

## همبستگی و تجزیه علیت عملکرد دانه و صفات وابسته در برخی ژنوتیپ‌های لوبیا

منیره مارصفری<sup>1\*</sup>، سجاد کردی<sup>2</sup> و زهرا طهماسبی<sup>1</sup>

1- استادیار دانشگاه ایلام، گروه اصلاح نباتات، ایلام، ایران.

2- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه ایلام، گروه زراعت، ایلام، ایران.

\* مسئول مکاتبات؛ پست الکترونیک: [mmarsafari@yahoo.com](mailto:mmarsafari@yahoo.com)

### چکیده

به منظور بررسی رابطه عملکرد دانه با اجزای عملکرد در ژنوتیپ‌های لوبیا و تعیین سهم آن دسته از صفات که بیشترین اثر را بر عملکرد دارند، این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج اجرا گردید. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر صفات مورد بررسی دارای اختلاف معنی‌دار بودند. نتایج همبستگی ساده صفات نشان داد که از میان صفات اندازه‌گیری شده، تنها صفات تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه داشتند. تجزیه رگرسیون گام به گام نشان داد که حداکثر تغییرات عملکرد دانه را می‌توان به تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه و تعداد دانه در غلاف نسبت داد. سپس صفات وارد شده به مدل رگرسیونی توسط تجزیه علیت بررسی شدند و مشخص شد که صفات تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه بیشترین ارتباط مستقیم و مثبت را با عملکرد دانه لوبیا داشتند. بنابراین می‌توان از این صفات در برنامه‌های اصلاحی افزایش عملکرد برای انتخاب ارقام مناسب استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: لوبیا، همبستگی، رگرسیون گام به گام، تجزیه علیت، عملکرد دانه.

### مقدمه

کمبود غذا و سوء تغذیه به عنوان یکی از مهم‌ترین و نگران‌کننده‌ترین معضلات جامعه بشری مطرح است. دانه‌ی حبوبات با برخورداری از 18 تا 32 درصد پروتئین یکی از منابع پروتئینی جهان محسوب شده و به عنوان مکمل کمی و کیفی دانه‌ی غلات که پروتئین آن‌ها اغلب کمتر از 14 درصد است در تغذیه بشر نقش غیر قابل انکاری بازی می‌کنند (11، 19، 25). با توجه به این موضوع و افزایش نیاز بشر به این گیاه لازم است تا نسبت به اصلاح و تولید ارقام مرغوب و پر محصول اقدام شود. برای این منظور شناسایی و ارزیابی تنوع صفات مهم و همچنین اثر آنان بر عملکرد دانه ضروری است و با کمک آن‌ها در آینده می‌توان مدیریت بهبود و اصلاح گیاه لوبیا را دقیق‌تر برنامه‌ریزی نمود (3).

در برنامه‌های اصلاح نباتات، انتخاب بر اساس تعداد زیادی صفت زراعی صورت می‌گیرد که ممکن است بین آن‌ها همبستگی مثبت و منفی وجود داشته باشد. لذا روش‌های تجزیه و تحلیلی که بدون از بین بردن مقدار زیادی از اطلاعات مفید، تعداد صفات مؤثر در عملکرد را کاهش دهند، برای پژوهشگران با ارزش هستند. در این خصوص استفاده از همبستگی میان صفات متداول است (13، 15). اگرچه این همبستگی‌ها در تعیین مؤلفه‌های اصلی که بر عملکرد تأثیر می‌گذارند کمک مؤثری می‌نمایند، ولی اهمیت نسبی آثار مستقیم و غیرمستقیم را نشان نمی‌دهند.

