

مقایسه برخی ژنوتیپ‌های لوبیای معمولی (*Phaseolus vulgaris* L) از لحاظ تحمل به خشکی به وسیله شاخص‌های ارزیابی تنش

معصومه شفیعی خورشیدی*^۱، محمدرضا بی‌همتا^۲، فرنگیس خیالپرست^۳ و محمدرضا نقوی^۴
۱، ۲ و ۳، دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد، استادیار و استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۹۰/۶/۲۷ - تاریخ تصویب: ۹۱/۹/۲۹)

چکیده

تنش خشکی به خصوص خشکی انتهای فصل، از مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد محصولات زراعی از جمله لوبیای معمولی است. به منظور شناسایی ارقام متحمل به خشکی، با ۵۰ ژنوتیپ لوبیای معمولی شامل سه رقم شاهد (دهقان، ناز و بهمن)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی تحت دو شرایط تنش و بدون تنش در سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران - کرج اجرا شد. برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی، از شاخص‌های MP, GMP, HARM و STI به علت داشتن همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد در هر دو شرایط تنش و بدون تنش استفاده شد. با توجه به نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی، دو مولفه اول در مجموع ۹۷/۴۹٪ تغییرات را توجیه کردند، که ضرائب شاخص‌ها مولفه اول را به عنوان مولفه مقاومت و پایداری عملکرد، و مولفه دوم را به عنوان مولفه حساسیت به تنش خشکی معرفی کردند. پس از رسم نمودار بای‌پلات ژنوتیپ‌های ۱، ۱۶، ۱۸ و ۴۹ به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل و دارای عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش، معرفی شدند. تجزیه خوشه‌ای بر اساس شاخص‌های معرفی شده و عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش، باعث قرارگیری ژنوتیپ‌ها در ۴ کلاستر شد که ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی و با عملکرد بالا در کلاستر اول و ژنوتیپ‌های حساس به خشکی با حداکثر فاصله در کلاستر چهارم قرار گرفتند. با توجه به حداکثر فاصله ژنتیکی موجود بین این کلاسترها، بهترین نتیجه برنامه‌های اصلاحی در خصوص تولید ارقام هیبرید مقاوم به خشکی و دارای حداکثر عملکرد، از تلاقی این کلاسترها به دست خواهد آمد.

واژه‌های کلیدی: لوبیای معمولی، شاخص‌های مقاومت به خشکی، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به مولفه‌های اصلی.

مقدمه

جایگزین مناسبی برای پروتئین حیوانی باشد (Dory et al, 2003). در بین حبوبات، لوبیا با تولید سالانه بیش از ۲۸ میلیون تن، مقام اول را در جهان به خود اختصاص داده است (Majnoni Hossini, 2008). بر اساس آمار ایستگاه تحقیقات حبوبات ایران (شهرستان خمین) در

لوبیای معمولی (*Phaseolus vulgaris* L.) به عنوان یکی از منابع مهم پروتئین و تولید انرژی برای انسان مطرح است و با داشتن ۲۰ تا ۲۵ درصد پروتئین و ۵۰ تا ۵۶ درصد کربوهیدرات می‌تواند از نظر ارزش غذایی

مقایسه با ژنوتیپ‌های دیگر تحت همان شرایط تنش خشکی (Blum, 1988).

محققان از چندین شاخص برای شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم و حساس به خشکی استفاده می‌کنند. فیشر و مورر وضعیت عملکرد دانه در شرایط تنش را به عنوان معیار مقاومت به خشکی معرفی کردند، ایشان همچنین وضعیت عملکرد نسبی ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و بدون تنش را به عنوان معیار مناسب برای گزینش مقاومت به خشکی ژنوتیپ‌ها پیشنهاد نمودند (Fischer & Maurer, 1978). شاخص حساسیت به تنش (SSI^۱) (Fischer & Maurer, 1978)، شاخص تحمل (TOL^۲) و شاخص میانگین بهره‌وری (MP^۳) (Rosille & Hambilin, 1981)، شاخص تحمل به تنش (STI^۴) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP^۵) (Fernandez, 1993) و میانگین هارمونیک (HARM^۶) (Kristin et al., 1997) برای شناسایی و انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی معرفی شدند.

فرناندز در بررسی عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو محیط تنش و بدون تنش، تظاهر گیاهان را در چهار گروه دسته‌بندی کرد: گروه A- در این گروه، ژنوتیپ‌هایی قرار می‌گیرند که عملکرد بالایی در هر دو شرایط تنش و بدون تنش دارا باشند. گروه B- ژنوتیپ‌هایی در این دسته قرار می‌گیرند که عملکرد بالایی در شرایط بدون تنش داشته باشند. گروه C- ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالایی در شرایط تنش دارند. گروه D- ژنوتیپ‌هایی که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش، عملکرد ضعیفی دارند. از نظر فرناندز، بهترین شاخص آن است که بتواند ژنوتیپ‌های گروه A را از سایر گروه‌ها شناسایی کند. (Fischer & Maurer, 1978) استفاده از شاخص حساسیت (SI) را به عنوان معیاری برای برآورد شدت تنش به خصوص در مواردی که وسایل اندازه‌گیری پتانسیل رطوبت خاک و شدت تنش وجود نداشته باشد، سودمند دانستند و با کمک این شاخص، شاخص

سال ۱۳۹۰، سطح زیر کشت حبوبات در ایران در حدود ۸۶۹ هزار هکتار و با ۵۰۸ هزار تن تولید سالیانه می‌باشد که از این سطح، حدود ۱۰۰ هزار هکتار به کشت لوبیا اختصاص دارد (Anonymous, 2011). از دیرباز همواره حبوبات پس از غلات به عنوان دومین منبع مهم غذایی مردم کشورمان مطرح بوده است. علیرغم این موضوع، این گیاهان کم‌تر مورد توجه قرار گرفته و بیشتر در اراضی حاشیه‌ای، زمانی که سایر محصولات تولید مناسبی نداشته باشند کشت شده‌اند. تولید حبوبات در ایران به نسبت سطح زیر کشت افزایش نیافته است، که یکی از دلایل آن عدم انجام تحقیقات زیاد در حبوبات در مقایسه با سایر گیاهان زراعی است (Bagheri et al., 1997).

براساس گزارش فانو، ایران با متوسط بارندگی ۲۵۰ میلی‌متر به عنوان کشوری خشک و نیمه‌خشک مطرح است (FAO, 2010). حدود دو سوم زمین‌های زیر کشت ایران در مناطق نیمه‌خشک و دیم‌خیز قرار دارند، به این ترتیب تهیه ارقام متحمل به تنش خشکی یکی از مهم‌ترین اهداف برنامه اصلاحی را تشکیل می‌دهند (Samizadeh, 1996)؛ لذا مشاهده می‌شود که تنش خشکی یکی از محدودیت‌های تولید جهانی در لوبیای معمولی است (Teran & Singh, 2002). به این ترتیب، فهم و درک پاسخ گیاهان به خشکی بسیار با اهمیت بوده و به عنوان یک بخش اساسی برای مقاوم کردن گیاهان به تنش می‌باشد (Reddy et al., 2004; Zhao et al., 2008).

