

ارزیابی تأثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و برخی ویژگی‌های زراعی در نژادگان‌های لویا

منیژه سبکدست^{۱*}، محمد دشتکی^۲، یوسف ساسانی^۳ و احمد رضایی زاده^۴

۱، ۲، ۳ و ۴. به ترتیب استادیار، کارشناس ارشد، دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس

کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (کرج)

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۹/۱۶ - تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۰۲)

چکیده

تنش خشکی مهم‌ترین عامل محدودکننده کشت گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. در این راستا به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر روابط برخی از صفات ریختشناختی (مورفولوژیک) با عملکرد و اجزای عملکرد ۱۰۲ نژادگان (ژنوتیپ) لویا از بانک ژن دانشکده پردیس کشاورزی و منابع طبیعی تهران در قالب طرح آگمنت در دو شرایط آبیاری عادی (نرمال) و تنش خشکی در سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی واقع در کرج اجرا شد. ضریب همبستگی ساده بین صفات، نشان داد از میان همه صفات مورد آزمایش، وزن غلاف ($r=94^{**}$) و شمار دانه در غلاف ($r=74^{**}$) بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه در شرایط آبیاری عادی داشت. در شرایط تنش نیز وزن غلاف ($r=96^{**}$) و شمار دانه در غلاف ($r=84^{**}$) بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه داشت. با استفاده از رگرسیون گام‌به‌گام تنها صفت وزن غلاف به‌عنوان صفت تأثیرگذار در شرایط نرمال وارد مدل شد که ۸۸ درصد از تغییرپذیری عملکرد دانه را توضیح داد. در حالی که در شرایط تنش دو صفت وزن غلاف و شمار غلاف وارد مدل شدند. در ادامه با استفاده از تجزیه به عامل‌ها، یازده متغیر در پنج عامل برای شرایط عادی و چهار عامل برای شرایط تنش تعریف شدند که در مجموع به ترتیب ۷۷ و ۷۰ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه کردند. نتایج این تحقیق در مجموع نشان داد، نژادگان‌های ۷۳، ۵۳، ۹۱ در شرایط عادی رطوبتی و نژادگان‌های ۱۰۰، ۷۰، ۶۰ در شرایط تنش، عملکرد بالایی دارند که می‌توان در برنامه‌های اصلاحی از آنها استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، رگرسیون، عملکرد، همبستگی، لویا.

Effect of drought stress on some agronomic characteristics, grain yield and its components in bean genotypes

Manijeh Sabokdast^{1*}, Mohammad Dashtaki², Yousef Sasani³ and Ahmad Rezaizadeh

1, 2, 3 and 4. Assistant Professor, MSc, MSc. Student, and PhD. student, Department of Agronomy and Plant Breeding, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

(Received: January 8, 2017 - Accepted: April 22, 2017)

ABSTRACT

Drought stress is the main limiting factor in the arid and semi- arid region of the world. In order to evaluate and determine of drought stress relationship between agronomic characteristics and grain yield, an experiment was conducted in research field of University of Tehran in Karaj in 2016. In this study 102 genotypes of Bean (*Phaseolus vulgaris* .L) were evaluated in an augment design with three replication along with four control under irrigated and drought stress conditions. Result of simple correlation coefficient analysis indicated a significant positive correlation between grain yield with pod no and pod weight for both normal and stress condition. Stepwise regression analysis showed that pod weight was higher importance, among other grain yield component for normal condition, in determination of grain yield. Whereas in stress condition, pod number and pod weight were the most important. Factor analysis determined five and four factors under normal and drought stress condition that accounted for 77% and 70% of total observed variations of grain yield. Based on result of by-plot analysis, 70, 60 and 100 genotypes were recognized as high- yielding genotypes under stress conditions.

Keywords: Drought, Yield, Correlation, Regression.

* Corresponding author E-mail: sabokdast@ut.ac.ir

مقدمه

لوبیا و به‌طور عموم حبوبات پس از گندم و برنج از جمله مهم‌ترین محصولات کشاورزی هستند که به مصرف تغذیه مردم می‌رسند. با توجه به ضرورت وجود پروتئین، در جیره غذایی روزانه مردم و مشکلات هزینه زیاد تولید پروتئین بخشی از این نیاز غذایی بایستی از منابع گیاهی تأمین شود. دانه حبوبات با داشتن حدود ۱۸-۳۲ درصد پروتئین در مقایسه با پروتئین‌های حیوانی در رژیم غذایی انسان اهمیت بسیار دارند (Khaghani *et al.*, 2009). عامل‌های مختلفی در افزایش عملکرد لوبیا مؤثر هستند. این عامل‌ها موجب تغییرپذیری در رشد و میزان عملکرد می‌شوند. شرایط محیطی و مدیریت مزرعه ممکن است بر رشد و نمو گیاه اثر گذاشته و در نتیجه منجر به افزایش عملکرد شود و یا با تأثیر منفی بر آن موجب کاهش عملکرد شود.