تجزیه علیت روشی است که روابط بین صفات و آثار مستقیم و غیرمستقیم آن‌ها را بر عملکرد روشن می‌سازد. استفاده از این روش به شناخت روابط علت و معلولی بین صفات نیاز دارد (9، 18). رهنمایی تک و همکاران (7) در بررسی 250 نمونه از کلکسیون لوبیا قرمز بانک ژن گیاهی ملی ایران مهم‌ترین صفات موثر در عملکرد دانه لوبیا را به ترتیب صفات وزن صد دانه، تعداد غلاف در بوته و تعداد بذر در غلاف نام بردند. دورسون (17) به منظور تعیین آثار اجزاء عملکرد بر روی عملکرد 21 ژنوتیپ لوبیا از تجزیه علیت استفاده نمود و مشاهده کرد همبستگی بین صفات تعداد غلاف در بوته، وزن غلاف و تعداد دانه در غلاف با عملکرد دانه مثبت و بسیار معنی‌دار است. مروری بر کارهای پژوهشگران دیگر نشان می‌دهد که تعیین روابط میان عملکرد و اجزای آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به رغم این‌که نتایج همه آزمایش‌ها هم‌خوانی نداشته است، ولی در بیشتر آزمایش‌ها تعدادی از اجزای عملکرد مانند وزن صد دانه، تعداد دانه و تعداد غلاف در بوته اهمیت شایانی در تعیین عملکرد دانه داشته‌اند. با بهره‌گیری از این روابط می‌توان شاخص‌هایی را برای تشخیص ارقام برتر تعیین کرد. در این زمینه، کاربرد روش‌های آماری، به ویژه تجزیه علیت، می‌تواند در درک روابط اساسی میان متغیرها کار ساز باشد (6). هدف از پژوهش حاضر بررسی روابط میان عملکرد دانه لوبیا و اجزای آن، تجزیه ضرایب همبستگی ساده میان صفات و تعیین صفاتی است که اثر بیشتری بر عملکرد دانه دارند.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی 1387 در مزرعه‌ی تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، واقع در کرج با ارتفاع 1321 متر از سطح دریا اجرا گردید. عملیات تهیه زمین شامل شخم پاییزه، دیسک بهاره و تسطیح زمین بود. کاشت بذور در تاریخ 1 خرداد صورت گرفت. پس از کاشت، تاریخ اولین آبیاری که مقارن با 7 خرداد بود، به عنوان شروع دوره زیستی گیاه در نظر گرفته شد. هم‌چنین برای جلوگیری از خسارت علف‌های هرز، سه بار در طول دوره رشد گیاه عملیات وجین دستی صورت گرفت. فهرست ژنوتیپ‌های تحت بررسی، همراه با کدهای مربوطه در جدول 1 آمده است. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 40 ژنوتیپ لوبیا و 3 تکرار اجرا گردید. در هر تکرار، بذور هر ژنوتیپ بر روی یک ردیف با طول 2 متر و با فاصله 10 سانتی متر از یکدیگر روی ردیف کاشته شدند. فاصله بین ردیف‌ها 50 سانتی متر بود. صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، تعداد روز تا شروع گلدهی، تعداد روز تا ظهور اولین غلاف، تعداد روز تا رسیدگی و ارتفاع گیاه با اندازه‌گیری 10 بوته تصادفی از هرواحد آزمایشی اندازه‌گیری و ثبت شد. سپس میانگین مشاهدات برای هر صفت جهت تجزیه آماری مورد استفاده قرار گرفت.

به منظور تعیین روابط بین صفات و شناسایی عوامل موثر در عملکرد دانه تجزیه‌های آماری شامل تعیین ضرایب همبستگی ساده بین صفات و تجزیه رگرسیون گام به گام به منظور بررسی تأثیر هر یک از صفات مورد نظر روی متغیر تابع یا وابسته (عملکرد) و همچنین کاهش تعداد متغیرهای مستقل انجام گردید (9) و در نهایت آثار مستقیم و غیر مستقیم صفات بر عملکرد دانه از طریق مدل تجزیه علیت با استفاده از نرم‌افزار Path 2 به روش دوی و لو (15) با استفاده از ترکیبات مختلفی از همبستگی‌های بین صفات مختلف انجام گردید. میانگین‌ها با استفاده از روش چند دانم‌های دانکن مقایسه شدند.

## نتایج و بحث

### تجزیه واریانس

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات نشان داد که بین تیمارها از نظر کلیه صفات اختلاف معنی‌داری در سطح

احتمال خطا یک درصد وجود دارد که بیانگر این نکته است که بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی تنوع ژنتیکی وجود دارد (جدول 2). با توجه به معنی‌دار بودن اختلاف بین ژنوتیپ‌ها به منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات مورد بررسی مقایسه میانگین به روش دانکن انجام شد (جدول 3). نتایج مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در ژنوتیپ قرمز رقم شاهد، تعداد غلاف در بوته در ژنوتیپ 1090 چیتی، بیشترین وزن صد دانه در ژنوتیپ 31166 Ks، ارتفاع بوته در ژنوتیپ 51103 Ks، بیشترین تعداد دانه در غلاف در ژنوتیپ 41101 Ks، بیشترین زمان رسیدگی در ژنوتیپ 288 قرمز، بیشترین تعداد روز تا ظهور اولین غلاف در ژنوتیپ 41238 Ks و بیشترین تعداد روز تا شروع گلدهی در ژنوتیپ 41102 Ks مشاهده شد. همچنین کمترین مقدار عملکرد دانه و وزن صد دانه در ژنوتیپ 288 قرمز، کمترین تعداد غلاف در بوته در ژنوتیپ 1186 سیاه، کمترین تعداد دانه در غلاف در ژنوتیپ 1170 سیاه، کمترین ارتفاع بوته در ژنوتیپ 41237 Ks، کمترین تعداد روز تا شروع گلدهی در ژنوتیپ 273 چیتی، کمترین تعداد روز تا ظهور اولین غلاف در ژنوتیپ 41101 Ks و کمترین تعداد روز تا رسیدگی در ژنوتیپ 41233 Ks مشاهده شد.