به نظر می‌رسد عملکرد نسبی ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش و تنش خشکی، به عنوان نقطه شروعی در شناسایی ژنوتیپ‌های مطلوب برای شرایط دیم غیرقابل پیش‌بینی باشد (Mohammadi et al., 2010). بعضی از محققان، گزینش گیاهان را تنها در شرایط بدون تنش خشکی (Betran et al., 2003)، و بعضی دیگر نیز در شرایط تنش خشکی (Rathjen, 1994) انجام می‌دهند، در حالیکه عده‌ای دیگر اعتقاد به انجام گزینش، در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی دارند (Byrne et al., 1995; Rajaram and Van Ginkel, 2001). مقاومت به خشکی عبارت است از، عملکرد نسبی یک ژنوتیپ در

1. Susceptibility Stress Index
2. Tolerance index
3. Mean Productivity
4. Stress Tolerance Index
5. Geometric Mean Productivity
6. Harmonic Mean

این شاخص می‌باشد. (Schenaider et al., 1997) انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس مقادیر بالای GMP و Ys را پیشنهاد کردند. در این روش در مرحله اول ژنوتیپ‌های پرمحصول با GMP بالا و در مرحله دوم ژنوتیپ‌هایی که عملکردشان در شرایط تنش بقا دارد یعنی دارای Ys بالا می‌باشند، انتخاب می‌شوند. (Safapour et al., 2009) در بررسی آماری اثرات تنش آبیاری بر صفات فنولوژی و زراعی ژنوتیپ‌های لوبیا سفید، بیان داشتند که مناسبترین شاخص‌های مقاومت به خشکی GMP، STI و MP بوده‌اند که بر اساس آنها ژنوتیپ‌های KS41225، KS41147 و KS41231 به عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم معرفی شدند.

(Ebrahimi et al., 2010) واکنش عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیا سفید را تحت شرایط تنش آبی مورد ارزیابی قرار دادند. آنها همچنین جهت تعیین ژنوتیپ‌های مقاوم از شاخص‌های مقاومت به تنش استفاده نمودند و بیان داشتند که شاخص‌های MP، GMP و TOL به عنوان بهترین شاخص برای شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی می‌باشند، که بر اساس این شاخص‌ها، ژنوتیپ‌های لوبیا سفید شماره ۲۱ و ۳۰ را به عنوان ارقام مقاوم معرفی نمودند.

(Khaghani et al., 2009) صفات کمی و کیفی لوبیای سفید و قرمز را تحت شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی مورد مقایسه قرار دادند و شاخص‌های حساسیت و تحمل و همچنین درصد تغییرات صفات را در اثر تنش محاسبه نموده و بیان داشتند که شاخص‌های MP، STI و GMP به عنوان مناسبترین شاخص‌های مقاومت به خشکی می‌باشند. (Habibi et al., 2005) روابط عملکرد دانه و برخی صفات مهم زراعی لوبیا قرمز را در شرایط آبیاری محدود مورد مطالعه قرار دادند و از نظر مقاومت به خشکی، شاخص‌های STI و GMP بهترین شاخص‌ها برای تعیین ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی معرفی شدند.

(Mohammadi et al., 2008) به بررسی صفات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های لوبیا سفید و رابطه آنها با عملکرد در شرایط آبیاری بهینه و محدود پرداختند و نشان دادند که شاخص‌های SSI، GMP و STI در شرایط آبیاری بهینه و محدود همبستگی مثبت و

حساسیت به تنش را ارائه نمودند. آنها بیان داشتند زمانی که هیچ‌گونه خسارتی ناشی از کمبود رطوبت متوجه گیاه نباشد، میزان شاخص حساسیت به تنش برابر صفر بوده و نشان‌دهنده مقاومت ژنوتیپ‌ها به خشکی می‌باشد. به عبارت دیگر هرچه مقدار SSI محاسبه شده یک ژنوتیپ کمتر باشد، آن ژنوتیپ مقاومت بیشتری به تنش دارد. انتخاب بر اساس این شاخص، موجب گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در محیط تنش و عملکرد پائین در محیط بدون تنش می‌شود،

به این ترتیب قادر به تفکیک ژنوتیپ‌های گروه A از گروه C نمی‌باشد. طبق اظهارات (Rosille & Hambilin, 1981) شاخص MP نشان دهنده ژنوتیپ‌هایی که دارای پتانسیل عملکرد بالا در هر دو محیط تنش و بدون تنش می‌باشند، بوده ولی توانایی تفکیک ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا را از ژنوتیپ‌های با میزان تحمل به خشکی بالا ندارد. این شاخص نیز مانند شاخص حساسیت به تنش، توانایی تفکیک ژنوتیپ‌های گروه A را از گروه C ندارد. آنها همچنین شاخص تحمل (TOL) را بر اساس میزان کاهش عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط تنش از محیط بدون تنش ارائه نمودند. مقادیر کوچک این شاخص، نشان دهنده نزدیک بودن عملکرد یک ژنوتیپ در دو محیط تنش و بدون تنش است و انتخاب بر اساس این شاخص نیز همانند شاخص SSI خواهد بود.

(Fernandez, 1992) شاخص تحمل به تنش (STI) را ارائه کرد. مقدار شاخص STI درغیاب کاهش عملکرد در شرایط تنش، برابر حداکثر مقدار خود است. حال اگر کاهش عملکرد ناشی از تنش داشته باشیم مقادیر STI نسبت به حداکثر مقدار خود کاهش می‌یابد. مقادیر بالای این شاخص نشان‌دهنده مقاومت و پتانسیل عملکرد بیشتر در ژنوتیپ‌ها می‌باشد. درواقع این شاخص، به خوبی قادر به تفکیک ژنوتیپ‌های گروه A از سایر گروه‌ها می‌باشد. یکی دیگر از شاخص‌های معرفی شده توسط فرناندز، میانگین هندسی تولید (GMP) بود. این شاخص در مقایسه با شاخص MP در تفکیک ژنوتیپ‌های گروه A از سایر گروه‌ها قدرت بیشتری دارد که برتری این شاخص به علت تأثیرپذیری کم مقادیر بالای عملکرد ژنوتیپ‌ها بر روی مقادیر به دست‌آمده از

از زمان کاشت در هر دو شرایط تنش خشکی و بدون تنش خشکی، آبیاری به فاصله هفت روز یک بار انجام شد و زمانی که بوته‌ها رشد رویشی کافی پیدا کرده بودند و خطر حذف بوته‌ها در اثر تنش آبی (قطع آبیاری) برطرف شده بود، تنش آبی آغاز و تا پایان دوره رشد ادامه داشت. برداشت در زمانی که حدوداً ۹۰ درصد بوته‌های آزمایش رسیده بودند (از ۲۰ شهریور تا ۱۰ مهر)، انجام شد.

عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در دو شرایط تنش (Ysi) و بدون تنش (Ypi) اندازه‌گیری شد و پس از تعیین میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط تنش (Ys) و بدون تنش (Yp)، شاخص‌های تحمل به خشکی با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند:

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

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

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

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

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

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

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

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

که در آن Yp: میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف در شرایط بدون تنش، Ys: میانگین عملکرد تحت شرایط تنش، Fi: تعداد روز تا گلدهی، Y: برآورد رگرسیونی عملکرد تحت شرایط تنش و S.E. of Y: خطای استاندارد رابطه رگرسیونی می‌باشند.

به منظور محاسبه شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی از نرم‌افزار Excel، محاسبه ضرایب همبستگی، تجزیه به مولفه‌های اصلی از نرم‌افزار SPSS 19، برای تجزیه خوشه‌ای به روش WARD، و برای ترسیم نمودار بای‌پلات چند متغیره و همچنین نمودارهای سه‌بعدی از برنامه STATGRAPHICS استفاده شد.