از عامل‌های مهم در افزایش عملکرد لوبیا، انتخاب رقم پرمحصول و متحمل به تنش‌های زنده و غیرزنده را می‌توان نام برد (Ghanbari *et al.*, 2004). خشکسالی و تنش ناشی از آن یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را با محدودیت روبه‌رو می‌سازد و بازده استفاده از مناطق خشک و دیم را کاهش می‌دهد (Eberhart & Russel 1996). کشور ما آب هوای خشک و نیمه‌خشک دارد و کمبود آب یکی از چالش‌های مهم و اساسی کشاورزی ایران است، لذا رخداد تنش خشکی در دوره رشد گیاهان امری پرهیزناپذیر است. واکنش گیاهان مختلف و حتی رقم‌های مختلف از یک گیاه نسبت به تنش خشکی متفاوت است (Albayrak & Tongel, 2006).

تنش خشکی یکی از عامل‌های محدودکننده کشت و تولید لوبیا در جهان است (Fernandez, Majnoni, Hoseini, 2008). نخستین بار بهبود عملکرد دانه را بر پایه اصلاح اجزای ریختشناختی (مورفولوژیکی) و فیزیولوژیکی عملکرد در گیاهان پیشنهاد کرد. اجزای عملکرد در لوبیا شامل شمار غلاف در بوته، شمار دانه در غلاف و وزن صدانه است که این عامل‌ها نقش به‌سزایی در تعیین عملکرد بوته

و اصلاح آن دارند (Bennet *et al.*, 1997). بررسی واکنش رقم‌های لوبیا و ماش نسبت به تنش خشکی نشان داد، از صفات فیزیولوژیکی می‌توان به‌عنوان ابزاری برای غربال نژادگان (ژنوتیپ‌های مقاوم نسبت به خشکی استفاده کرد (Carvalho, 1998). Sabokdast and khyalparast (2008) در نتایج بررسی روابط میان عملکرد و اجزای عملکرد در سی رقم لوبیا بیان داشتند، بین رقم‌ها در همه ۱۸ صفت مورد بررسی، اختلاف معنی‌دار وجود دارد که دلالت بر وجود تنوع ژنتیکی بین آن‌هاست. از بین صفات مورد بررسی، وزن غلاف، شمار غلاف، شمار دانه در غلاف، عملکرد زیستتوده (بیوماس)، شمار روز تا گلدهی و شمار روز تا رسیدگی با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشته و تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام نشان داد، بیشترین اختلاف عملکرد دانه را می‌توان به شمار غلاف، شمار دانه در بوته، وزن صدانه و طول غلاف نسبت داد.

Karasu & OZ (2010) با بررسی همبستگی و ارتباط صفات زراعی در سی رقم لوبیا بیشترین میزان همبستگی را بین صفات عملکرد دانه در بوته، عملکرد زیستتوده، شمار غلاف در بوته و شمار شاخه در بوته گزارش کردند، تجزیه ضریب‌های علیت نشان داد، عملکرد دانه در بوته، وزن هزاردانه و ارتفاع بوته بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه در هکتار داشتند. در نتایج بررسی (Dursun, 2007) روی لوبیا مشخص شد، صفات شمار غلاف در بوته، وزن غلاف تازه و شمار دانه در غلاف همبستگی بسیار معنی‌دار و مثبت با عملکرد داشته و وزن غلاف مهم‌ترین عامل در عملکرد لوبیا شناسایی شد. (Dargahi *et al.* 2005) نیز در تحقیقی که به‌منظور بررسی ظرفیت و قابلیت (پتانسیل) تنوع ژنتیکی کلکسیون لوبیای سفید بانک ژن گیاهی ملی ایران انجام دادند، از روش‌های تجزیه و تحلیل چند متغیره، رگرسیون گام‌به‌گام، همبستگی و تجزیه به عامل‌ها استفاده کردند. هدف از این پژوهش، تعیین همبستگی بین صفات ریخت‌شناختی و فیزیولوژیکی با عملکرد دانه و مشخص کردن صفات مؤثر در ۱۰۲ نژادگان لوبیا در شرایط