#### همبستگی ساده صفات

ضرائب همبستگی میان صفات مورد بررسی در لوبیا (جدول 5) نشان داد که بین تعداد روز تا شروع گلدهی با تعداد روز تا ظهور اولین غلاف ( $r = 0/604^*$ )، زمان رسیدگی ( $r = 0/316^*$ )، تعداد غلاف در بوته ( $r = 0/347^*$ ) و تعداد دانه در غلاف ( $r = 0/312^*$ ) همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد. هم چنین غلاف در بوته و وزن صد دانه در میان تعداد روز تا گلدهی و وزن صد دانه ( $r = -0/461^{**}$ ) همبستگی منفی و معنی‌داری دیده شد. تعداد روز تا ظهور اولین غلاف با زمان رسیدگی ( $r = 0/519^*$ ) و ارتفاع بوته ( $r = 0/397^*$ ) همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد. زمان رسیدگی با تعداد دانه در غلاف ( $r = 0/395^*$ ) و ارتفاع بوته ( $r = 0/350^*$ ) همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. تعداد غلاف در بوته با تعداد دانه در غلاف ( $r = 0/325^*$ )، ارتفاع بوته ( $r = 0/326^*$ ) و عملکرد دانه ( $r = 0/341^*$ ) همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد داشت. همچنین تعداد غلاف در بوته همبستگی منفی با وزن صد دانه ( $r = -0/398^*$ ) نشان داد. عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح پنج درصد با تعداد غلاف در بوته ( $r = 0/341^*$ ) و وزن صد دانه ( $r = 0/401^*$ ) داشت در حالی که همبستگی میان سایر صفات با عملکرد دانه معنی‌دار نگردید. وزن صد دانه نیز همبستگی منفی و معنی‌دار با تعداد روز تا گلدهی و تعداد غلاف در بوته (به ترتیب  $r = -0/461^{**}$  و  $r = -0/398^*$ ) و همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه ( $r = 0/401^*$ ) نشان داد. همبستگی میان سایر صفات معنی‌دار نگردید.

همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن صد دانه با عملکرد دانه وجود دارد که با نتایج برخی محققان مطابق است (1، 4، 8). البته در مورد وزن صد دانه نتایج متفاوتی توسط محققان بدست آمده که نشان دهنده پایداری اندک این صفت در شرایط مختلف می‌باشد به عنوان مثال قنبری و همکاران (10) و مولایی و همکاران (12) رابطه عملکرد بذر و وزن صد دانه را منفی گزارش کردند. با توجه به نتایج حاصل از همبستگی در این پژوهش و نتایج برخی از محققان چنین می‌توان گفت که با افزایش تعداد ژنوتیپ‌های مورد بررسی عملکرد دانه نیز افزایش می‌یابد. به طور مشابه با نتایج این تحقیق گزارش شده است که در بین اجزای عملکرد تنها تعداد غلاف در بوته همبستگی معنی‌داری با عملکرد بوته دارد و سایر اجزا هیچ گونه همبستگی معنی‌داری را نشان نمی‌دهد (14). مانوا و مانارا (21) در بررسی سه ساله خود همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین عملکرد دانه لوبیا با تعداد غلاف‌ها و تعداد روز تا گل‌دهی مشاهده نمودند. در بین اجزای عملکرد، تعداد غلاف در بوته مهم‌ترین صفت در تعیین عملکرد لوبیا بوده و بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه دارا می‌باشد (2، 5).

جدول 1- فهرست ژنوتیپ‌های مورد مطالعه لوبیا، همراه با کدهای مربوطه

نام ژنوتیپ	کد ژنوتیپ	نام ژنوتیپ	کد ژنوتیپ	نام ژنوتیپ	کد ژنوتیپ	نام ژنوتیپ	کد ژنوتیپ
Ks21154	31	Ks31164	21	سیاه 1157	11	256 قرمز	1
Ks41238	32	Ks21467	22	سیاه 1140	12	257 قرمز	2
Ks41101	33	Ks41107	23	سیاه 1158	13	قرمز رقم شاهد	3
Ks41233	34	Ks21152	24	سیاه 1186	14	1114 چیتی	4
Ks31167	35	Ks41102	25	سیاه 1187	15	258 قرمز	5
323 سفید	36	Ks51103	26	سیاه 1170	16	رقم مرمز سفید	6
288 قرمز	37	Ks31166	27	سیاه 1182	17	چیتی تلاش	7
1090 چیتی	38	Ks21467	28	Ks31168	18	273 چیتی	8
چیتی رقم دانشجو	39	Ks41231	29	Ks21478	19	1380 چیتی	9
248 سفید	40	Ks41237	30	Ks21479	20	1115 سیاه	10

جدول 2- تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های لوبیا مورد مطالعه