معنی‌داری با عملکرد داشتند. بنابراین ژنوتیپ‌هایی که میزان بالای شاخص‌های GMP و STI و مقدار کمتر شاخص SSI را دارا بودند به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل شناخته شدند. همچنین آنها به منظور ارزیابی دقیق‌تر از نمودار بای‌پلات استفاده نموده و ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۵ و ۱۴ را به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل تعیین شدند.

هدف از انجام این آزمایش، ارزیابی و شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی لوبیا با استفاده از شاخص‌های تحمل به خشکی بود.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر به منظور ارزیابی تحمل به خشکی و معرفی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در دولت آباد کرج با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۱۱۲/۵ متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹ اجرا شد. آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو شرایط تنش خشکی انتهایی فصل و بدون تنش خشکی اجرا شد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از ۴۷ ژنوتیپ لوبیای معمولی به همراه سه رقم شاهد (بهمن، دهقان و ناز)، که از میان ۶۴۸ ژنوتیپ لوبیای معمولی بر اساس آزمایشی که در سال ۱۳۸۸ در قالب طرح آگمنت اجرا شده بود، از کلکسیون حبوبات در بانک ژن دانشکده کشاورزی تهیه شدند. بر اساس داده‌های سی ساله، میانگین بارندگی در هر سال ۲۴۳ میلی‌متر بود.

میزان کل بارندگی در طول فصل رشد مورد نظر (خرداد تا آخر شهریور) برابر ۰/۴ میلی‌متر بود که در جدول ۱ تعدادی از پارامترهای هواشناسی ایستگاه مذکور در طول فصل زراعی ۱۳۸۹ نشان داده شده است. بذر ژنوتیپ‌ها در خطوط ۲ متری با فاصله ۵ سانتی‌متر روی ردیف‌ها، فاصله ۵۰ سانتی‌متر بین ردیف‌ها و عمق کاشت ۱۰-۵ سانتی‌متر به صورت دستی در تاریخ ۱۳۸۹/۰۳/۱۵ کشت شدند. در مرحله داشت، برای مبارزه با علف‌های هرز، وجین دستی صورت گرفت.

جدول ۱- خصوصیات اقلیمی محل اجرای آزمایش در سال ۱۳۸۹

ماه	متوسط درجه حرارت	میزان بارندگی	میانگین تبخیر	میانگین رطوبت نسبی	میانگین ساعات آفتابی در روز	میانگین دمای حداقل زمین
فروردین	۱۲/۶	۵۴/۰	۵/۱	۵۷	۷/۵۲	۳/۵۶
اردیبهشت	۱۷/۶	۴۷/۳	۶/۵	۵۴	۷/۶	۸/۲۱
خرداد	۲۵/۷	۰/۴	۱۱/۶۸	۳۱	۱۱/۱۳	۱۴/۰۴
تیر	۲۹/۱	۰/۰	۱۲/۸۷	۳۳	۱۱/۷	۱۷/۶۹
مرداد	۲۷/۳	۰/۰	۱۱/۷۸	۳۵	۱۱/۲۴	۱۷/۴۲
شهریور	۲۴/۳	۰/۰	۹/۲۱	۳۹/۸	۱۰/۴۸	۱۳/۴۹

نتایج و بحث

انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی معرفی شدند. شاخص SSI همبستگی منفی و معنی‌دار در شرایط تنش نشان داد درحالیکه در شرایط بدون تنش، این همبستگی معنی‌دار به دست نیامده است. همبستگی شاخص TOL نیز با عملکرد در شرایط بدون تنش، مثبت و معنی‌دار و در شرایط تنش غیرمعنی‌دار بوده است. شاخص DRI همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد در شرایط تنش داشت درحالیکه این همبستگی با عملکرد در شرایط بدون تنش معنی‌دار بدست نیامد. از آنجایی که این شاخص، تحمل به خشکی ژنوتیپ‌ها را مستقل از مکانیسم‌های فرار از خشکی ارزیابی می‌کند، بنابراین ژنوتیپ‌هایی که مقدار DRI آنها بیش از ۱/۳ باشند، به عنوان ژنوتیپ‌هایی که واقعاً متحمل به خشکی هستند قابل معرفی می‌باشند. درحالیکه ممکن است در شرایط بدون تنش از عملکرد بالایی برخوردار نباشند (Anbessa & Bejiga., 2002). بر مبنای این شاخص، ژنوتیپ‌های شماره ۳۹، ۴۱، ۴، ۳۶ و ۱ به دلیل داشتن مقدار DRI بیشتر از ۱/۳، ژنوتیپ‌هایی می‌باشند که متحمل به خشکی بوده و در صورت کشت در مناطقی که در انتهای فصل رشد لوبیا با کم‌آبی مواجه می‌باشند، عملکرد قابل قبولی را به دست خواهند داد. از بین ژنوتیپ‌های مطرح شده از طریق این شاخص، ژنوتیپ شماره ۱، که قبلاً توسط شاخص‌های دیگر نیز به عنوان ژنوتیپ متحمل و دارای پتانسیل عملکرد بالا شناسائی شده بود، مورد تأیید قرار گرفت. بر این اساس، در این آزمایش شاخص‌های تحمل به تنش (STI)، میانگین بهره‌وری (MP)، میانگین هندسی (GMP) و میانگین هارمونیک (HARM) که مقادیر بالای آنها نشان‌دهنده تحمل ژنوتیپ‌ها به تنش خشکی است، به عنوان بهترین شاخص‌ها برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی

در این آزمایش تنش خشکی موجب کاهش ۱۷/۷ درصدی عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد بررسی شده است. برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی، از شاخص‌های متحمل به خشکی استفاده شد (جدول ۲). قابل ذکر است که از بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، دو ژنوتیپ شماره ۱۳ ($Y_s=34.1$, $Y_p=19$) و ۳۲ ($Y_s=21.7$, $Y_p=7.1$) در شرایط تنش دارای عملکرد بالاتری (حدود ۲ تا ۳ برابر عملکرد در شرایط بدون تنش) بوده‌اند که در صورت تکرار آزمایش برای این دو ژنوتیپ یا حتی انجام آزمایش در شرایط گلخانه و به دست آمدن نتایج مشابه این نتیجه، می‌توان با اطمینان بالا این دو ژنوتیپ را برای کشت در مناطق دیم توصیه کرد. همچنین ژنوتیپ شماره ۴۳ به دلیل داشتن عملکرد فوق‌العاده بالاتری ($Y_p=57.9$)، $Y_s=51.3$) نسبت به مابقی ژنوتیپ‌ها، می‌تواند به عنوان ژنوتیپ برتر از لحاظ عملکرد معرفی شود. به علت وجود اختلاف زیاد بین این ۳ ژنوتیپ و بقیه ژنوتیپ‌ها که مانع از دقت کافی در بررسی‌های آماری میشود، از آوردن این ژنوتیپ‌ها در مطالعات آماری خودداری نموده و ادامه کار با ۴۶ ژنوتیپ دیگر انجام شد. برای رسیدن به بهترین معیار برای ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌ها، از تجزیه همبستگی بین عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش با شاخص‌های متحمل به خشکی استفاده شد (جدول ۳). به عبارت دیگر بهترین شاخص‌ها آنهایی هستند که دارای همبستگی بالا با عملکرد در هر دو شرایط تنش و بدون تنش باشند. شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI در هر دو شرایط تنش و بدون تنش دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد بودند، به این ترتیب به عنوان بهترین شاخص‌ها در

شدند. بیشترین عملکرد در شرایط بدون تنش مربوط به ژنوتیپ شماره ۱۶، و در شرایط تنش متعلق به ژنوتیپ شماره ۱ بوده است.