عادی (نرمال) و تنش آبیاری با بهره‌گیری از روش‌های همبستگی ساده و رگرسیون گام‌به‌گام بود.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش شمار ۱۰۲ نژادگان لوبیا متعلق به بانک ژن پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (کرج)، در مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشکده کشاورزی علوم و مهندسی کرج در خردادماه ۱۳۹۵ کشت شد. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم پاییزه، دو بار دیسک عمود برهم، تسطیح زمین و تهیه جوی و پشته به فاصله ۶۰ سانتی‌متر بود. این شمار نمونه در قالب طرح اگمنت به صورت دو آزمایش جداگانه در دو شرایط عادی و تنش آبیاری (رطوبتی) پیاده شد. در ضمن نوع خاک محل آزمایش لومی، PH خاک ۸ و EC حدود ۱/۷۴ دسی زیمنس بر متر بود و بر پایه آزمایش خاک میزان ۷۵ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم به همه کرت‌های آزمایش به صورت دستی داده شد. کاشت بذرها در دهم خردادماه ۱۳۹۵ به صورت دستی انجام شد. به طوری که هر کرت آزمایشی شامل سه ردیف به طول ۲/۵ متر و با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متری و فاصله بذرها روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر و عمق بذر حدود ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تیمارهای آبیاری در دو سطح، یکی عادی (پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A) و دیگری به صورت تنش از آغاز ۵۰ درصد گلدهی با کم آبیاری (پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A) به صورت آبیاری نشتی اعمال شد. مراقبت‌های معمول زراعی همچون آبیاری، وجین، مبارزه با آفات برحسب ضرورت انجام گرفت. برداشت هنگامی که در حدود ۹۰ درصد بوته‌های آزمایش رسیده بودند، انجام شد. یادداشت‌برداری‌ها و اندازه‌گیری‌های لازم از ده بوته که به صورت تصادفی انتخاب شده بودند انجام گرفت. صفات مورد بررسی شامل شمار روز تا گلدهی، شمار غلاف در بوته، وزن صدانه، شمار دانه در غلاف، شاخص سبزینه (کلروفیل) برگ‌ها (Spad-Minoltan-Japan)، شاخص سطح برگ (Leaf Area Index=LAI)، ارتفاع بوته، طول غلاف، وزن غلاف، عملکرد زیستتوده و

عملکرد دانه بودند. رقم‌های شاهد برای لوبیای سفید، رقم دانشکده و رقم‌های شاهد برای لوبیای قرمز، درخشان و رقم ناز و رقم شاهد برای لوبیاچیتی، رقم تلاش در نظر گرفته شدند. پس از عادی بودن داده‌ها برای همه صفات اندازه‌گیری شده، تجزیه واریانس ساده در هر دو محیط تنش و عادی آبیاری انجام گرفت. سپس شاخص‌های آمار توصیفی، ضریب‌های همبستگی، تجزیه رگرسیون، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با چرخش وریماکس و رسم نمودار دوجوهی (بای پلات) انجام پذیرفت.

تجزیه‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS 9.1، SPSS و STATGRAPHICS صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

شاخص‌های آماری تمایل به مرکز و پراکندگی صفات زراعی ریخت‌شناختی برای همه صفات در دو شرایط تنش و عادی در جدول‌های ۱ و ۲ آمده است. بیشترین تنوع در شرایط عادی برای عملکرد دانه، شمار غلاف، وزن غلاف به ترتیب با ضریب‌های تغییرات 43/55، ۴۲/۷۵ و ۴۲/۷۴ است. در شرایط تنش بیشترین تنوع مربوط به عملکرد دانه، وزن غلاف، شمار غلاف به ترتیب با ضریب‌های تغییرات ۶۴/۹۲، ۶۱/۲۲ و ۵۵/۳ است. با توجه به جدول‌های ۱ و ۲ میزان تغییرات مشاهده شده در شرایط تنش بیشتر از میزان تغییرات در شرایط عادی است که این تفاوت می‌تواند ناشی از اثر متقابل بین رقم‌های و محیط باشد. *Abbasi et al.* (2013) و *Zabet et al.* (2004) نیز گزارش‌های همسانی را به ترتیب در ماشک گل خوشه‌ای و ماش عنوان کردند.

میانگین صفات اندازه سطح برگ، ارتفاع بوته، شمار غلاف در بوته، وزن صدانه، شمار دانه در غلاف و عملکرد دانه در شرایط تنش کاهش پیدا کردند، در حالی که میزان سبزینه در نتیجه رخداد تنش افزایش یافت. همچنین تغییر چشمگیری در صفت شمار روز تا رسیدن بوته در طی اعمال تنش مشاهده نشد. بیشترین کاهش نسبت به شرایط عادی در صفت عملکرد دانه مشاهده شد که ناشی از کاهش شمار غلاف در بوته، کاهش وزن صدانه و شمار دانه در

لوبیا همخوانی دارد.

غلاف است که با نتایج Habibi and Ghanadha (2007) و Ramirez-Vallejo and Kelly (1998) در

جدول ۱. شاخص‌های تمایل به مرکز و پراکندگی نژادگان‌های لوبیا در شرایط عادی آبیاری

Table 1. Indices of central tendency and dispersion for bean genotypes in normal condition

	Mean	Standard deviation	Skewness	Kurtosis	Variance	Coefficient of variation
LAI(Leaf area index)	391.35	67.88	0.85	1.4	4608.1	17.34
Number of days to flowering(day)	50.41	2.38	0.22	-0.07	5.66	4.72
Planth height(cm)	84.20	20.78	0.43	0.76	432.2	24.69
Chlorophyll content(SPAD)	40.49	3.01	-0.72	1.98	9.09	7.45
Biological yield(kg.ha ⁻¹)	375.11	119	0.90	1.4	14161.9	31.72
Number of pod per plant	153.93	65.8	0.58	0.87	4330.4	42.75
Pod weight(g)	197.18	84.29	0.41	0.38	7105.1	42.74
Number of seed in pod	22.24	4.95	0.14	-0.37	24.59	22.29
Pod length(cm)	8	1.37	0.31	-0.11	1.87	17.12
100 grain weight(g)	25.75	5.01	0.45	0.81	25.15	19.47
Grain yield (kg.ha-1)	152.38	66.36	0.34	0.09	4404.8	43.55

