

## گزینش برای تحمل به تنش خشکی انتهای فصل در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.)

مسلم فتحی<sup>۱\*</sup>، محمدرضا بی‌همتا<sup>۲</sup>، ناصر مجنون حسینی<sup>۲</sup>، علی‌اکبر شاه‌نجات بوشهری<sup>۲</sup>، هادی محمدعلی پوریامچی<sup>۱</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران-کرج

۲- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران-کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۲/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۹/۱۹

### چکیده

به‌منظور بررسی و تعیین مؤثرترین صفات و شاخص‌های تحمل به خشکی و شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به شرایط کم‌آبی در لوبیا چشم‌بلبلی، آزمایشی در قالب طرح آگمنت در دو شرایط جداگانه در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج در سال زراعی ۱۳۸۸ اجرا گردید. تنش خشکی به‌صورت قطع آبیاری از زمان گلدهی به‌بعد در مقابل شرایط معمول هر هشت روز یک‌بار، بر روی ۲۳۸ ژنوتیپ اعمال گردید. ارزیابی ژنوتیپ‌ها از نظر تحمل به خشکی، توسط هفت شاخص مختلف شامل میانگین حساسی (MP)، میانگین هارمونیک (HARM)، تحمل (TOL)، حساسیت به تنش (SSI)، تحمل به تنش (STI)، میانگین هندسی (GMP) و نرخ کاهش عملکرد (Yr) صورت گرفت. برای تعیین روابط بین عملکرد دانه و شاخص‌ها، از ضرایب همبستگی پیرسون استفاده گردید و شاخص‌های GMP، MP، HARM و STI که دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه در هر دو شرایط بودند، انتخاب شدند که می‌توانند جهت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و پرمحصول برای هر دو شرایط محیطی به‌کار روند. با استفاده از روش ترسیمی بای‌پلات بر روی ۲۳۸ ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی و مشاهده وضع قرار گرفتن ژنوتیپ‌ها در بای‌پلات مذکور، ژنوتیپ‌های ۴، ۱۴۹، ۱۸۰، ۶، ۱۴۷، ۱۵۱، ۱۶۰، ۵۵، ۹ و ۱۸۹، به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل با عملکرد بالا شناسایی شدند. تجزیه کلاستر بر اساس شاخص‌های مورد بررسی و عملکرد تحت شرایط معمول و تنش خشکی، ژنوتیپ‌های مورد بررسی را در چهار کلاستر گروه‌بندی کرد که اکثر ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی با عملکرد بالا در کلاستر سوم قرار گرفتند و اکثر ژنوتیپ‌های حساس به تنش خشکی در کلاستر دوم قرار گرفتند.

**واژه‌های کلیدی:** بای‌پلات، تجزیه کلاستر، تنش خشکی، شاخص‌های تحمل، لوبیا چشم‌بلبلی، همبستگی

### مقدمه

یکی از راه‌های مقابله با تنش خشکی، اصلاح گیاهان متحمل و زودرس است و شناخت این موضوع که هر یک از گیاهان یا ژنوتیپ‌ها چگونه با تنش مقابله می‌کنند، حایز اهمیت می‌باشد (Koocheki et al., 2006). لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) از جمله حبوباتی است که در کشورهای گرمسیری و نیمه‌گرمسیری به‌خصوص کشورهای آسیایی، آفریقایی و آمریکای جنوبی مورد کشت قرار می‌گیرد و به‌عنوان منبع تغذیه‌ای مهم به‌شمار می‌آید (Singh et al., 1997). لوبیا چشم‌بلبلی یکی از گیاهانی است که در شرایط آب‌وهوایی گرم‌وخشک رشد کرده و دارای ارقامی است که نسبت به شرایط مختلف، سازگاری دارند (Silveira et al., 2001). برای انتخاب گیاهان بر اساس عملکرد، شاخص‌های متعددی پیشنهاد شده است. این شاخص‌ها بر اساس عملکرد گیاه در دو محیط تنش و بدون

گیاهان در شرایط طبیعی با تنش‌های متعددی روبه‌رو می‌باشند که یکی از مهم‌ترین آنها تنش خشکی است (Alavi & Shoaie Deilami, 2004). یکی از اهداف اصلاح‌نباتات، افزایش عملکرد اقتصادی در شرایط تنش خشکی می‌باشد. عملکرد دانه به‌عنوان مهم‌ترین شاخص انتخاب ارقام مقاوم به خشکی، تحت تأثیر عوامل محیطی و ژنتیکی زیادی قرار دارد و به‌همین دلیل، انتخاب ژنوتیپ‌های برتر را دشوار ساخته است (Debaeke & Abdellah, 2004). دوره زایشی گیاهان، از حساس‌ترین مراحل دوره رشدی گیاهان زراعی به تنش خشکی است (Sio-Se, 2006) (Mardeh et al., 2006).

\* نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی،

تهران، همراه: ۰۹۱۸۸۱۸۱۰۲۴، fathimoslem@yahoo.com

مشهد، از کلکسیون بانک ژن دانشکده کشاورزی، دریافت و در قالب طرح آگمنت در دو آزمایش جداگانه معمول و تنش خشکی آخر فصل، کشت شدند. قبل از کاشت، آماده‌سازی زمین با شخم بهاره و تسطیح انجام شد. در هر واحد یا کرت آزمایشی، ۱۰ خط به طول ۲ متر با فاصله بین خطوط ۵۰ سانتی‌متر کاشته شد. فاصله بین بوته‌ها روی ردیف، ۱۰ سانتی‌متر و فاصله بین هر کرت، یک‌متر در نظر گرفته شد. در طی دوره رشد، عملیات وجین علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد. آبیاری و سایر عملیات داشت، به‌طور یکسان برای هر دو شرایط انجام گرفت و در شرایط تنش، آبیاری از مرحله گلدهی به بعد تا پایان دوره رشد، متوقف گردید. با استفاده از عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری معمول ( $Y_{pi}$ ) و آبیاری محدود ( $Y_{si}$ )، شاخص‌های مختلف زیر محاسبه شدند:

$$MP = (Y_{pi} + Y_{si}) / 2 \quad (\text{شاخص میانگین بهره‌وری})$$

(Rosielle & Hamblin, 1984)

$$TOL = Y_{pi} - Y_{si} \quad (\text{شاخص تحمل})$$

(Rosielle & Hamblin, 1984)

$$GMP = \sqrt{(Y_{pi} \times Y_{si})} \quad (\text{شاخص میانگین هندسی بهره‌وری})$$