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	تعداد روز تا شروع گلدهی	تعداد روز تا ظهور اولین غلاف	زمان رسیدگی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه	ارتفاع بوته
بلوک	2	295/846 <sup>ns</sup>	12/175 <sup>**</sup>	12/175 <sup>**</sup>	17/100 <sup>**</sup>	79/825 <sup>ns</sup>	5/358 <sup>ns</sup>	0/968 <sup>ns</sup>	325/225 <sup>ns</sup>
ژنوتیپ	39	2600/401 <sup>**</sup>	16/425 <sup>**</sup>	7/056 <sup>**</sup>	92/105 <sup>**</sup>	2031/456 <sup>**</sup>	116/222 <sup>**</sup>	192/275 <sup>**</sup>	4045/363 <sup>**</sup>
اشتباه آزمایشی	78	134/473	1/217	0/969	2/023	98/303	4/838	1/796	571/293
ضریب تغییرات	-	12/938	2/423	1/886	1/442	9/952	4/623	4/856	25/359

ns، \* و \*\* به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطوح احتمال خطای آماری پنج و یک درصد

### رگرسیون

عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته در برابر دیگر صفات به عنوان متغیرهای مستقل، مورد تجزیه قرار گرفت (جدول 6). در مدل رگرسیونی حاصل، وزن صد دانه نخستین متغیری بود که وارد مدل شد و به تنهایی 29/9 درصد از تغییرات عملکرد بین ژنوتیپها را توجیه نمود. پس از آن تعداد غلاف در بوته به مدل اضافه شد و همراه با وزن صد دانه 40/6 درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نمود.

چنگیزی و همکاران (4) با مطالعه گیاه لوبیا بیان کردند که در تجزیه رگرسیون گام به گام مهم ترین صفات وارد شده به مدل به ترتیب شامل: تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه، تعداد دانه در غلاف، شاخص عملکرد و در نهایت رسیدگی فیزیولوژیک بودند. سبکدست و خیالپرست (8) بیان داشتند که تجزیه رگرسیون گام به گام نشان داد که حداکثر اختلاف عملکرد دانه را می‌توان به تعداد غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و طول غلاف نسبت داد. بیضائی (2) بیان داشت که در انواع لوبیا 97 درصد از تغییرات عملکرد توسط صفات وزن صد دانه، تعداد کل غلاف در بوته و تعداد بذر در غلاف بیان می‌شود.

### تجزیه علیت

برای حصول برآورد دقیق‌تری از اهمیت نسبی و تأثیر مستقیم و غیر مستقیم هریک از اجزای عملکرد بر عملکرد، تجزیه علیت با استفاده از ترکیبات مختلفی از همبستگی‌های بین صفات مختلف انجام گردید. علی‌رغم آن که تأکید منابع مختلف بر استفاده از گروهی از صفات است که بیشترین توجیه واریانس تغییرات داده‌ها را پس از انجام یک رگرسیون گام به گام دارند، توجه به مقدار باقیمانده‌ای از آثار نامشخص که تجزیه علیت قادر به تشخیص آن‌ها نبوده است نیز می‌تواند به عنوان معیاری برای شناسایی بهترین گروه همبستگی‌ها بکار گرفته شود. بر این اساس با ترکیبات متفاوتی از همبستگی‌های منطقی صفات، تجزیه علیت انجام گرفت و نتیجه در جدول 7 نشان داده شد. نتایج گویای آن است که وزن صد دانه، تعداد روز تا ظهور اولین غلاف، تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته (به ترتیب 1/286، 0/721، 0/663 و 0/538) آثار مستقیم بزرگی بر عملکرد دانه دارند و موجب افزایش عملکرد می‌شوند. در صورتی که همبستگی صفات تعداد روز تا ظهور اولین غلاف و تعداد دانه در غلاف با عملکرد دانه معنی‌دار نشد. وزن صد دانه با وجود اعمال اثر مستقیم قابل توجه اما به واسطه اعمال آثار غیر مستقیم منفی از طریق تعداد روز تا ظهور اولین غلاف (0/148-)، تعداد روز تا رسیدگی (0/397-)، تعداد دانه در غلاف (0/170-)، ارتفاع بوته (0/004-) و تعداد غلاف در بوته (0/215-) سبب کاهش عملکرد دانه می‌گردد. تعداد روز تا ظهور اولین غلاف آثار غیر مستقیم منفی از طریق تعداد روز تا گلدهی (0/060-)، تعداد روز تا رسیدگی (0/590-) و وزن صد دانه (0/263-) وارد می‌نماید. همچنین تعداد دانه در غلاف با وجود اثر مستقیم قابل توجه، آثار غیر مستقیم منفی از طریق تعداد روز تا شروع گلدهی (0/031-)، تعداد روز تا رسیدگی (0/449-) و وزن صد دانه (0/330-) بر عملکرد دانه اعمال می‌نماید. تعداد غلاف در بوته نیز با وجود اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه اما از طریق اعمال آثار منفی از طریق تعداد روز تا گلدهی (0/034-)، تعداد روز تا زمان رسیدگی (0/038-) و خصوصاً وزن صد دانه (0/513-) منجر به کاهش عملکرد می‌شود.