یا انتخاب از بین نژادگان‌ها باشد، می‌توان بر پایه این صفات که همبستگی بالایی با عملکرد دارند، انتخاب یا اصلاح صورت گیرد. Karasu & OZ (2010) در بررسی همبستگی و ارتباط صفات زراعی در لوبیا، بیشترین میزان همبستگی با عملکرد دانه را با عملکرد زیست‌توده، شمار غلاف در بوته و شمار شاخه در بوته گزارش کردند. همچنین (Dursun, 2007) صفات شمار غلاف در بوته، وزن غلاف تازه و شمار دانه در غلاف را دارای بیشترین همبستگی با عملکرد در لوبیا معرفی کرده است که با این نتایج همخوانی دارد.

همبستگی بین صفات در شرایط عادی و تنش آبیاری (جدول‌های ۳ و ۴) نشان داد، در شرایط عادی به ترتیب صفات وزن غلاف ($r=0/94$)، شمار غلاف ($r=0/74$)، عملکرد زیست‌توده ($r=0/56$)، طول غلاف ($r=0/53$) و شمار دانه ($r=0/38$) همبستگی معنی‌دار در سطح ۱ درصد با عملکرد از خود نشان دادند. در شرایط تنش به ترتیب صفات وزن غلاف ($r=0/96$)، شمار غلاف ($r=0/84$)، طول غلاف ($r=0/56$)، شمار دانه ($r=0/43$)، وزن صدانه ($r=0/36$) و عملکرد زیست‌توده ($r=0/27$) بیشترین همبستگی را با عملکرد از خود نشان دادند. بنابراین در صورتی که هدف اصلاح

جدول ۲. شاخص‌های تمایل به مرکز و پراکندگی نژادگان‌های لوبیا در شرایط تنش خشکی

Table 2. Measures of central tendency and dispersion for bean genotypes in drought stress condition

	Mean	Standard deviation	Skewness	Kurtosis	Variance	Coefficient of variation
LAI	308.3	71.38	1.02	3.53	5095.8	23.15
Number of days to flowering(day)	50.75	1.96	0.44	0.89	3.83	3.86
planth height(cm)	82.98	18.90	-0.57	0.33	357.43	22.78
Chlorophyll content(SPAD)	44.31	3.88	-0.18	0.79	15.1	8.76
Biological yield(kg.ha ⁻¹)	215.86	81.4	1.37	2.41	6625.3	37.7
Number of pod per plant	76.79	42.25	0.23	-0.41	1785.7	55.03
Pod weight(g)	75.24	46.06	0.39	-0.29	2122.2	61.22
Number of seed in pod	19.54	4.56	-0.24	-0.08	20.86	23.36
Pod length(cm)	7.22	1.19	0.92	2.4	1.43	16.55
100 grain weight(g)	21.11	5.28	1.28	2.63	27.88	25
Grain yield (kg.ha-1)	53.97	35.04	0.58	0.21	1228.1	64.92

اجزای مدل رگرسیونی در شرایط تنش خشکی پیشنهاد کردند.

جدول‌های تجزیه به عامل‌ها برای دو شرایط عادی و تنش خشکی به ترتیب در جدول‌های ۷ و ۸ ارائه شده است. در شرایط عادی برای نژادگان‌های لوبیا پنج عامل پنهانی در مجموع ۷۶/۹۴ درصد از کل تنوع موجود را توجیه کردند (جدول ۷)

در عامل اول وزن غلاف، عملکرد و شمار غلاف بالاترین بار عاملی را دارند که این عامل را می‌توان عملکرد و صفات وابسته به غلاف نام‌گذاری کرد. در عامل دوم صفات شمار دانه، میزان سبزینه و طول غلاف بار عاملی بیشتری را به خود اختصاص دادند و این عامل را می‌توان میزان تولید دانه معرفی کرد. در عامل سوم صفات وزن صدانه بیشترین بار عاملی را از خود نشان داد و این عامل را می‌توان به همین نام، نام‌گذاری کرد. شاخص سطح برگ بیشترین بار عاملی عامل چهارم را از خود نشان داد و به همین دلیل این عامل را میزان نورساخت (فتوسنتز) می‌توان نام گذاشت. در عامل پنجم طول بوته بیشترین میزان را به خود اختصاص داد.

نتایج به دست آمده از رگرسیون مرحله‌ای به روش گام‌به‌گام برای عملکرد به عنوان متغیر تابع و دیگر صفات اندازه‌گیری شده به عنوان متغیر مستقل برای دو شرایط عادی و تنش در جدول‌های ۵ و ۶ نشان داده شده است. از میان صفات مختلف مورد بررسی در شرایط عادی تنها صفت وزن غلاف وارد مدل شد و به تنهایی توانست حدود ۸۸ درصد از تغییرات را توجیه کند. با توجه به این مدل، در شرایط بدون تنش صفت یادشده بیشترین سهم را در پیش‌بینی عملکرد خواهد داشت (جدول ۵).