(Fernandez, 1992)

$$SI = 1 - (Y_s / Y_p) \quad (\text{شدت تنش})$$

(Ficher & Maurer, 1978)

$$SSI = 1 - (Y_{si} / Y_{pi}) / SI \quad (\text{شاخص حساسیت به تنش})$$

(Ficher and Maurer, 1978)

$$STI = (Y_{pi} \times Y_{si}) / (Y_p)^2 \quad (\text{شاخص تحمل به تنش})$$

(Fernandez, 1992)

$$HARM = 2 \times (Y_{pi} \times Y_{si}) / (Y_{pi} + Y_{si}) \quad (\text{میانگین هامونیک بهره‌وری})$$

(Kristin et al., 1997)

$$Yr = 1 - (Y_{si} / Y_{pi}) \quad (\text{نرخ کاهش عملکرد})$$

(Golestani & Assad, 1998)

$$DRI = (Y_{si} - Y) / (S.E. of Y), Y = a - bFi + cY_{pi} \quad (\text{شاخص پاسخ به خشکی})$$

(Bidinger et al., 1987)

تنش محاسبه می‌شوند. این شاخص‌ها باید طوری باشند که بتوانند ژنوتیپ‌های با عملکرد پایدار و یکسان در هر دو محیط را نشان دهند و دیگر گیاهانی را که تظاهر خوبی فقط در محیط تنش یا در محیط بدون تنش دارند و یا در هر دو محیط، تظاهر نامناسبی دارند، حذف کنند. ژنوتیپ‌ها بر اساس تظاهرشان در هر دو محیط تنش و بدون تنش به چهار گروه طبقه‌بندی می‌شوند. ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط، عملکرد بالایی دارند (گروه A)، ژنوتیپ‌هایی که در شرایط عادی عملکرد بالایی دارند (گروه B)، ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش، عملکرد خوبی دارند (گروه C) و ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط دارای عملکرد پایینی هستندند (گروه D) (Fernandez, 1992). شاخص SSI شاخص حساسیت به تنش می‌باشد که هر قدر مقدار SSI کوچک‌تر باشد، میزان مقاومت به خشکی بالاتر است. انتخاب بر اساس SSI سبب گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد پایین در شرایط عادی ولی عملکرد بالا در محیط تنش می‌شود (Fischer & Maurer, 1978). محققان طی آزمایشی بر روی جو، با استفاده از شاخص SSI و تعیین پراکنش ژنوتیپ‌ها بر اساس شاخص حساسیت به تنش در برابر عملکرد نسبی در هر محیط، مشاهده نمودند که ژنوتیپ‌های برتر دارای حساسیت کمتر ولی دارای عملکرد بیشتری در شرایط تنش می‌باشند (Rizza et al., 2004). Fernandez (1992) شاخص دیگری را تحت عنوان میانگین هندسی محصول دهی (GMP) پیشنهاد نمود که این شاخص، حساسیت کمتری به مقادیر بسیار متفاوت  $Y_{pi}$  و  $Y_{si}$  دارد. محققان در بررسی این شاخص‌ها به این نتیجه رسیدند که کارآمدی شاخص‌های انتخاب، به شدت و مدت تنش خشکی بستگی دارد (Panthuwan et al., 2002; Yadav & Bhatnagar, 2001; Blum, 1996). هدف از این تحقیق، ارزیابی تحمل به تنش خشکی در مراحل انتهایی رشد زایشی با استفاده از شاخص‌های مختلف تحمل و حساسیت به خشکی و انتخاب بهترین معیار گزینش و ارقام برتر لوبیا چشم‌بلبلی می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا چشم‌بلبلی، پژوهشی در سال زراعی ۱۳۸۸ بر اساس شاخص‌های ارزیابی تنش انتهایی فصل رشد در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران انجام شد. تعداد ۲۳۸ ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی به همراه دو شاهد پرستو و

به عقیده محققان، بهترین شاخص آن است که در هر دو شرایط معمول و تنش، دارای همبستگی معنی‌داری با عملکرد باشد (Blum, 1988). با توجه به ضرایب همبستگی به‌دست‌آمده بین عملکرد تحت شرایط تنش و معمول و شاخص‌های تحمل به خشکی، شاخص‌های GMP، MP، HARM و STI همبستگی مثبت و معنی‌داری را در سطح احتمال ۱ درصد با عملکرد در هر دو شرایط تنش و معمول نشان دادند (جدول ۱). لذا این شاخص‌ها را می‌توان به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها برای غربال ژنوتیپ‌های متحمل به تنش در هر دو شرایط انتخاب کرد. شاخص‌های TOL (شاخص تحمل) و SSI (شاخص حساسیت به تنش) همبستگی مثبت معنی‌داری با عملکرد در شرایط بدون تنش و همبستگی منفی با عملکرد در شرایط تنش نشان دادند (جدول ۱). بنابراین، هرچه مقادیر این شاخص‌ها کوچکتر باشد، ژنوتیپ‌ها متحمل‌تر خواهند بود. Schneider *et al.* (2004) پیشنهاد کردند که در ابتدا ژنوتیپ‌ها بر اساس مقادیر بالای GMP انتخاب شوند و سپس به‌منظور حصول اطمینان از بقای عملکرد تحت شرایط تنش، از بین ژنوتیپ‌های انتخاب‌شده، ژنوتیپ‌های با بیشترین مقادیر  $Y_{si}$  انتخاب شوند. (Samieezadeh (1996) در آزمایشی با ارقام نخود سفید نتیجه‌گیری کرد که شاخص‌های GMP و STI برای برآورد پایداری عملکرد و دستیابی به ارقام با عملکرد بالا، مناسب‌تر است. (Habibi *et al.* (2006) در بررسی ۱۵ لوبیاقرمز نشان دادند که شاخص‌های GMP، MP و STI، بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه در هر دو شرایط معمول و تنش دارند؛ بنابراین لاین‌هایی که مقادیر بالای این شاخص‌ها را داشتند به‌عنوان لاین‌های متحمل معرفی شدند. (Ebrahimi *et al.* (2010) نیز شاخص‌های STI، MP و GMP را به‌عنوان بهترین شاخص‌ها در بررسی ۳۰ ژنوتیپ لوبیای سفید معرفی کرده و براساس این شاخص‌ها، دو ژنوتیپ مقاوم را انتخاب کردند.