شناسایی شدند. بر مبنای این شاخص‌ها، ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۱۶، ۱۸ و ۴۹ به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی که دارای پتانسیل عملکرد بالایی هستند، معرفی

جدول ۲- برآورد مقادیر شاخص‌های تحمل به خشکی برای ژنوتیپ لوبیای معمولی

DRI	HM	STI	SSI	GMP	MP	TOL	Ys	Yp	Genotype.No	Accession.No
۱/۱۴	۳۰/۳۵	۲/۱۳	۰/۱۴	۳۰/۳۶	۳۰/۳۶	-/۷۴	۲۹/۹۹	۳۰/۷۳	۱	۰۲۴۴۰
۰/۵۶	۱۸/۱۹	۰/۷۷	۰/۶	۱۸/۲۲	۱۸/۲۵	۲/۰۸	۱۷/۲۱	۱۹/۲۹	۲	۰۲۴۶۷
۰/۴۹	۲۰/۰۵	۰/۹۳	-/۱۶	۲۰/۰۶	۲۰/۰۶	-/۵۸	۲۰/۳۵	۱۹/۷۷	۳	۰۲۴۰۷
۱/۱۷	۲۳/۰۱	۱/۲۳	-/۲۲	۲۳/۰۲	۲۳/۰۲	-/۸۹	۲۳/۴۷	۲۲/۵۸	۴	۰۱۵۵۱
-/۰۶۱	۲۲/۶۷	۱/۲۳	۱/۷	۲۳/۰۴	۲۳/۴۱	۸/۳۱	۱۹/۲۶	۲۷/۵۷	۵	۰۱۲۷۰
-/۰/۷۱	۱۲/۷۳	۰/۳۹	۲/۰۴	۱۳/۰۶	۱۳/۳۹	۵/۹۲	۱۰/۴۳	۱۶/۳۵	۶	۰۱۹۴۷
۰/۲۵	۱۹/۰۱	۰/۸۴	۱/۹۳	۱۹/۰۹	۱۹/۱۷	۳/۴۴	۱۷/۴۵	۲۰/۸۹	۷	۰۱۲۲۵
-/۰/۰۲	۱۵/۶۹	۰/۵۸	۱/۲۷	۱۵/۸۲	۱۵/۹۵	۴/۰۷	۱۳/۹۲	۱۷/۹۹	۸	۰۱۲۰۷
۰/۰۴	۲۱/۰۱	۱/۰۴	۱/۲۶	۲۱/۱۸	۲۱/۳۵	۴/۳۷	۱۸/۶۷	۲۴/۰۴	۹	۰۱۲۲۱
۰/۲۵	۱۵/۴۷	۰/۵۶	۱/۰۴	۱۵/۵۵	۱۵/۶۳	۳/۱۹	۱۴/۰۴	۱۷/۲۳	۱۰	۰۲۳۴۷
-/۰/۶۲	۱۶/۸۷	۰/۶۸	۱/۶۵	۱۷/۱۳	۱۷/۳۹	۵/۹۸	۱۴/۴	۲۰/۳۸	۱۱	۰۱۸۹۹
-/۰/۶۱	۱۲/۴۸	۰/۳۶	۱/۴۶	۱۲/۶۲	۱۲/۷۶	۳/۸۱	۱۰/۸۶	۱۴/۶۷	۱۲	۰۱۶۱۲
۱/۱۲	۲۲/۷۵	۱/۲	۰	۲۲/۷۵	۲۲/۷۶	-/۰۲	۲۲/۷۵	۲۲/۷۷	۱۴	۰۲۲۹۵
-/۱/۵۶	۶/۷۵	۰/۱۴	۳/۸۲	۷/۸۵	۹/۱۴	۹/۳۵	۴/۴۷	۱۳/۸۲	۱۵	۰۲۲۸۳
-/۰/۶۸	۳۰/۰۶	۲/۱۲	۱/۱۴	۳۰/۳۵	۳۰/۴۵	۶/۸۴	۲۷/۰۳	۳۳/۸۷	۱۶	۰۲۲۲۶
-/۰/۴۹	۱۷/۱۷	۰/۶۹	۱/۴۱	۱۷/۳۴	۱۷/۵۳	۵/۰۲	۱۵/۰۲	۲۰/۰۴	۱۷	۰۱۹۹۲
۰/۰۲	۲۵/۸۲	۱/۵۵	۰/۷۲	۲۵/۸۸	۲۵/۹۵	۳/۵۸	۲۴/۱۶	۲۷/۷۴	۱۸	۰۱۵۱۴
۰	۱۷/۱۸	۰/۶۸	۰/۶۳	۱۷/۲۱	۱۷/۲۴	۲/۰۵	۱۶/۲۲	۱۸/۲۷	۱۹	۰۱۹۹۰
-/۷۴	۱۷/۰۳	۰/۶۷	۰	۱۷/۰۳	۱۷/۰۴	-/۰۲	۱۷/۰۳	۱۷/۰۵	۲۰	۰۱۵۱۶
-/۰/۴۵	۱۳/۲۷	۰/۴۲	۱/۵۷	۱۳/۴۵	۱۳/۶۳	۴/۴۳	۱۱/۴۲	۱۷/۸۵	۲۱	۰۱۷۷۴
-/۰/۱۲	۱۴/۸۵	۰/۵۱	۰/۶۲	۱۴/۸۸	۱۴/۹۱	۱/۷۴	۱۴/۰۴	۱۵/۷۸	۲۲	۰۱۷۱۹
-/۰/۲۵	۱۳/۰۴	۰/۳۹	۱	۱۳/۱۱	۱۶/۱۷	۲/۵۷	۱۱/۸۹	۱۴/۴۶	۲۳	۰۱۵۴۷
-/۰/۹۳	۱۶/۶۱	۰/۶۴	-/۰۲	۱۶/۶۱	۱۶/۶۲	-/۰۶	۱۶/۵۹	۱۶/۶۵	۲۴	۰۱۷۴۴
-/۰/۱۹	۱۱/۵۷	۰/۳۱	۱/۵۵	۱۱/۷۲	۱۱/۸۷	۳/۷۹	۹/۹۸	۱۳/۷۷	۲۵	۰۱۹۱۸
۰/۷۲	۱۶/۳۴	۰/۶۲	-/۰۳	۱۶/۳۴	۱۶/۳۴	-/۱۱	۱۶/۲۹	۱۶/۴	۲۶	بهمن
-/۰/۳۷	۱۵/۷۶	۰/۵۹	۱/۶۶	۱۶	۱۶/۲۵	۵/۶۲	۱۳/۴۴	۱۹/۰۶	۲۷	دهقان
-/۱/۳۴	۱۷	۰/۷۱	۲/۱۲	۱۷/۵۳	۱۸/۰۷	۸/۷۶	۱۳/۶۹	۲۲/۴۵	۲۸	ناز
-/۰/۱۶	۱۹/۸۱	۰/۹۱	۰/۹۲	۱۹/۸۹	۱۹/۹۷	۳/۵۷	۱۸/۱۹	۲۱/۷۶	۲۹	۰۲۲۸۸
-/۰/۶	۱۶/۸۷	۰/۶۸	۱/۸۲	۱۷/۱۹	۱۷/۵۲	۶/۷۳	۱۴/۱۶	۲۰/۸۹	۳۰	۰۲۲۳۲
-/۰/۲۸	۱۴/۵۶	۰/۴۹	-/۰۳۴	۱۴/۵۶	۱۴/۵۷	-/۹۳	۱۴/۱۱	۱۵/۰۴	۳۱	۰۱۲۰۵
۰/۳	۱۸/۸۴	۰/۸۲	۰/۷۹	۱۸/۸۹	۱۸/۹۵	۲/۸۸	۱۷/۵۱	۲۰/۳۹	۳۲	۰۱۷۶۴
-/۲/۴۶	۲۰/۸۴	۱/۱۴	۲/۸۶	۲۲/۱۶	۲۳/۵۷	۱۶/۰۵	۱۵/۵۵	۳۱/۶	۳۴	۰۱۸۳۱
۰/۵۲	۱۸/۶۱	۰/۸	۰/۶۳	۱۸/۶۵	۱۸/۶۸	۲/۲۳	۱۷/۵۷	۱۹/۸	۳۵	۰۱۳۰۲
۱/۱۵	۱۷/۱۹	۰/۶۸	۰/۳۷	۱۷/۱۹	۱۷/۲	-/۸۷	۱۶/۷۷	۱۷/۶۴	۳۶	۰۱۴۹۶
-/۰/۰۵	۱۶/۱۳	۰/۶۲	۱/۵۸	۱۶/۳۵	۱۶/۵۷	۵/۴۱	۱۳/۸۷	۱۹/۲۸	۳۷	۰۱۴۴۲
-/۰/۱۴	۱۱/۷	۰/۳۲	۱/۴۳	۱۱/۸۲	۱۱/۹۵	۳/۴۹	۱۰/۲۱	۱۳/۷	۳۸	۰۱۹۳۴
۲/۸۱	۲۳/۸۹	۱/۳۶	-/۲/۱۴	۲۴/۲	۲۴/۵۲	-/۷/۸۲	۲۸/۴۳	۲۰/۶۱	۳۹	۰۱۲۸۰
-/۱/۶۵	۲۱/۴	۱/۱۲	۲/۱۸	۲۲/۰۴	۲۲/۷	۱۰/۸۷	۱۷/۳۷	۲۸/۱۴	۴۰	۰۱۱۹۱
۱/۷۷	۲۵/۰۳	۱/۴۵	-/۰/۶۴	۲۵/۰۶	۲۵/۱	-/۲/۷۳	۲۶/۴۷	۲۳/۷۴	۴۱	۰۱۴۰۵
۰/۹	۵۴/۴۳	۶/۹	۰/۶۴	۵۴/۵۳	۵۴/۶۳	۶/۵۷	۵۱/۳۵	۵۷/۹۲	۴۲	۰۱۷۵۰
-/۰/۲۵	۸/۲۲	۱/۱۵	۰/۵۷	۸/۲۳	۸/۲۵	-/۸۸	۷/۸۱	۸/۶۹	۴۴	۰۱۷۵۱
-/۱/۶۷	۲۲/۹۷	۱/۳۱	۲/۳۶	۲۳/۸۲	۲۴/۷	۱۳/۰۷	۱۸/۱۷	۳۱/۳۴	۴۵	۰۱۲۱۴
-/۱/۱۶	۱۰/۶۱	۰/۲۸	۲/۵۸	۱۱/۱۱	۱۱/۶۳	۶/۸۹	۸/۱۹	۱۵/۰۸	۴۶	۰۲۰۶۲
۰/۴۲	۷/۹۷	۰/۱۵	-/۱/۸	۸/۰۵	۸/۱۳	-/۲/۲۴	۹/۲۵	۷/۰۱	۴۷	۰۱۲۵۷
-/۱/۴۲	۹/۷۸	۰/۲۵	۲/۸۵	۱۰/۳۹	۱۱/۰۴	۷/۴۷	۷/۳۱	۱۴/۷۸	۴۸	۰۱۷۵۵
-/۰/۷۱	۲۶/۹۹	۱/۶۹	۰/۵۱	۲۷/۰۲	۲۷/۰۶	۲/۵۶	۲۵/۷۸	۲۸/۳۴	۴۹	۰۱۷۶۱
-/۰/۶۸	۲۰/۷۱	۰/۹۹	-/۰/۲	۲۰/۷۲	۲۰/۷۲	-/۰/۷۵	۲/۱	۲۰/۳۵	۵۰	۰۲۰۹۲