در شرایط تنش صفات وزن غلاف و شمار غلاف وارد مدل شدند که در مجموع ۹۳ درصد از تغییرات کل را توجیه می‌کنند (جدول ۶). نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد، در هر دو شرایط عادی و تنش آبیاری، صفت وزن غلاف بیشترین نقش را در عملکرد دارد و این صفت می‌تواند به عنوان یک نشانگر برای عملکرد، چه در شرایط عادی آبیاری و چه در شرایط تنش خشکی استفاده شود. Ebrahimi and Bihamta (2010) صفات وزن غلاف، شاخص برداشت و عملکرد زیست‌توده را اجزای مدل رگرسیونی در شرایط عادی و صفات وزن غلاف، شاخص برداشت، وزن صدانه و شمار دانه را

جدول ۳. ضریب‌های همبستگی ساده بین عملکرد و اجزای عملکرد نژادگان‌های لوبیا در شرایط عادی آبیاری

Table 3. Simple correlation coefficient between grain yield and yield components of Bean genotypes under non stress condition

Grain yield (kg.ha-1)	100 grain weight(g)	Pod length (cm)	Number of seed in pod	Pod weight (g)	Number of pod per plant	Biological yield (kg.ha-1)	Chlorophyll content (SPAD)	Plant height (cm)	Number of days to flowering(day)	LAI
										1.00
									1.00	-0.15 ^{ns}
								1.00	0.16 ^{ns}	0.03 ^{ns}
							1.00	0.05 ^{ns}	-0.17 ^{ns}	-0.12 ^{ns}
						1.00	-0.09 ^{ns}	0.09 ^{ns}	0.09 ^{ns}	-0.05 ^{ns}
					1.00	0.48**	0.09 ^{ns}	0.09 ^{ns}	0.01 ^{ns}	-0.01 ^{ns}
				1.00	0.75**	0.60**	0.01 ^{ns}	0.02 ^{ns}	-0.06 ^{ns}	0.04 ^{ns}
			1.00	0.40**	0.19*	0.20*	0.19*	0.00 ^{ns}	-0.28**	0.14 ^{ns}
		1.00	0.54**	0.52**	0.24*	0.23*	0.09 ^{ns}	-0.10 ^{ns}	-0.12 ^{ns}	0.12 ^{ns}
	1.00	0.34**	-0.09 ^{ns}	0.22*	-0.03 ^{ns}	0.08 ^{ns}	-0.01 ^{ns}	0.05 ^{ns}	-0.05 ^{ns}	0.09 ^{ns}
1.00	0.23*	0.53**	0.38**	0.94**	0.74**	0.56**	0.05 ^{ns}	-0.01 ^{ns}	-0.09 ^{ns}	0.04 ^{ns}

***, ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ درصد، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و بدون معنی‌داری

*, ** and ns show significant difference at 5% and 1% levels, respectively

جدول ۴. ضریب‌های همبستگی ساده بین عملکرد و اجزای عملکرد نژادگان‌های لوبیا در شرایط تنش خشکی

Table 4. Simple correlation coefficients between grain yield and yield components of Bean genotypes under drought stress condition

Grain yield (kg.ha-1)	100 grain weight (g)	Pod length (cm)	Number of seed in pod	Pod weight (g)	Number of pod per plant	Biological yield (kg.ha-1)	Chlorophyll content (SPAD)	Plant height (cm)	Number of days to flowering(day)	LAI
										1.00
									1.00	-0.04 ^{ns}
								1.00	0.26**	-0.27**
							1.00	-0.02 ^{ns}	-0.09 ^{ns}	0.07 ^{ns}
						1.00	0.25**	0.01 ^{ns}	0.15 ^{ns}	0.05 ^{ns}
					1.00	0.15 ^{ns}	0.18 ^{ns}	0.08 ^{ns}	-0.16 ^{ns}	0.10 ^{ns}
				1.00	0.83**	0.28**	0.17 ^{ns}	0.02 ^{ns}	-0.06 ^{ns}	0.13 ^{ns}
			1.00	0.43**	0.44**	0.11 ^{ns}	0.11 ^{ns}	0.09 ^{ns}	-0.21*	-0.02 ^{ns}
		1.00	0.54**	0.59**	0.43**	0.11 ^{ns}	0.19 ^{ns}	-0.06 ^{ns}	-0.08 ^{ns}	0.05 ^{ns}
	1.00	0.41**	-0.08 ^{ns}	0.38**	0.09 ^{ns}	-0.03 ^{ns}	0.07 ^{ns}	-0.09 ^{ns}	0.15 ^{ns}	0.13 ^{ns}
1.00	0.37**	0.56**	0.43**	0.96**	0.84**	0.27**	0.18 ^{ns}	0.03 ^{ns}	-0.08 ^{ns}	0.13 ^{ns}

***، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ درصد، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و بدون معنی‌داری