Ganjeali *et al.* (2005) نشان دادند که شاخص‌های GMP، MP، HARM و STI، بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با عملکرد تحت شرایط بدون تنش و تنش دارند و بر اساس این شاخص‌ها، چهار ژنوتیپ نخود مقاوم به خشکی، معرفی کردند. (Naroui Rad *et al.* (2010) در ارزیابی ۱۸ ژنوتیپ عدس نشان دادند که شاخص‌های GMP و STI بیشترین همبستگی مثبت را با عملکرد در شرایط خشکی و معمول دارند و براساس این شاخص‌ها دو ژنوتیپ مقاوم به خشکی را معرفی کردند. (Fernandez (1992) دو شاخص

$Y_p$ : میانگین عملکرد تمامی ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش؛  $Y_s$ : میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها تحت شرایط تنش؛  $F_i$ : تعداد روز تا گلدهی،  $Y$ : برآورد رگرسیونی عملکرد تحت شرایط تنش و  $S.E. of Y$ : خطای استاندارد رابطه رگرسیونی می‌باشند. همچنین،  $SI$  (Stress Index) شاخص تنش می‌باشد که از طریق رابطه فوق‌الذکر محاسبه می‌شود. برای تعیین ژنوتیپ‌های مقاوم با عملکرد بالا در هر دو شرایط از نمودار سه‌بعدی استفاده گردید. نمودار سه‌بعدی، رابطه بین سه متغیر  $Y_{si}$ ،  $Y_{pi}$  و یکی از شاخص‌های مقاومت را نشان می‌دهد که در آن، عملکرد دانه تحت شرایط معمول بر روی محور  $Y$ ، عملکرد دانه تحت شرایط تنش خشکی بر روی  $X$  و یکی از شاخص‌های انتخاب‌شده فوق، بر روی محور  $Z$  نمایش داده می‌شود. با توجه به این سه معیار، ژنوتیپ‌ها به چهار گروه  $A$ ،  $B$ ،  $C$  و  $D$  تقسیم شدند. مناسب‌ترین شاخص انتخاب برای تحمل، شاخصی است که قادر به تشخیص ژنوتیپ‌های گروه  $A$  از سایر گروه‌ها باشد (Fernandez, 1992). برای ترسیم نمودار بای‌پلات، ابتدا تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر مبنای شاخص‌های مقاومت و عملکرد تحت شرایط معمول و تنش خشکی انجام شد و ضرایب عامل‌ها پس از چرخش وریماکس (Varimax) و بر مبنای روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برآورد گردیدند.

در ادامه، ضمن بررسی روابط همبستگی بین شاخص‌ها و عملکردهای دو شرایط تنش و بدون تنش، وضعیت روابط علت و معلولی صفات مؤثر بر عملکرد که روی شاخص‌های مورد بحث نیز می‌توانند تأثیرگذار باشند، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همچنین به‌منظور ارزیابی بهتر روابط بین شاخص‌ها با عملکردهای هر دو شرایط تنش و بدون تنش، از روش ترسیمی بای‌پلات بر روی ۲۳۸ ژنوتیپ، استفاده شد. برای دسته‌بندی داده‌ها، از نرم‌افزار Excel، برای محاسبات آماری، از نرم‌افزارهای SAS 9.1 و SPSS 18 و برای ترسیم نمودارهای سه‌بعدی و بای‌پلات، از برنامه STATGRAPHICS استفاده گردید.

## نتایج و بحث

به‌طور کلی، تنش خشکی باعث کاهش ۴۸ درصدی عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد بررسی شد. شناسایی ژنوتیپ‌هایی که بتوانند مقاومت خوبی داشته باشند، لازم است. به‌منظور شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل، شاخص‌های مقاومت و تحمل بر اساس عملکرد ارقام تحت شرایط معمول و تحت شرایط تنش خشکی ( $Y_{si}$ ) محاسبه گردیدند.

سایر گروه‌ها شناخته شدند، لذا از نمودار سه‌بعدی آنها نیز استفاده شد (شکل‌های ۱ تا ۴).

STI و MP را برای غربال لاین‌های مقاوم لوبیا نسبت به خشکی معرفی کرد. با توجه به این که شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI، به‌عنوان شاخص‌های مناسب برای تشخیص گروه A از

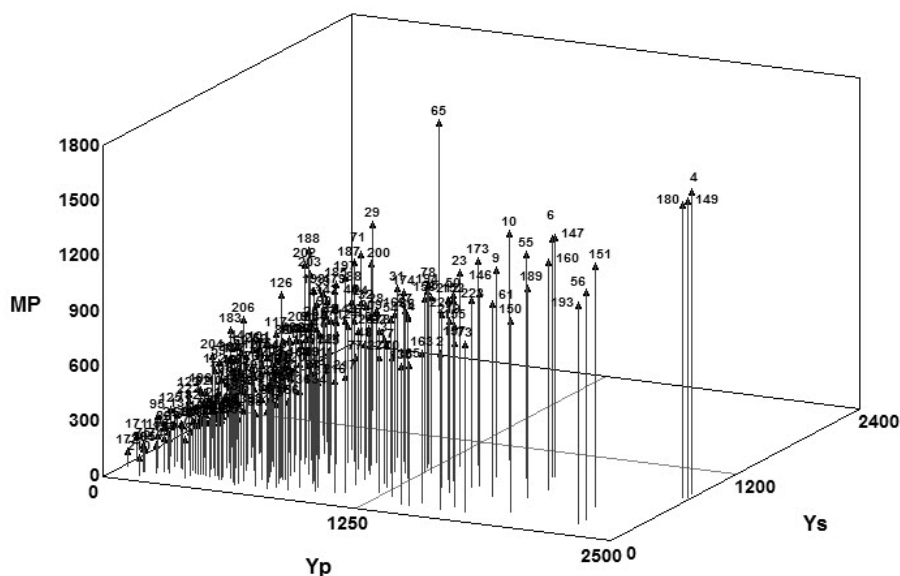
جدول ۱- ضرایب همبستگی ساده بین عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش با شاخص‌های مقاومت در ۲۳۸ ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی

Table 1. Correlation coefficient between Yp, Ys and tolerance indices in 238 cowpea genotypes

	Yp	Ys	MP	GMP	HARM	STI	TOL	SSI	Yr
Yp	1								
Ys	0.446**	1							
MP	0.903**	0.787**	1						
GMP	0.800**	0.891**	0.979**	1					
HARM	0.687**	0.950**	0.929**	0.985**	1				
STI	0.784**	0.877**	0.961**	0.983**	0.969**	1			
TOL	0.743**	-0.268	0.384**	0.195	0.028	0.189	1		
SSI	0.325*	-0.672**	-0.098	-0.277	-0.421**	-0.252	0.852**	1	
Yr	0.325*	-0.672**	-0.098	-0.277	-0.421**	-0.252	0.852**	1.000**	1

\*\* و \* : به ترتیب معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ و ۰/۰۵

\*\* & \* : significant at 0.01 and 0.05 levels, respectively



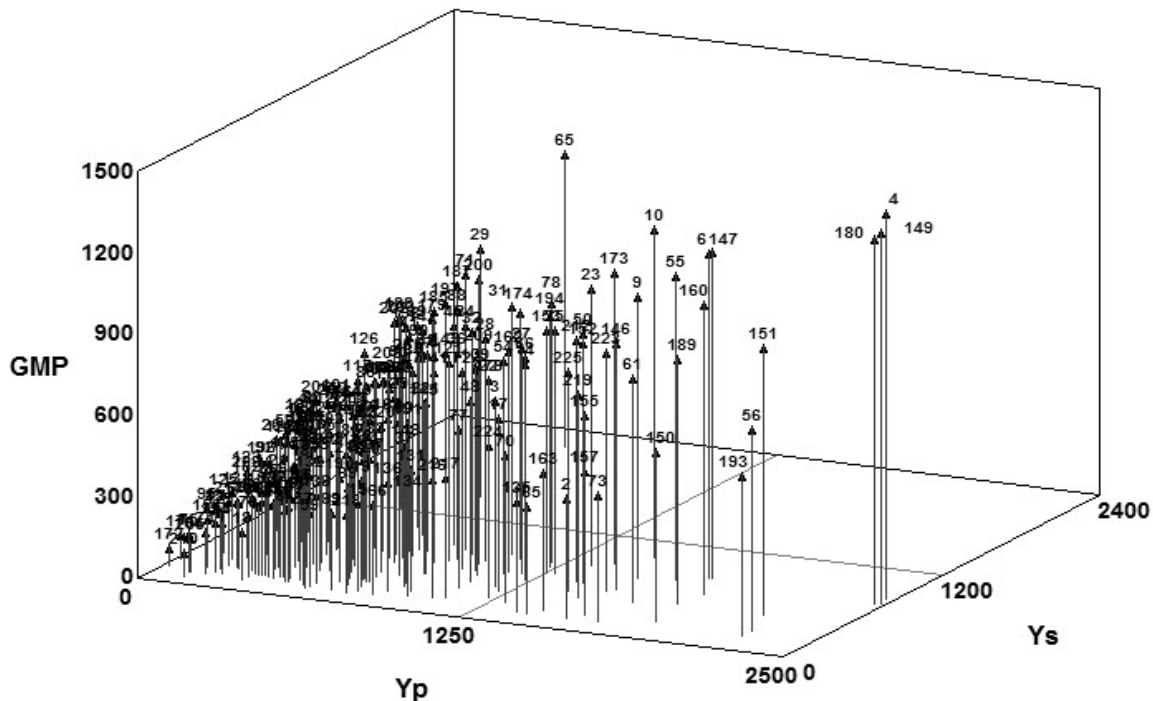
شکل ۱- نمودار پراکنش سه‌بعدی تعیین ارقام متحمل به خشکی براساس عملکرد آبی (Yp)، عملکرد دیم (Ys) و شاخص MP  
Fig. 1. 3D plot for determination tolerance genotypes to drought stress based on Yp, Ys and MP index

بهترین ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط معمول و تنش خشکی انتخاب شدند. استفاده از نمودارهای سه‌بعدی برای تشخیص گروه A از سایر گروه‌ها در لوبیا توسط Fernandez (1992) و در نخود توسط Ganjeali et al. (2005) مورد استفاده و تأیید قرار گرفته است.