جدول 3- مقایسه میانگین عملکرد و صفات وابسته در ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا\*

ژنوتیپ	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	وزن صد دانه (گرم)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد دانه در غلاف
256 قرمز	114/07 b-f	30/60 b-j	39/33 k	4/3 e-j
257 قرمز	86/92 c-g	29/97 b-k	46/67 k	4/5 c-i
قرمز رقم شاهد	185/67 a	37/95 bc	159 a	4/4 d-j
1114 چیتی	83/53 c-g	35/39 b-e	41/67 k	3/5 hij
258 قرمز	94/58 b-g	31/95 b-i	113 cde	3/8 g-j
رقم مرمر سفید	100/17 b-g	32/98 b-h	68/67 g-k	4/6 c-i
چیتی تلاش	54/56 efg	33/69 b-h	103/33 c-g	4/0 f-j
273 چیتی	60/05 efg	30/82 b-i	91 d-i	3/9 g-j
1380 چیتی	101/20 b-g	38/59 b	45/67 k	3/5 ij
1115 سیاه	66/30 efg	24/84 b-o	72/67 f-k	5/1 a-f
1157 سیاه	62/59 efg	37/99 bc	118/67 b-e	4/0 f-j
1140 سیاه	111/89 b-f	24/46 c-o	102/67 c-g	4/1 e-j
1158 سیاه	93/79 c-g	32/83 b-h	45 k	3/6 hij
1186 سیاه	50/71 fg	34/66 b-f	108/33 c-f	4/3 e-j
1187 سیاه	93/96 c-g	34/04 b-g	45/67 k	4/1 f-j
1170 سیاه	161/97 ab	35/86 bcd	114 cde	3/3 j
1182 سیاه	87/17 c-g	32/86 bcd	53/33 ijk	3/6 hij
Ks31168	81/07 cdefg	26/56 b-m	116 b-e	4/9 a-g
Ks21478	79/40 c-g	24/80 b-o	105/67 c-g	4/2 e-j
Ks21479	92/02 b-g	21/10 f-o	138 abc	4/9 a-g
Ks31164	52/73 fg	33/81 b-h	120 b-e	3/8 ghij
Ks21467	82/56 c-g	33/35 b-h	41/33 k	3/8 ghij
Ks41107	95/48 b-g	21/57 e-o	88/33 e-j	3/9 f-j
Ks21152	93/80 c-g	2806/39 b-l	94/33 d-h	4/4 e-j
Ks41102	73/47 c-g	23/18 d-o	110 c-f	4/2 e-j
Ks51103	134/53 a-d	23/29 d-o	163/67 a	5/3 a-e
Ks31166	136/51 abc	64/92 a	153/67 ab	5/6 abc
Ks21467	75/33 c-g	23/33 d-o	111/67 cde	4/5 c-j
Ks41231	121 a-e	25/49 b-n	97/33 d-g	4/5 c-j
Ks41237	78/37 c-g	33/35 b-h	36/67 k	4/7 a-h
Ks21154	81/84 c-g	19/79 h-o	108/67 c-f	4/0 f-j
Ks41238	68/70 d-g	30/74 b-j	94/67 d-h	4/1 f-j
Ks41101	81/11 c-g	16/18 k-o	51 jk	5/8 a
Ks41233	89/16 c-h	20/58 g-o	94 d-h	4/3 e-j
Ks31167	90/04 c-g	17/91 j-o	58 h-k	5/7 ab

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

ادامه جدول 3- مقایسه میانگین عملکرد و صفات وابسته در ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا

ژنوتیپ	تعداد غلاف در بوته	زمان رسیدگی (روز)	تعداد روز تا ظهور اولین غلاف	تعداد روز تا شروع گلدهی
256 قرمز	88/67 d-h	101 efgh	52/33 defg	45/33 ghi
257 قرمز	86/33 d-h	98/66 ijkl	53 bcde	44 ij
قرمز رقم شاهد	119/33 b-g	101 efgh	52/66 cdef	42/66 jkl
1114 چیتی	83/33 d-h	92/33 r	50/33 hi	43/33 jk
258 قرمز	84/33 d-h	101/66 defg	52 defg	44/33 hij
رقم مرمر سفید	112/33 b-h	103/33 cd	53/33 bcd	48/33 abc
چیتی تلاش	48/33 gh	99/33 hijk	52/33 defg	41/33 l
273 چیتی	93/33 d-h	92/33 r	49/33 i	41/33 l
1380 چیتی	82/67 d-h	94/33 qr	52 defg	44 ij
1115 سیاه	89 d-h	92/33 r	50/33 hi	44/33 hij
1157 سیاه	74 fgh	95/66 nopq	51/33 fgh	43/33 jk
1140 سیاه	128 b-f	94/33 qr	51/33 fgh	45/33 ghi
1158 سیاه	88/67 d-h	98/33 i-m	54/33 ab	46/33 defg
1186 سیاه	44 h	100 ghi	51 gh	42 kl
1187 سیاه	103/67 b-h	100/33 fghi	50/33 hi	45/33 ghi
1170 سیاه	174 ab	97 l-p	53 bcde	42 kl
1182 سیاه	102 b-h	97/33 k-o	51/33 fgh	43/33 jk
Ks31168	116 b-h	100/33 fghi	54/33 ab	48/33 abc
Ks21478	124 b-f	88 s	52 defg	44/33 hij
Ks21479	155 a-d	102/33 c-f	53/33 bcd	48 abcd
Ks31164	74/67 fgh	107 b	54 abc	47/66 a-e
Ks21467	96 d-h	95 pq	51 gh	46 efgh
Ks41107	119/67 b-g	95/33 opq	50/33 hi	44 ij
Ks21152	89 d-h	92/33 r	49/33 i	41/33 l
Ks41102	94 d-h	95 pq	53 bcde	49 a
Ks51103	127 b-f	103 cde	54 abc	48/33 abc
Ks31166	111/33 b-h	104 c	51/33 fgh	44/33 hij
Ks21467	108 b-h	96 n-q	53/33 bcd	48/66 ab
Ks41231	142 a-f	96/33 m-q	52 defg	45/66 fghi
Ks41237	82/33 d-h	97/66 j-n	51/66 efgh	47 b-g
Ks21154	136/67 a-f	95/33 opq	52/33 defg	48 abcd
Ks41238	81/33 e-h	99/66 g-j	55/33 a	48/66 ab
Ks41101	99 c-h	96 n-q	49 i	46 efgh
Ks41233	171 abc	86/33 s	51/33 fgh	46/66 c-g
Ks31167	98 c-h	103/66 cd	51/66 efgh	47/33 b-f