*, ** and ns show significant difference at 5% and 1% levels, respectively

جدول ۵. ضریب‌های رگرسیونی گام‌به‌گام برای عملکرد دانه نژادگان‌های لوبیا در شرایط عادی آبیاری

Table 5. Stepwise regression coefficients for seed yield of bean genotypes in normal condition

Step	Trait	a	b ₁	adjusted R ²	P-value
1	weight Pod	6.742 ^{NS}	0.739**	0.879	<0.001

***، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ درصد، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و بدون معنی‌داری

*, ** and ns show significant difference at 5% and 1% levels, respectively

جدول ۶. ضریب‌های رگرسیونی گام‌به‌گام برای عملکرد دانه نژادگان‌های لوبیا در شرایط تنش خشکی

Table 6. Stepwise regression coefficients for seed yield of bean genotypes in drought stress condition

Step	trait	a	b ₁	b ₂	adjusted R ²	P-value
1	weight Pod	-1.055 ^{NS}	0.731**	-	0.923	<0.001
2	pod no	-2.905 ^{NS}	0.658**	0.096*	0.927	<0.001

***، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ درصد، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و بدون معنی‌داری

*, ** and ns show significant difference at 5% and 1% levels, respectively

غلاف نام‌گذاری کرد. در عامل دوم عامل ارتفاع بار عاملی بالایی از خود نشان داد که می‌توان این عامل را عامل ارتفاع بوته در نظر گرفت. در عامل سوم صفات شمار روز تا گلدهی و وزن هزاردانه بیشترین بار عاملی را به خود اختصاص دادند که این عامل را به همین عنوان می‌توان در نظر گرفت. در عامل چهارم صفات

نتایج تجزیه به عامل‌ها در شرایط تنش نشان داد، چهار عامل در مجموع ۶۹/۷۲ درصد از کل تنوع موجود بین صفات را توجیه می‌کنند (جدول ۸). صفات وزن غلاف، شمار غلاف و طول غلاف بار عاملی بالا و مثبتی را در عامل اول به خود اختصاص دادند، به همین دلیل می‌توان عامل اول را صفات مربوط به

عملکرد زیست‌توده و میزان سبزینه بار عاملی بالایی را به خود اختصاص دادند که این عامل را می‌توان نوساخت و تولید زیست‌توده نام‌گذاری کرد.

جدول ۷. تجزیه به عامل با چرخش وریماکس نژادگان‌های لوبیا در شرایط عادی آبیاری

Table 7. Factor analysis after varimax rotation in bean genotypes in normal condition

trait	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
LAI	-0.063	0.337	0.077	<u>0.801</u>	0.188
Number of days to flowering(day)	0.105	-0.689	-0.026	-0.042	0.183
Plant height(cm)	0.058	-0.126	0.009	0.026	<u>0.941</u>
Chlorophyll content(SPAD)	-0.073	<u>0.493</u>	0.030	-0.681	0.284
Biological yield(kg.ha ⁻¹)	<u>0.760</u>	-0.129	0.001	0.048	0.047
Number of pod per plant	<u>0.845</u>	0.040	-0.116	-0.087	0.098
Pod weight(g)	<u>0.918</u>	0.175	0.200	0.022	-0.021
Number of seed in pod	0.341	<u>0.747</u>	-0.058	0.058	0.044
length(cm) Pod	0.426	<u>0.468</u>	<u>0.518</u>	0.040	-0.125
100 grain weight(g)	0.044	-0.072	<u>0.956</u>	0.035	0.043
Grain yield (kg.ha-1)	<u>0.897</u>	0.201	0.220	-0.006	-0.046
% Variance ratio	32.77	14.18	11.15	9.55	9.29
% Cumulative variance	32.77	46.95	58.1	67.64	76.94

جدول ۸. تجزیه به عامل با چرخش وریماکس نژادگان‌های لوبیا در شرایط تنش خشکی

Table 8. Factor analysis after varimax rotation in bean genotypes in drought stress condition

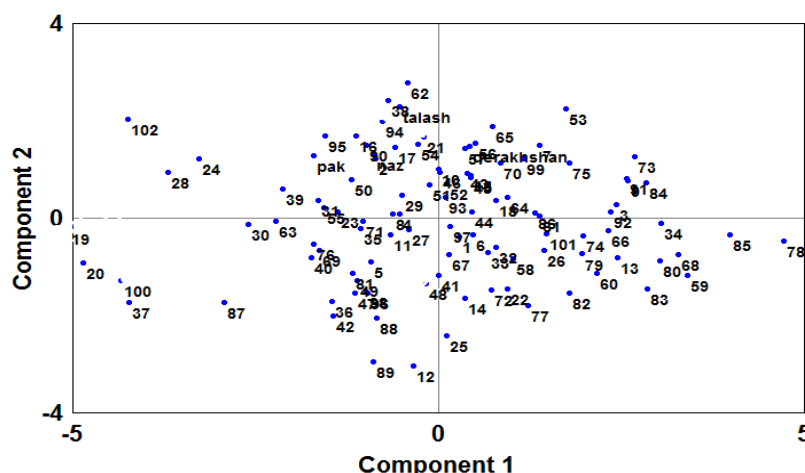
Trait	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
LAI	0.069	-0.678	0.098	0.168
Number of days to flowering(day)	-0.151	<u>0.335</u>	<u>0.763</u>	0.157
planth height(cm)	0.066	<u>0.809</u>	0.159	0.038
Chlorophyll content(SPAD)	0.135	-0.166	-0.101	<u>0.653</u>
Biological yield(kg.ha ⁻¹)	0.126	0.049	0.121	<u>0.829</u>
Number of pod per plant	<u>0.835</u>	0.050	-0.141	0.166
Pod weight(g)	<u>0.927</u>	-0.051	0.111	0.181
Number of seed in pod	<u>0.620</u>	0.197	-0.456	0.053
length(cm) Pod	<u>0.759</u>	-0.105	0.041	-0.033
100 grain weight(g)	0.412	-0.331	<u>0.665</u>	-0.211
Grain yield (kg.ha-1)	<u>0.921</u>	-0.047	0.093	0.180
% Variance ratio	34.13	12.82	12.15	10.61
% Cumulative variance	34.13	46.95	59.11	69.72