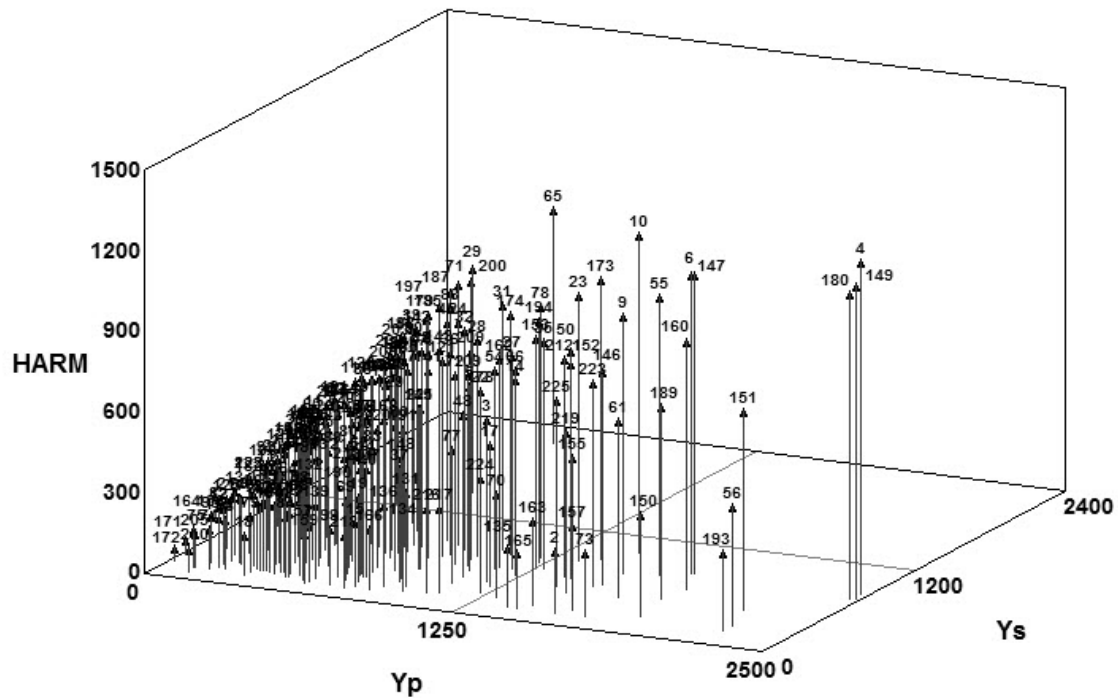
بررسی نمودارهای سه‌بعدی Yp و Ys با شاخص‌های انتخاب‌شده نشان داد که با این که هیچ کدام از ژنوتیپ‌ها در گروه A قرار ندارند، ولی با این حال، با توجه به این که ژنوتیپ‌های ۴، ۱۴۹ و ۱۸۰ در ناحیه‌ای با عملکرد بالا و مقاومت متوسط و پایدار قرار گرفته‌اند، بنابراین به‌عنوان

بالایی بوده و به تنش خشکی تحمل نسبی دارند. از این رو، این مؤلفه، به‌عنوان مؤلفه پتانسیل عملکرد و تحمل به تنش خشکی معرفی شد. مؤلفه دوم ۳۰/۰۲۲ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کرد و همبستگی منفی با عملکرد تحت شرایط تنش خشکی و همبستگی مثبت با عملکرد تحت شرایط معمول و شاخص‌های TOL و SSI نشان داد. بنابراین اگر مؤلفه دوم افزایش یابد، ژنوتیپ‌هایی که دارای عملکرد بالا تحت شرایط معمول و عملکرد پایین تحت شرایط تنش خشکی هستند، انتخاب می‌گردند. بنابراین مؤلفه دوم را می‌توان به‌عنوان مؤلفه حساسیت به تنش نام‌گذاری کرد که ژنوتیپ‌های با عملکرد پایین تحت شرایط تنش و مقادیر بالای TOL و SSI را جدا می‌کند. براساس این دو مؤلفه، ژنوتیپ‌ها بر اساس میانگین عملکردشان و تحمل به تنش در درون گروه‌های مشخص قرار می‌گیرند.

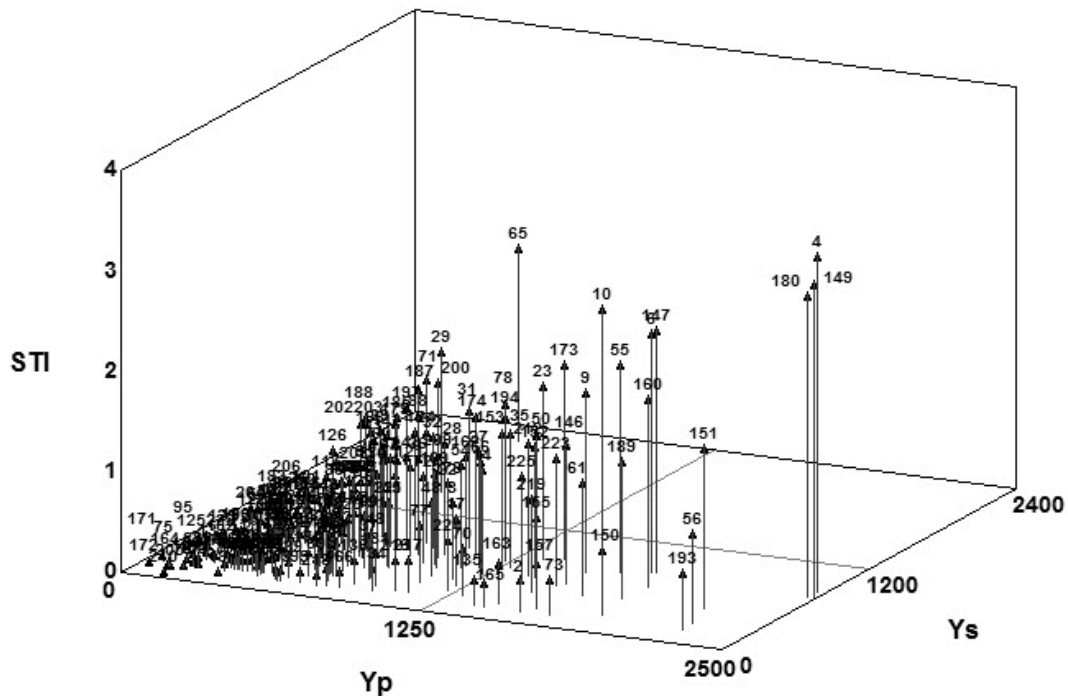
رابطه سه متغیر را می‌توان با استفاده از نمودار سه‌بعدی بررسی کرد، ولی در صورتی که بررسی رابطه بیش از سه متغیر مد نظر باشد از نمودار چندمتغیره موسوم به نمودار بای‌پلات استفاده می‌شود. بدین صورت می‌توان روابط بین عملکرد ژنوتیپ‌ها و تمام شاخص‌های مقاومت را در یک شکل نشان داد. همان‌طور که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود، بیشترین تغییرات بین داده‌ها با حدود ۹۲ درصد توسط دو مؤلفه اول توجیه شد. بنابراین ترسیم بای‌پلات براساس این دو مؤلفه صورت گرفت. در این بررسی، مؤلفه اول ۶۲/۳ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کرد و همبستگی بالایی را با عملکرد در شرایط تنش خشکی و همچنین شاخص‌های HARM، GMP، MP و STI نشان داد که شاخص‌های مرتبط با عملکرد دانه را در برمی‌گیرد و از طرف دیگر همبستگی پایینی با شاخص‌های TOL و SSI نشان داد. بنابراین، اگر میزان مؤلفه اول بالا باشد، ژنوتیپ‌هایی انتخاب می‌شوند که در شرایط تنش خشکی دارای عملکرد