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

جدول 4- مقایسه میانگین عملکرد و صفات وابسته در چند ژنوتیپ لوبیا

سفيد 248	چیتی رقم دانشجو	1090 چیتی	288 قرمز	323 سفید	
38/46 g	101/44 b-g	72/02 c-g	35/24 g	51/53 fg	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)
12/36 no	18/69 i-o	13/44 mno	11/39 o	14/32 mno	ون صد دانه (گرم)
119/67 bcde	89 e-i	119/33 bde	162/33 a	128 abcd	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)
43/66 e-j	54/33 abcd	45 c-j	49/33 a-g	46/66 a-i	تعداد دانه در غلاف
109/33 b-h	141/33 a-f	207/67 a	101/67 b-h	154/33 a-e	تعداد غلاف در بوته
100 ghi	110 a	100 ghi	111/33 a	111 a	زمان رسیدگی (روز)
54 abc	53 bcde	54 abc	54/33 ab	53 bcde	تعداد روز تا ظهور اولین غلاف
47 b-g	44/33 hij	48 abcd	47/66 a-e	48 abcd	تعداد روز تا شروع گلدهی

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

جدول 5- همبستگی ساده صفات ارزیابی شده مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد دانه 40 ژنوتیپ لوبیا

عملکرد دانه	ارتفاع بوته	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته	زمان رسیدگی	تعداد روز تا ظهور اولین غلاف	تعداد روز تا شروع گلدهی	
						0/604**	تعداد روز تا ظهور اولین غلاف
					0/519**	0/316*	زمان رسیدگی
				0/033 <sup>ns</sup>	0/222 <sup>ns</sup>	0/347*	تعداد غلاف در بوته
			0/325*	0/395*	0/022 <sup>ns</sup>	0/312*	تعداد دانه در غلاف
		0/223 <sup>ns</sup>	0/326*	0/350*	0/397*	0/167 <sup>ns</sup>	ارتفاع بوته
	0/089 <sup>ns</sup>	0/052 <sup>ns</sup>	0/341*	-0/053 <sup>ns</sup>	-0/043 <sup>ns</sup>	-0/214 <sup>ns</sup>	عملکرد دانه
0/401*	-0/106 <sup>ns</sup>	-0/256 <sup>ns</sup>	-0/398*	0/449**	-0/204 <sup>ns</sup>	-0/461**	وزن صد دانه

ns، \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال خطای آماری پنج و یک درصد

صفات زمان رسیدگی (1/136-) و تعداد روز تا گلدهی (0/098-) نیز آثار مستقیم منفی بر عملکرد دانه اعمال می‌نمایند هرچند که مقدار اثر مستقیم منفی اعمال شده از طریق تعداد روز تا زمان رسیدگی بیشتر از تعداد روز تا شروع گلدهی است، اما در هنگام اصلاح صفات در جهت افزایش عملکرد باید به هر دو آن‌ها توجه نمود. بیشترین اثر غیر مستقیم مثبت را تعداد روز تا زمان رسیدگی از طریق وزن صد دانه (0/449) و بیشترین اثر غیر مستقیم منفی را تعداد روز تا شروع گلدهی از طریق وزن صد دانه (0/592-) اعمال می‌نمایند (جدول 7).