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش با شاخص‌های مقاومت در ژنوتیپ لوبیای معمولی

DRI	HM	STI	SSI	GMP	MP	TOL	YS	YP	Indecs
								۱	YP
							۱	۰/۸۶**	YS
						۱	-۰/۱۹ ^{ns}	۰/۳۴**	TOL
					۱	۰/۰۸ ^{ns}	۰/۹۶**	۰/۹۶**	MP
				۱	۰/۹۹**	۰/۰۵ ^{ns}	۰/۹۷**	۰/۹۶**	GMP
			۱	-۰/۲۲ ^{ns}	-۰/۱۹ ^{ns}	۰/۸۹**	-۰/۴۳**	۰/۰۶ ^{ns}	SSI
		۱	-۰/۱۶ ^{ns}	۰/۹۵**	۰/۹۵**	۰/۰۸	۰/۹۱**	۰/۹۲**	STI
	۱	۰/۹۵**	۰/۲۴ ^{ns}	۰/۹۹**	۰/۹۹**	۰/۲۰ ^{ns}	۰/۹۸**	۰/۹۵**	HM
۱	۰/۳۱*	۰/۲۴	۰/۸۹**	۰/۲۸	۰/۲۵	-۰/۹۱**	۰/۴۹**	۰/۰۰ ^{ns}	DRI

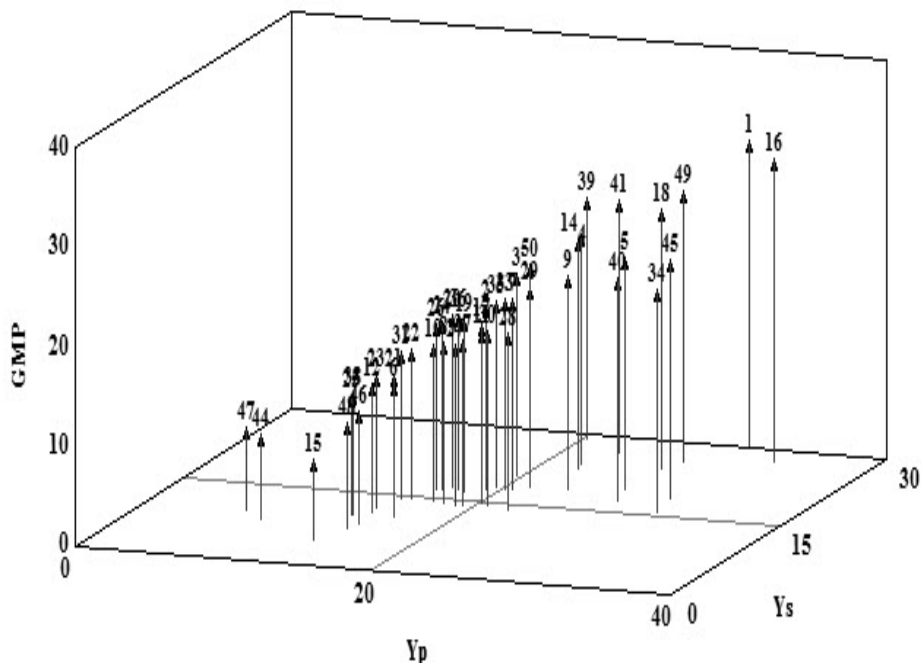
ns, * و ** به ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