شکل ۲- نمودار پراکنش سه‌بعدی تعیین ارقام متحمل به خشکی براساس عملکرد آبی ( $Y_p$ )، عملکرد دیم ( $Y_s$ ) و شاخص GMP  
Fig. 2. 3D plot for determination tolerance genotypes to drought stress based on  $Y_p$ ,  $Y_s$  and GMP index



شکل ۳- نمودار پراکنش سه بعدی تعیین ارقام متحمل به خشکی براساس عملکرد آبی (Yp)، عملکرد دیم (Ys) و شاخص HARM  
Fig. 3. 3D plot for determination tolerance genotypes to drought stress based on Yp, Ys and HARM index



شکل ۴- نمودار پراکنش سه بعدی تعیین ارقام متحمل به خشکی براساس عملکرد آبی (Yp)، عملکرد دیم (Ys) و شاخص STI  
Fig. 4. 3D plot for determination tolerance genotypes to drought stress based on Yp, Ys and STI index

جدول ۲- مقادير ويژه، بردارهاي ويژه و سهم تجمعي شاخص‌هاي مقاومت و عملكرد در شرايط نرمال و تنش خشكي در ۲۳۸ ژنوتيب لوبيا چشم‌بلبلي  
Table 2. Eigen values, vector values and cumulative variance of tolerance indices, Yp and Ys in 238 cowpea genotypes

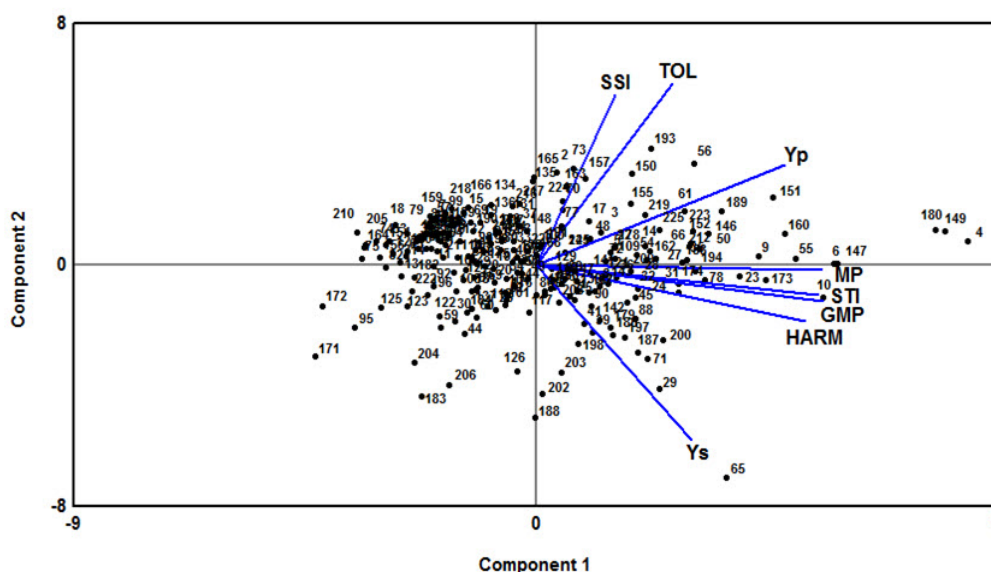
مؤلفه Component	مقادير ويژه Eigen values	درصد سهم تجمعي Cumulative of variance (%)	Yp	Ys	MP	GMP	HARM	STI	TOL	SSI
1	4.986	62.321	0.673	0.752	0.940	0.988	0.958	0.962	0.192	0.022
2	2.398	92.299	0.701	-0.633	0.265	0.125	0.016	0.147	0.953	0.845

خشكي قرار گرفته‌اند، به‌عنوان ژنوتيب‌هاي با عملكرد پايين در هر دو شرايط معرفي شدند.