نتایج نشان داد که با در نظر گرفتن کل صفات اندازه‌گیری شده مقدار آثار باقیمانده (0/461) است. بنابراین تمام صفات اندازه‌گیری شده حدود 54 درصد از تغییرات عملکرد را توجیه می‌کنند. همچنین نتایج همبستگی، تجزیه رگرسیون و تجزیه علیت نشان دادند که در میان صفات اندازه‌گیری شده میزان تأثیر مثبت تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه بر عملکرد دانه از همه بیشتر است. بنابراین در برنامه‌های به‌نژادی باید توجه بیشتری به آن‌ها نمود. دیمووا و اسوتلوا (16) در مطالعه خود بر روی لوبیای فرانسوی آثار مستقیم و غیرمستقیم زیادی را برای صفت تعداد غلاف در بوته بر عملکرد گزارش دادند.



جدول 6- نتایج رگرسیون گام به گام عملکرد دانه لوبیا (متغیر وابسته) با دیگر متغیرهای مورد بررسی (متغیر مستقل)

خطای استاندارد	F	ضریب تشخیص R <sup>2</sup>	ضرایب رگرسیون جزء		عرض از مبدأ	متغیر وارد شده به مدل	مرحله ورود متغیر به مدل
			b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>			
0/071	50/370**	0/299	-	0/506	33/036	تعداد غلاف در بوته	1
0/285	40/007**	0/406	1/308	0/603	-14/226	وزن صد دانه	2

\*\* معنی دار در سطح احتمال خطای آماری یک درصد

جدول 7- اثر مستقیم و غیر مستقیم اجزای عملکرد لوبیا بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا

همبستگی کل با عملکرد دانه	اثر غیر مستقیم از طریق							اثر مستقیم	متغیر
	وزن صد دانه	ارتفاع بوته	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته	زمان رسیدگی	تعداد روز تا ظهور اولین غلاف	تعداد روز تا شروع گلدهی		
-0/214	-0/592	0/004	0/206	0/186	-0/359	0/435	-	-0/098	تعداد روز تا شروع گلدهی
-0/044	-0/263	0/011	0/014	0/120	-0/590	-	-0/060	0/721	تعداد روز تا ظهور اولین غلاف
-0/053	0/449	-0/010	0/261	0/017	-	0/374	-0/031	-1/136	زمان رسیدگی
0/341*	-0/513	0/009	0/215	-	-0/038	0/160	-0/034	0/538	تعداد غلاف در بوته
0/052	-0/330	0/006	-	0/175	-0/449	0/015	-0/031	0/663	تعداد دانه در غلاف
0/089	-0/137	-	0/147	0/175	-0/398	0/286	-0/017	0/029	ارتفاع بوته
0/401*	-	-0/004	-0/170	-0/215	-0/397	-0/148	0/044	1/286	وزن صد دانه

در پژوهشی دیگر میشرا و همکاران (20) گزارش کردند که صفات وزن 100 دانه، تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف در بوته دارای اثر مستقیم مثبت بر عملکرد می باشند. پکسن و گلامسر (22) با استفاده از ضرایب علیت در مطالعه‌ای که روی ژنوتیپ‌های لوبیای معمولی انجام داده بودند مشاهده کردند که صفات تعداد دانه در بوته، متوسط وزن دانه و تعداد غلاف در بوته مهم ترین صفات اجزای عملکرد هستند که به طور مستقیم و مثبت عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. آن‌ها این صفات را به عنوان صفات مؤثر جهت برنامه‌های اصلاحی انتخاب ارقام پر محصول پیشنهاد کردند.

در گیاهانی مانند لوبیا اجزای عملکرد دانه را تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن متوسط دانه تشکیل می‌دهند. سانتوس و همکاران (23) و شانکوت و همکاران (24) اهمیت هر یک از این اجزا را در تعیین عملکرد از آزمایشی به آزمایش دیگر متفاوت گزارش کرد.

### نتیجه گیری

نتایج به دست آمده از این پژوهش و نیز پژوهش‌های سایر محققان نشان داد که پایدارترین و مؤثرترین اجزای عملکرد لوبیا جهت نیل به عملکرد بالا در شرایط آزمایشی متفاوت، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف است. رابطه بین وزن صدانه با عملکرد نیز در برخی پژوهش‌ها مثبت و در برخی دیگر منفی گزارش شده است که این تفاوت‌ها بیشتر به شرایط محیطی حاکم و نوع ژنوتیپ‌های به کار رفته در آزمایش بستگی دارد. با توجه به این که هدف از این گونه آزمایشات شناسایی مهم ترین اجزای عملکرد جهت استفاده در مسیر اصلاح عملکرد دانه و افزایش میزان آن می‌باشد، بنابراین توصیه می‌شود که به‌زادگر از طریق سه متغیر عمده و اصلی یاد شده (تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صدانه) جهت افزایش میزان عملکرد دانه اقدام نماید.