توجه به اینکه در شرایط عادی دو عامل اصلی اول و دوم بیشترین تغییرات واریانس داده‌ها را توجیه کردند و صفات عملکرد دانه و اجزای عملکرد در این عامل‌ها قرار داشتند، از این دو عامل برای به دست آوردن پراکنش و شناسایی نژادگان‌های برتر در دستگاه مختصات استفاده شد (شکل ۱). همان‌طوری که

در نتایج (Ali Pour Yamchi *et al.* 2012) بررسی‌های خود نشان دادند، چهار عامل ۷۹/۰۶ درصد تنوع موجود در نخود کابلی را توجیه می‌کنند. همچنین (Zabet *et al.* 2004) در نتایج بررسی خود نشان داد، در هر دو شرایط عادی و تنش آبیاری چهار عامل بیشترین تغییرات موجود را توجیه می‌کنند. با

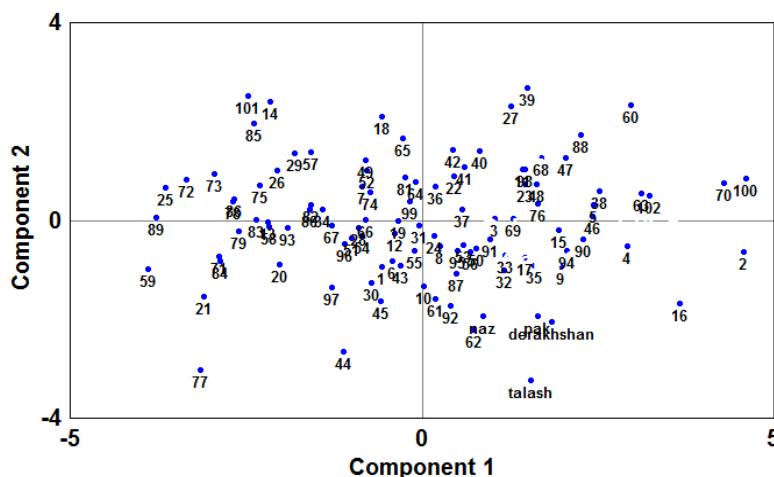
این دو عامل مقادیر مثبت و بالاتری دارند. با توجه به شکل ۲، نژادگان‌های شاهد در یک منطقه محدود متمرکز شده‌اند که عملکردی به نسبت مناسب و ارتفاع کوتاه دارد که برداشت مکانیزه لوبیا را مشکل می‌سازد. وجود نژادگان‌هایی با عملکرد بالا و همچنین ارتفاع مناسب می‌تواند زمینه را برای اصلاح رقم‌های لوبیا برای برداشت مکانیزه که یکی از مشکلات اساسی حبوبات و به‌ویژه لوبیا است را فراهم کند.

ملاحظه می‌شود در شرایط عادی نژادگان‌های ۷۳، ۵۳، ۹۱، ۸۴، ۷۵، ۶۵، ۷، ۹۹، ۷۰، ۶۵، ۵۷ و همچنین نژادگان شاهد درخشان که از نظر عامل‌های اول و دوم مثبت و بالاتر بودند، عملکرد دانه در بوته بیشتری نیز نشان دادند. در شرایط تنش خشکی عامل اول شامل صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد و عامل دوم مربوط به صفت ارتفاع است. پراکنش نژادگان‌ها بر پایه این دو عامل نشان داد (شکل ۲)، نژادگان‌های ۱۰۰، ۷۰، ۶۰، ۱۰۲، ۶۳، ۸۸، ۴۷، ۶۸، ۳۹، ۲۷ و ۴۸ از نظر



شکل ۱. پراکنش نژادگان‌های لوبیا بر پایه دو عامل اصلی اول و دوم در شرایط عادی آبیاری

Fig. 1. The biplot display of bean genotypes based on the first and second main components in normal condition



شکل ۲. پراکنش نژادگان‌های لوبیا بر پایه دو عامل اصلی اول و دوم در شرایط تنش خشکی

Fig. 2. The biplot display of bean genotypes based on the first and second main components in stress condition