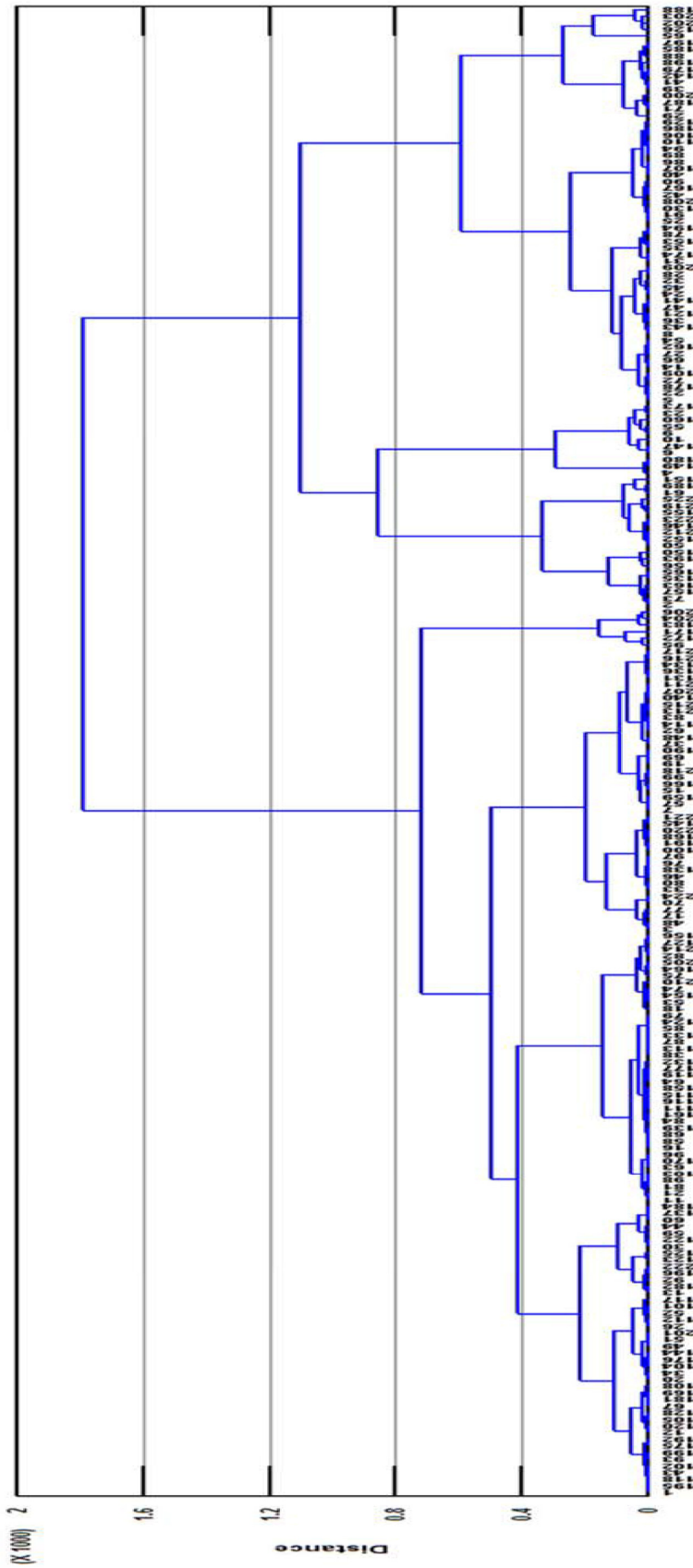
گروه‌بندي ژنوتيب‌ها بر مبناي عملكرد دانه تحت شرايط معمول و تنش خشكي و همچنين شاخص‌هاي مورد بررسي با استفاده از روش وارد (Ward) انجام شد. با توجه به نتايج تجزيه خوشه‌اي، ژنوتيب‌هاي ۴، ۱۱، ۴۹ و ۱۸۰ در كلستر ۳ قرار گرفتند كه همان ارقام متحمل به تنش خشكي مي‌باشند و ژنوتيب‌هاي ۲، ۷۳، ۱۳۵، ۱۶۵ و ۱۶۳ در كلستر ۲ قرار گرفتند كه همان ارقام حساس به تنش خشكي بودند. استفاده از روش تجزيه خوشه‌اي توسط Fernandez (1992) در لوبيا و Ganjeali *et al.* (2005) در نخود جهت گروه بندي لاین‌های نخود به‌کار رفته است كه لاین‌ها را به چهار گروه تقسيم كردند كه همان چهار گروه A، B، C و D در تجزيه به مؤلفه‌هاي اصلي بودند.

به طور كلي، نتايج نشان داد كه شاخص‌هاي MP، GMP، HARM و STI براي انتخاب ژنوتيب‌هاي متحمل به تنش در لوبيا مناسب‌اند و با استفاده از اين شاخص‌ها، ژنوتيب‌هاي ۴، ۱۴۹ و ۱۸۰ به عنوان ژنوتيب‌هاي متحمل شناسايي شدند.

براساس مؤلفه‌هاي اول و دوم، نمودار بای پلات ترسيم گردید (شكل ۵). با توجه به زواياي خطوطي كه شاخص‌ها را نمايش مي‌دهند، ملاحظه مي‌شود كه شاخص‌هاي TOL و SSI، همبستگي منفي و معني‌داري با عملكرد دانه تحت شرايط تنش خشكي و همبستگي مثبت با عملكرد دانه در شرايط معمول دارند؛ در حالي كه شاخص‌هاي MP، GMP، HARM و STI داراي همبستگي بالايي با عملكرد دانه در هر دو شرايط مي‌باشند. براساس نمودار بای پلات ترسيم شده، ژنوتيب‌هاي ۴، ۱۴۹ و ۱۸۰ كه در ناحيه با پتانسيل توليد بالا و حساسيت پايين به تنش خشكي و در مجاورت بردارهاي مربوط به شاخص‌هاي مهم تحمل قرار دارند، به‌عنوان ژنوتيب‌هاي مقاوم با عملكرد بالا معرفي مي‌شوند و ژنوتيب‌هاي ۲، ۲۲، ۷۳، ۱۶۵، ۱۳۹ و ۷۷ كه در ناحيه با عملكرد پايين در شرايط تنش خشكي و حساسيت بالا و در مجاورت شاخص‌هاي مهم حساسيت به تنش شامل TOL و SSI قرار گرفته‌اند، به‌عنوان ژنوتيب‌هاي داراي سازگاري خصوصي به شرايط بدون تنش خشكي شناخته شدند و ژنوتيب‌هاي ۱۷۱، ۱۷۲، ۱۸۳، ۲۰۶، ۲۰۴ و ۹۵ و ۱۲۵ كه در ناحيه با عملكرد پايين تحت شرايط معمول و تنش



شكل ۵- نمايش بای پلات ۲۳۸ ژنوتيب لوبيا چشم‌بلبلي در هشت شاخص تحمل به خشكي بر اساس دو مؤلفه اول و دوم  
Fig. 5. Biplot for 238 cowpea genotypes at 8 tolerance to drought index on the basis of first and second components



شکل ۶- دندروگرام حاصل از گروهبندی ۳۸ ژنوتیپ لوبیا جسم‌بیلی بر اساس عملکرد تحت شرایط بدون تنش (Xp) و تنش (Xs) و شاخص‌های تحمل با استفاده از روش Ward

Fig. 6. Dendrogram obtained by cluster analysis of 238 cowpea genotypes based on Yp, Ys and tolerance indices using by Ward's method