### منابع

1. امینی، ا.، قنادها، م.ر.، عبدمیشانی، و. س. 1381. تنوع ژنتیکی و همبستگی بین صفات مختلف در لوبیای معمولی. مجله علوم کشاورزی ایران، 23 (4): 605-615.
2. بیضائی، ا. 1381. ارزیابی صفات کمی و کیفی و رابطه آن‌ها با عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های لوبیا سفید، قرمز و چیتی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج. 160 صفحه
3. جهانسوز، م.، نقوی، م. ر. و طالعی، ع. 1385. تعیین روابط بین صفات مختلف در ارقام لوبیا چشم بلبلی. مجله علوم کشاورزی، 12 (1): 143-148.
4. چنگیزی، م.، خاقانی، ش. و خاقانی، ش. 1384. همبستگی صفات و تجزیه اجزای عملکرد در ارقام لوبیای محلی مورد کشت در منطقه اراک. مقالات اولین همایش ملی حبوبات، مشهد، ایران.
5. خوش‌وقتی، ح. 1385. تاثیر محدودیت آب بر روی نرخ رشد، پر شدن دانه و عملکرد سه رقم لوبیا چیتی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز. 182 صفحه
6. رضایی زاد، ع.، یزدی صمدی، ب.، احمدی، م. ر. و زینالی، ح. 1380. بررسی روابط میان عملکرد سویا و اجزای آن از راه تجزیه علیت. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، 5 (2): 107-114.

7. رهنمایی تک، ع.، واعظی، ش.، مظفری، ج. و شاه‌نجات‌بوشهری، ع.ا. 1386. تجزیه و تحلیل همبستگی و علیت عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در لوبیا قرمز. مجله پژوهش و سازندگی، 80: 76-88.
8. سبکدست، م. و خیال پرست، ف. 1386. مطالعه روابط میان عملکرد و اجزای عملکرد در 30 رقم لوبیا، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، 11(42): 123-133.
9. فرشادفر، ع. 1377. چاپ اول. کاربرد ژنتیک کمی در اصلاح نباتات. جلد اول. انتشارات دانشگاه رازی کرمانشاه. 380 صفحه.
10. قنبری، ع.ا.، اسدی، ب.، و حیدری، ع. 1384. تعیین GDD در لاین‌های لوبیا قرمز و رابطه آن‌ها با عملکرد و اجزای عملکرد. مقالات اولین همایش ملی حبوبات، مشهد، ایران.
11. کوچکی، ع. و بنایان اول، م. 1373. زراعت در مناطق خشک. غلات، حبوبات، گیاهان صنعتی و گیاهان علوفه ای. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، 166 صفحه.
12. مولایی، ع.، غفاری خلیق، ح.، و باقری، ح. 1384. همبستگی و تجزیه علیت عملکرد دانه و اجزای آن در لوبیا. مقالات اولین همایش ملی حبوبات، مشهد، ایران.
13. **Acquaah, G., Adams, M. W. and Kelly, J. D. 1992.** A factor analysis of plant variables associated with architecture and seed size in dry bean. *Euphytica*, 60:171-177.
14. **Adams, P. D. and Weaver, D. B. 1998.** Brachytic stem traits, row spacing and plant population effects on soybean yield. *Crop Sciences*, 38: 750-755.
15. **Dewey, K. D. and Lu, K. H. 1959.** A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. *Journal of Agronomy*, 51: 515-520.
16. **Dimova, D. and Svetlev, D. A. 1992.** Inheritance and correlation of some quantitative characters in French bean in relation to increasing the effectiveness of Selection. *Plant Breeding*, 63(3):344.
17. **Dursun, A. 2007.** Variability, heritability and correlation studies in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. *World Journal of Agricultural Sciences*, 3(1): 12- 16.
18. **Garcia de Moral, L. F., Ramos, J. M. and Jimenez-Tejada, M. P. 1991.** Ontogenetic approach to grain production in spring barley based on path-coefficient analysis. *Crop Science*, 31: 1179-1185.
19. **Lopez-Bellido, L. 1998.** Role of grain legumes in Mediterranean agricultural systems. 3<sup>rd</sup> European Conference on Grain Legumes, Valladolid, Spain.
20. **Mishra, A. K., Ali, S. A., Tiwari, R. C. and Raghuvanshi, R. S. 1994.** Correlation and path analysis in segregation population of soybean. *International Journal of Tropical Agriculture*, 12(3): 278- 281.
21. **Monova, N. T. F. and Manara, W. 1988.** Morphological and development trait association Lentils. *Lens News Letter*, 15 (1): 34-36
22. **Peksen, E. and Gulumser, A. 2005.** Relationships between seed yield and yield components and path analysis in some common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. *Ondokus Mayıs Universitesi*, 20 (3):82- 87.

23. **Santos, M. G., Ribeiro, R. V., Oliverira, R. F., Machado, E. C. and Pimetel, C. 2006.** The role of inorganic phosphate on photosynthesis recovery of common bean after a mild water deficit. *Plant Science*, 170: 659-664.
24. **Shenkut, A. A. and Brick, M. A. 2003.** Traits associated with dry edible bean (*Phaseolus vulgaris* L.) productivity under diverse soil moisture environments. *Euphytica*, 133(3): 339-347.
25. **Timothy, G. R., Rayaram. S., Ginkel, M. V., Trethowan, R., Joachim, H. B. and Cassady, K. 2000.** New wheat for a secure, sustainable future. Research highlights of the CIMMYT wheat program, 290 P.