به خشکی و شناسایی توده‌های متحمل به خشکی در عدس، از شاخص‌های GMP، STI و SSI به عنوان مناسبترین شاخص‌ها یاد کردند. نتایج به دست آمده با نتایج (Farshadfar et al., 2001) در بررسی ۲۱ لاین نخود، (Kanoni et al., 2002)، (Geravandi et al., 2010) در ارزیابی ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم نان، (Nouri et al., 2011) در بررسی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی در گندم دوروم نیز مطابقت می‌کند. پس از شناسایی بهترین شاخص‌های کمی متحمل به خشکی برای انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی و با عملکرد بالا در هر دو محیط تنش و بدون تنش، از نمودار سه‌بعدی استفاده شد (شکل‌های ۱، ۲، ۳ و ۴). نمودار سه‌بعدی رابطه بین سه متغیر Y_{pi} و Y_{si} و یکی از شاخص‌های تحمل به خشکی را نشان می‌دهد (Nourmand Moayyed, 1997 و Fernandez, 1992). که در آن عملکرد در محیط تنش بر روی محور Yها، عملکرد در محیط بدون تنش بر روی محور Xها و شاخص مقاومت بر روی محور Zها نمایش داده می‌شوند. نمودارهای سه‌بعدی بدست‌آمده از شاخص‌های HARM، MP، GMP و STI نشان دادند که ژنوتیپ‌های ۱، ۱۶، ۱۸ و ۴۹ در گروه A قرار گرفتند و نشان‌دهنده تحمل به خشکی این ژنوتیپ‌ها و همچنین عملکرد بالا در دو محیط تنش و بدون تنش است. درواقع نمودارهای سه‌بعدی تائیدی بر نتایج حاصله بدست آمده از مرحله قبل می‌باشند. استفاده از نمودار سه‌بعدی برای شناسایی ژنوتیپ‌های گروه A از سایر

(Mohammadi et al., 2008) در بررسی صفات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های لوبیا سفید، سه شاخص GMP، STI و MP را به عنوان شاخص‌های مناسب انتخاب برای تحمل به خشکی معرفی کردند. (Schenider et al., 1997) نیز از بین شاخص‌های مقاومت، شاخص GMP را به عنوان شاخص مناسب در نظر گرفتند. (Habibi et al., 2006) با بررسی روابط عملکرد دانه با برخی از صفات مهم زراعی لوبیا قرمز در شرایط آبیاری محدود، STI، GMP و MP را به علت داشتن همبستگی بالا با عملکرد تحت هر دو شرایط تنش و بدون تنش، به عنوان شاخص‌های مهم در گزینش و انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی معرفی نمودند. (Khaghani et al., 2009) در بررسی صفات کمی و کیفی لوبیای سفید و قرمز در شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی، از MP، GMP و STI به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌های مقاومت به خشکی یاد کردند. بر اساس نتایج بدست آمده از محققین دیگر، وضعیت نسبی عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و بدون تنش خشکی را می‌توان به عنوان معیاری مناسب برای تحمل به خشکی پیشنهاد کرد (Turner, 2003؛ Blum, 1988؛ Arnon, 1972). (Zabet et al., 2003) در مطالعه اثرات تنش خشکی در ماش، شاخص‌های تحمل به تنش، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) و میانگین حساسی بهره‌وری (MP) را به عنوان شاخص‌های موثر در انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم و متحمل به خشکی معرفی کردند. (Asadi chaleshtari et al., 2006) به منظور تعیین شاخص‌های کمی تحمل

گروه‌ها، در لوبیا (Fernandes, 1992)، در نخود (Emam Farshadfar et al., 2001) و (Poor esmaiel et al., 2009) مورد تأیید قرار گرفته است.

گروه‌ها، در لوبیا (Fernandes, 1992)، در نخود (Emam Farshadfar et al., 2001) و (Poor esmaiel et al., 2009) مورد تأیید قرار گرفته است.



شکل ۱- نمودار سه‌بعدی عملکرد لوبیای معمولی در شرایط بدون تنش (Yp) و شرایط تنش (Ys) برای شاخص‌های GMP.

مولفه قادر به انتخاب ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالا در شرایط تنش دارند (ژنوتیپ‌های منطقه C)، می‌باشد. بر اساس این دو مولفه نمودار چندمتغیره بای‌پلات که امکان مطالعه همزمان بیش از سه متغیر را فراهم می‌کند، به منظور گزینش دقیق‌تر ژنوتیپ‌ها رسم شد (شکل ۲). از آنجایی که مولفه اول به عنوان مولفه مقاومت به خشکی معرفی شد و اینکه همبستگی بالایی بین شاخص‌های متحمل که در این مولفه قرار دارند، وجود دارد می‌توان ژنوتیپ‌هایی که در فضای موجود بین Yp و Ys و مجاور شاخص‌های متحمل قرار می‌گیرند را به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و با عملکرد بالا پیشنهاد کرد.

بر این اساس ژنوتیپ‌های ۱۸، ۱، ۱۶ و ۴۹ به دلیل قرارگیری در ناحیه با پتانسیل تولید بالا و حساسیت پائین به خشکی و همچنین نزدیکی با بردارهای مربوط به شاخص‌های متحمل به خشکی MP، GMP، HARM، STI و Ys، به عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم با عملکرد بالا شناخته شدند. ژنوتیپ‌های ۲۸ و ۲۹ که در ناحیه با عملکرد پائین در شرایط تنش و حساسیت بالا به

در این آزمایش پس از انجام تجزیه به مولفه‌های اصلی روی هفت شاخص و دو صفت عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش در ۴۶ ژنوتیپ، ملاحظه شد که دو مولفه اول با داشتن مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک، مجموعاً ۵۰٫۹۷٪ از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند (جدول ۴). به گونه‌ای که مولفه اول توجیه کننده ۹۶٫۶۵٪ از تغییرات کل داده‌ها بوده و دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با YP، YS، MP، GMP، HARM و STI می‌باشد.

به این ترتیب به نام مولفه پتانسیل و پایداری عملکرد و تحمل به خشکی نام‌گذاری شد. از آنجایی که میزان بالای این شاخص‌ها مطلوب می‌باشد می‌توان روی بای‌پلات حاصله، ژنوتیپ‌هایی که دارای عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش و همچنین مقادیر بالا از شاخص‌های HARM، GMP و STI می‌باشند را انتخاب نمود. دومین مولفه ۵۳٫۳۱٪ از کل تغییرات داده‌ها را بیان کرده است. در این مولفه، شاخص‌های TOL و SSI قرار گرفتند. از این رو به نام مولفه حساسیت به تنش خشکی نام‌گذاری شده است. این