منابع

1. Alavi, R., and Shoae Deilami, M. 2004. Selection of different tobacco cultivars for resistance to drought in Rasht regions. Proceedings of the 8th Agronomy and Plant Breeding of Iran. College of Agricultural Sciences of Guilan, Rasht. p. 78. (In Persian).
2. Blum, A. 1996. Crop response to drought and the interpretation of adaptation. J. Plant. Growth. Regul. 20: 135-148.
3. Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stress Environments. CRC Press. Boca Raton, FL. pp. 38-78.
4. Bidinger, F.R., Mahalakshmi, V., and Rao, G.D.P. 1987. Assessment of drought resistance in pearl millet. II. Estimation of drought response to stress. Australian Journal of Agricultural Research 38: 49-59.
5. Debaeke, P., and Abdellah, A. 2004. Adaptation of crop management to water limited environments. Eur. J. Agron. 21: 433-446.
6. Ebrahimi, M., Bihamta, M.R., Hossein zadeh, A.H., Khiyalparast, F., and Golpashi, M. 2010. Evaluation of reaction yield and yield components of white bean genotypes under water stress. Iranian Journal of Field Crops Research 8: 347-358. (In Persian).
7. Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: C.G. Kuo (Ed). Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress. Publication, Tainan, Taiwan. p. 257-270.
8. Fischer, R.A., and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. Part 1: grain yield response. Aust. J. Agr. Res. 29 :897-912.
9. Ganjeali, A., Kafi, A., Bageri, A., and Shahriyari, F. 2005. Screening for drought tolerance in chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.). Iranian Journal of Agricultural Sciences 3: 103-122. (In Persian with English Summary).
10. Golestani, S.A., and Assad, M.T. 1998. Evaluation of four screening techniques for drought resistance and their relationship to yield reduction ratio in wheat. Euphytica 103: 293-299.
11. Habibi, Gh.M., Ganadha, M.R., Sohani, A.R., and Dory, H.R. 2006. Evaluation of relation of seed yield with important agronomic traits of Red bean by different analysis methods in stress water condition. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 13: 1-13. (In Persian with English Summary).
12. Koocheki, A.R., Yazdanehpas, A., and Nikkhah, H.R. 2006. Effect of terminal drought on grain yield and some morphological traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Iran. J. Crop. Sci. 8: 14-29. (In Persian with English Summary).
13. Kristin, A.S., Senra, R.R., Perez, F.I., Enriques, B.C., Gallegos, J.A.A., Vallego, P.R., Wassimi, N. and Kelley, J.D. 1997. Improving common bean performance under drought stress. Crop Sci. 37: 43-50.
14. Naroui Rad. M.R., Ghasemi, A., and Arjmandinejad, A.R. 2010. Study of limit irrigation on yield of lentil genotypes of national plant gene bank of Iran by drought resistance indices. American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci. 7: 238-241. (In Persian with English Summary).
15. Panthuan, G., Fokai, S., Cooper, M., Rajatasereekul, S., and O,Toole, J.C. 2002. Yield response of rice genotypes to different types of drought under rainfed lowlands. Part 1: grain yield and yield components. Field Crop Res. 41: 45-54.
16. Rizza, F., Badeck, F.W., Cattivelli, L., Lidestri, O., Fozo, N.D., and Stanca, A.M. 2004. Use of a water stress index to identify barely genotypes adapted to rain fed and irrigated conditions. Crop Sci. 44: 2127-2137.
17. Rosielle, A.A., and Hamblin, J. 1984. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. Crop Sci. 21: 943-946.
18. Samieezadeh, H.A. 1996. Evaluation of phenotypic and genotypic variation of quantitative traits and their correlation with the yield of Kabuli type chickpea. MSc. Thesis. Islamic Azad University of Karaj.
19. Schneider, K.A., Rosales-Serna, R., Ibarra-Perez, F., Cazares-Enriquez, B., Acosta-Gallegos, J.A., Ramirez-Vallejo, P., Wassimi, N., and Kelly, J.D. 2004. Improving common bean performance under drought stress. Crop Sci. 37: 43-50.
20. Silveira J.A.G., Costa, R.C.L., and Oliveira J.T.A. 2001. Drought-induced effects and recovery of nitrate assimilation and nodule activity in cowpea plants. Braz. J. Microbiology 32: 187-194.
21. Singh, B.B, Mohar, D.R., and Dashiell, K.E. 1997. Advances in Cowpea Researches. IITA-JIRCAS, Ibadan, Nigeria.
22. Sio-Se Mardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K., and Mohammadi, V. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditioning. Field Crop Res. 98: 222-229.

## Screening for terminal drought stress tolerance in cowpea genotypes (*Vigna unguiculata* L.)

Fathi<sup>1\*</sup>, M., Bihamta<sup>2</sup>, M.R., Majnoon Hosseini<sup>2</sup>, N., Shah Nejat Boushehry<sup>2</sup>, A.A.  
& Mohammad Ali Pour Yamchi<sup>1</sup>, H.

1- MSc. Student of Plant Breeding, Agronomy and Plant Breeding Department, University of Tehran

2- Professor, Agronomy and Plant Breeding Department, University of Tehran

Received: 21 May 2011

Accepted: 10 December 2011

### Abstract

In order to study and determine the most effective traits, drought tolerance indices and identify tolerant genotypes in terminal drought stress on the cowpea, an experiment was carried out based on an augment design in two separate conditions in the Karaj Farm, Faculty of Agriculture, Tehran University in 2009. Drought stress was imposed by cutting irrigation after flowering against normal irrigation on 238 cowpea genotypes. Evaluation of studying genotypes under drought conditions was conducted using nine indices, including mean productivity (MP), Harmonic Mean (HARM), Tolerance Index (TOL), Stress Susceptibility index (SSI), Stress Tolerance index (STI), Geometric Mean productivity (GMP), Yield Index (YI), Yield Stability Index (YSI) and Yield Reduction percent (Yr). To determine the relationship between grain yield and indices, Pearson correlation coefficient was calculated. The MP, GMP, HARM and STI indices which have the most significant correlation with yield in stress and non-stress conditions were introduced as the best indices for screening tolerant genotypes to drought and high-yielding in both environmental conditions. Using Biplot scatter graph in 238 cowpea genotypes and according to genotypes status in Biplot scatter graph, 4, 149, 180, 6, 147, 151, 160, 55, 9 and 189 genotypes were identified as tolerant genotypes with high-yield. Cluster analysis based on investigating indices and yield under drought stress and non-stress conditions showed that genotypes was grouped in four clusters and most of drought tolerant genotypes with high yield were grouped in third cluster, while most of sensitive genotypes to drought stress were grouped in the second cluster.

**Key words:** Biplot, Cluster analysis, Correlation, Cowpea, Drought stress, Tolerance indices

---

\* Corresponding Author: fathimoslem@yahoo.com; Mobile: 09188181074