlation and path analysis studies of yield and yield components in Brinjal (*Solanum melongena* L.). International Journal of Pure and Applied Biosciences, 6(1): 1266-1270.
12. Uddin, M.S., M.M. Rahman, M.M. Hossain and M.A. Mian. 2014. Genetic diversity in eggplant genotypes for heat tolerance. SAARC Journal of Agriculture, 12(2): 25-39.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61186/jcb.15.46.22]