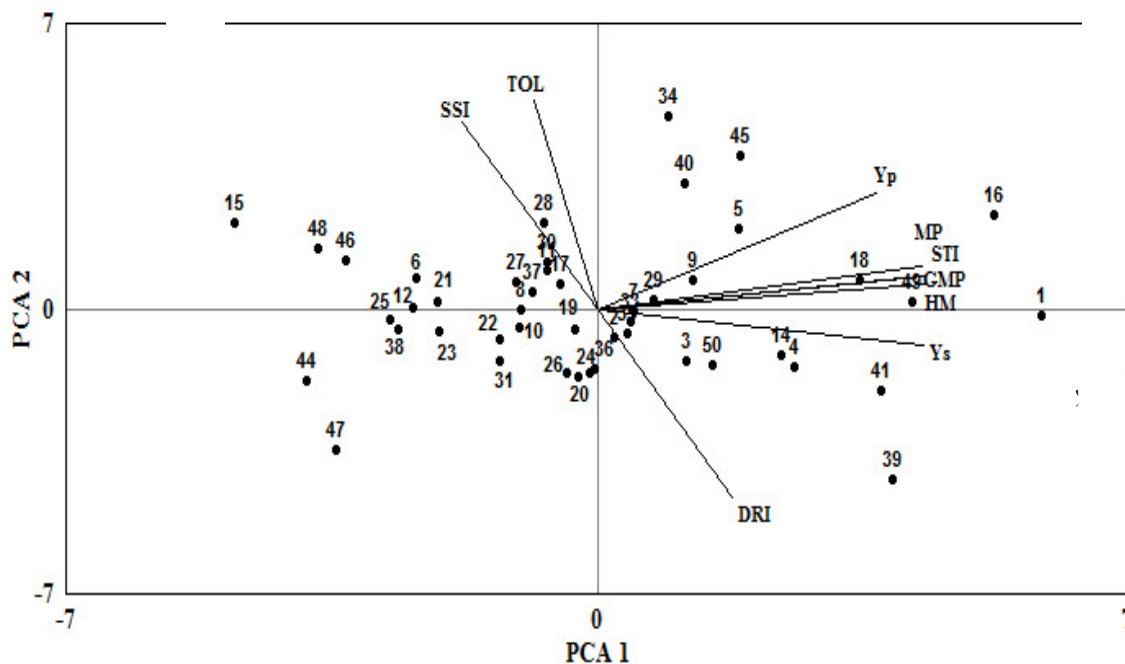
خشکی و در مجاورت شاخص‌های مهم حساسیت به خشکی SSI و TOL قرار گرفتند، را می‌توان برای کشت در شرایط آبی پیشنهاد نمود.

جدول ۴ - تجزیه به مولفه‌های اصلی برای شاخص‌های مقاومت به خشکی برای ژنوتیپ لوبیای معمولی

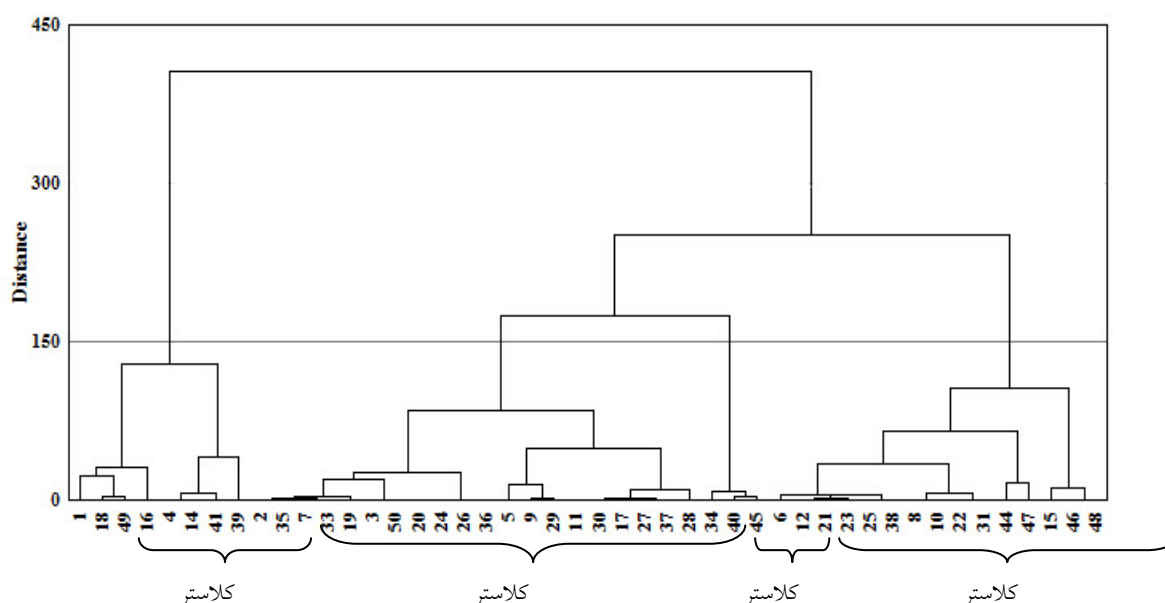
مؤلفه	مقادیر ویژه	سهم تجمعی	Yp	Ys	MP	GMP	HARM	STI	SSI	TOL	DRI
۱	۵/۸۱	۶۵/۹۷	۰/۹۷۷	۰/۹۴۳	۰/۹۹۷	۰/۹۹۴	۰/۹۹۱	۰/۹۶۴	-۰/۱۳۱	۰/۱۳۷	۰/۱۹۸
۲	۲/۹۶	۳۱/۵۳	۰/۲۰۱	-۰/۳۲۸	۰/۰۶	-۰/۰۹۲	-۰/۱۲۱	-۰/۰۴۸	۰/۹۵۴	۰/۹۸۲	-۰/۹۵۵

که بیانگر وجود ژن‌های متحمل به خشکی در آنها است. ژنوتیپ‌های کلاستر چهارم در نمودار چندمتغیره بای‌پلات در ناحیه با عملکرد پائین در هر دو شرایط تنش و بدون تنش (ناحیه D) قرار داشتند. از این ژنوتیپ‌ها به دلیل داشتن حداکثر فاصله ژنتیکی از لحاظ عملکرد و همچنین مقاومت به خشکی با ژنوتیپ‌های کلاستر اول (ناحیه A)، می‌توان در برنامه‌های اصلاحی و تلاقی ژنوتیپ‌ها برای به دست آوردن حداکثر عملکرد و تثبیت ژن‌های متحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های هیبرید، استفاده نمود.

گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بر مبنای شاخص‌های STI، MP، GMP و HARM و همچنین عملکرد تحت شرایط تنش و بدون تنش، از طریق تجزیه کلاستر با کمک روش Ward انجام شد. نتایج حاصل نشان داد که ژنوتیپ‌ها در ۴ کلاستر مجزا قرار گرفتند. دندروگرام حاصله از تجزیه خوشه‌ای ۴۶ ژنوتیپ لوبیای معمولی حاکی از قرارگیری ژنوتیپ‌های ۱، ۱۶، ۱۸، ۴۹، ۴، ۱۴، ۴۱ و ۳۹ در یک کلاستر بود که از بین این ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ‌های ۱، ۱۶، ۱۸ و ۴۹ قبلاً به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل با عملکرد بالا شناخته شده بودند.



شکل ۲- نمودار بای‌پلات برای تعیین شاخص‌ها و ژنوتیپ‌های برتر لوبیای معمولی در شرایط تنش خشکی.



شکل ۳- دندروگرام حاصل از گروه‌بندی ۵۰ ژنوتیپ لوبیای معمولی براساس عملکرد تحت شرایط بدون تنش (Yp) و تنش (Ys) و شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI با استفاده از روش Ward.