و انتخاب برای تحمل به خشکی استفاده شود. شمار غلاف و شمار دانه در غلاف به‌عنوان بهترین نشانگر ریخت‌شناختی برای انتخاب رقم‌های دارای عملکرد

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی تنوع مناسبی در بین نژادگان‌های مورد بررسی وجود داشت که می‌توان در راستای اصلاح لوبیا

بالا و دارای تحمل نسبی به تنش خشکی می تواند
 با عملکرد بالا و دارای تحمل نسبی به تنش شناسایی
 استفاده شود. همچنین نژادگان ۷۰ به عنوان نژادگانی
 شد که می توان از این نژادگان در تلاقی استفاده کرد.

REFERENCES

1. Abbasi, A. Mohammadi Nargesi, B. Keshavarznia, R & Pourebrahim, G. (2013). The study of genetic variation of common vetch based on morphological traits under normal and stress conditions. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 44(3), 359-370.
2. Albayrak. S. & Tongel, O. (2006). Path analysis of yield and yield-related traits of common vetch (*Vicia sativa* L.) under different rainfall conditions. *Journal of Faculty of Agriculture OMU* 21, 27-32.
3. Ali Pour Yamchi, H. Bihamta, MR. Peighambari, SA. Naghavi, MR. (2012) Identify informative markers microsatellite in Kabuli chickpea genotypes under drought stress. *12th Iranian Genetic Congress, Tehran, Iran*
4. Bennett, J.P. Adams, M.W. & Burga, C. (1997). Pod yield component variation and inter correlation in *Phaseolus vulgaris* as affected by planting density. *Crop Science*, 17, 73-75.
5. Bernier, J. Kumar, A. Ramaiah, V. Spaner, D. & Atlin, G. (2007). A large-effect QTL for grain yield under reproductive-stage drought stress in upland rice. *Crop Science*, 47(2), 507-516.
6. Carvalho. M. H., D. Laffray., & P. Louguet. (1998). Comparison of the physiological responses of *Phaseolus vulgaris* and *Vigna unguiculata* cultivars when submitted to drought conditions. *Environmental and experimental botany*, 40(3), 197-207.
7. Dargahi, H. R., Vaezi, SH., Aghaie M. & omidi, M. (2005). Genetic potential of white bean collection of National Plant Gene Bank. In: *Proceedings of the First National Conference on Pulses – Mashhad*, (In Farsi)
8. Dursun, A. (2007). Variability and Correlation studies in Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Eberhart, S.A. & Russel, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6:36-40.
9. Ebrahimi, M. & Bihamta., M.R. (2010). Evaluation of components yield in white bean genotypes under water stress conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*, pp 347-358. (In Farsi).
10. Fernandez. G. C. J. (1992). Effective selection criteria for assessing stress tolerance. *Proceedings of the International Symposium.Taiwan*, 13-18. Agu. 257-270 pp.
11. Ghanbari, A.A. & Taheri Mazandarani, M. 2004. Effects of sowing date and plant density on yield of spotted bean. *Seed and Plant* 19:37-47. (Translate in Persian)
12. Habibi, G. & Ghanadha M.R. (2007). Study of grain yield and some of effective traits in bean under limited irrigation conditions. *Journal of Research and Development*, pp74. (In Farsi).
13. Hayase. R. & Singh, S. H. (2007). Response of cultivar of Race Durango to continual dry bean versus rotationl production systems. *Agronomy Journal*, 99, 1458-1462.
14. Karasu. A & OZ, M. (2010). A study on coefficient analysis and association between agronomical characters in dry bean (*Phaseolus vulgaris* l.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 16(2). 203-211.
15. Khaghani, S., M. R. Bihamta & M. Changizi. (2009). Quantitative and qualitative comparison of white and red beans under normal irrigation and drought stress. *Environ Stress Plant Science*. 1 (2) :169-182
16. Majnoon Hoseini, N. (2008). Grain Legume Production. Jahad Daneshgahi Publication. University of Tehran. Fourth edition, 283 pp. (In Farsi)
17. Ramirez-Vallejo. P. & Kelly, J. D. (1998). Traits related to drought resistance in common bean. *Euphytica*, 99, 127-136.
18. Rebetzke, G. J. Richards, R. A., Condon, A. G. & Farquhar, G. D. (2006). Inheritance of carbon Isotope discrimination in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Euphytica*, 14, 324-341.
19. Reddy, A. R., Chaitanya, K. V. & Vivekananda. M. (2004). Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Plant Physiology*, 161, 1189-1202.
20. Sabokdast, M. & Khyalparast, F. (2008). A Study of Relationship between Grain Yield and Yield Component in Common Bean Cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science*, 42, 123-13
21. Zabet, A., Hoseinzadeh A.H., Ahmadi, A. & F, Khialparast. (2004). A Study of Variation and Comparison of Yield and Its Components under Two Irrigation Conditions in Mung Bean. *Iranian Journal Agriculture Science*, 36, 3 (In Farsi).