نتیجه‌گیری کلی

درمجموع نتایج این تحقیق نشان داد که از نظر تحمل به خشکی بین ژنوتیپ‌های لوبیای معمولی مورد بررسی تنوع وجود دارد. بطوریکه شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی می‌تواند در اجرای برنامه‌های اصلاحی برای بدست آوردن ژنوتیپ‌های برتر از لحاظ تحمل به خشکی و همچنین ژنوتیپ‌هایی که عملکرد قابل قبولی در هر دو شرایط بدون تنش و تنش دارند، مفید و ارزشمند باشد. از بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۱۶، ۱۸ و ۴۹ در هر دو شرایط عملکرد نسبتاً یکسانی داشتند که می‌تواند بیانگر وجود ژن‌های متحمل به خشکی در این ژنوتیپ‌ها باشد که آنها را برای کشت در مناطق دیم مناسب می‌سازد. همچنین در صورت تکرار آزمایش برای ژنوتیپ‌های ۱۳ و ۳۲ و بدست آمدن نتایجی مشابه این تحقیق، این

ژنوتیپ‌ها می‌توانند کشت لوبیا در مناطق با بارش سالیانه پائین را نوید دهند و انجام پژوهش‌های بعدی برای ژنوتیپ شماره ۴۳ به دلیل داشتن عملکرد فوق‌العاده مناسب، می‌تواند این ژنوتیپ را به عنوان ژنوتیپی با عملکرد دانه بالا که از نظر اقتصادی مورد توجه است، معرفی کند.

سپاسگزاری

هزینه انجام این تحقیق در قالب طرح تحقیقاتی با شماره ۷۱۰۱۰۱۰/۱/۰۴ از محل طرح تحقیقاتی دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی دانشگاه تهران و همچنین قطب علمی تحقیقات حبوبات دانشگاه تهران تأمین شده است که از مساعدت به عمل آمده تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

1. Abdolshahi, R., Omidi, M., Talei, A. R. & Yazdi Samadi, B. (2010). Evaluation of bread wheat genotypes for drought tolerance. *Electronical Journal Crop Paper*, 3 (1), 159-171. (In Farsi)
2. Anbessa, Y. & Bejiga, G. (2002). Evaluation of Ethiopian chickpea landraces for tolerance to drought. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 49, 557-564.
3. Anonymous. (2011). FAO.ORG.
4. Arnon, I. (1972). *Crop Production in Dry Region*. Leonard hill Publisher, London.

5. Asadi-Chalesh-Tory, S., Hasanzadeh-Ghort-Tapeh, A. & Fayaz-Moghadam, A. (2005). Evaluation of drought tolerance index in lentil and rates of west Azarbayjan. *Journal Agriculture Science and Nature Resour*, 13 (2). (In Farsi)
6. Bagheri, A., Zand, A. A. & Parsa, M. (2007). *Legumes, strangleholds and guidelines*. Mashhad university jahad publications. (In Farsi)
7. Betran, F. J., Beck, D., Banziger, M. & Edmeades, G.O. (2003). Genetic analysis of inbred and hybrid grain yield under stress and non stress environments in tropical maize. *Crop Science Journal*, 43, 807-817.
8. Blum, A. (1988). *Plant Breeding for Stress environments*. CRC Press Florida, pp 212.
9. Bouslama, M. & Schapaugh, W. T. (1984). Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Science*, 24, 933-937.
10. Byrne, P. F., Bolanos, J., Edmeades, G. O., & Eaton, D. L. (1995). Gains from selection under drought versus multilocation testing in related tropical maize populations. *Crop Science Journal*, 35, 63-69.
11. Dursum, A. (2007). Variability, heritability and correlation studies in bean genotypes. *World Journal of Agricultural Sciences*, 3(1), 12-16.
12. Ebrahimi, M., M. R. Bihamta, A. Hosein-Zadeh, F. Khialparast, & M. Golbashi. (2010). Evaluation response of yield and yield components of white bean genotypes under water stress conditions. *Journal of Agricultural Research*, 8, 347-358. (In Farsi)
13. Emam Jome, A. (1999). *Determine the genetic distance by RAPD-PCR, evaluation of drought resistance indices and analysis of adaptation in the of Iranian chickpea*. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Razi University of Kermanshah. (In Farsi)
14. Farshadfar, A., Zamani, M. R., Motallebi, M. & Emam Jome, A. (2001). Selection for drought resistance in chickpea lines. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 32(4), 65-77. (In Farsi)
15. Fernandes, G. C. J. (1993). Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: C. G. You. (Ed.). *Adaptation of Food Crop to Temperature and Water Stress*. AVRRC, Hanhua, Taiwan, PP. 257-270.
16. Fischer, R. A., & R. Maurer. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars: I-Grain yield responses. *Australian Journal Agricultural Research*, 29, 897-912.
17. Gavuzzi, P., Rizza, F., Palumbo, M., Campaline, R. G., Ricciardi, G. L., & Borghi, B. (1997). Evaluation of field and laboratory of drought and heat stress in winter cereals. *Canadian Journal Plant Science*, 77, 523-531.
18. Geravandi, M., Farshadfar, E., & Kahrizi, D. (2010). Evaluation of drought tolerance in wheat advanced genotypes in field and laboratory condition. *Seed and Plant Improvement Journal*, 1 (2), 233-252. (In Farsi)
19. Ghassemi-golezani, K., & Mardfar, R. A. (2008). Effects of limited irrigation on growth and grain yield of Common bean. *Journal of Plant Sciences*, 3, 230-235. (In Farsi)
20. Golestani, S. A., & 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. (In Farsi)
21. Habibi, GH. R., Ghanadha, M. R., Sohani, A. R., & 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. *Journal of Agricultural Science and Natur Resours*, 13(3). (In Farsi)
22. Hayase, R., & Singh, S. H. (2007). Response of cultivar of Race Durango to continual dry bean versus rotationl production systems. *Agron Journal*, 99, 1458-1462.
23. Kanoni, H., Kazemi, H., Moghadam, M., & Neishabori, M. (2002). Selection of Chickpea lines for agricultrue (*Cicer arietinum* L.) for drought tolerance. *Agricultural science*, 12, 109- 121. (In Farsi)
24. Khaghani, Sh., Bihamta, M. R., Changizi, M., Dori, H. R., Khaghani, Sh., Bakhtiari, A., & Safapour, M. (2009). Compare quantitative and quality traits in white and red bean in common irrigation and drought stress. *Journal of Environmental Stress in Plant Science*, 1 (2), 169-181. (In Farsi)
25. Kristin, A. S., Senra, R. R., Perez, F. I., Enriques, B. C., Gallegos, J. A. A., Vallego, P. R., Wassimi, N., & Kelley, J. D. (1997). Improving common Bean Performance under drought stress. *Crop Science*, 37, 43-50.

26. Mohammadi, A., Bihamta, M. R., Soluki, M., & Dori, H. R. (2009) Study of quantitative and qualitative traits and their relationships whit grain yield in white bean (*Phaseolus vulgaris L.*) under optimum and limited irrigation conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 10 (3), 231-243. (In Farsi)
27. Mohammadi, R., Armion, M., Kahrizi, D., Amri, A. (2010). Efficiency of screening techniques for evaluating durum wheat genotypes under mild drought conditions. *Journal of Plant Production*, 4(1), 11-24.
28. Majnoun Hossini, N. 2008. *Gran legume prudction*. Jahad Daneshgahi Universib of Tehran 283 pp. (In Fars.)
29. Nouri, A., Etminan, A. R., silva, D., & Mohammadi, R. (2011). Assessment of yield, yield-related traits and drought tolerance of durum wheat genotypes (*Triticum Turjidium Var. Durum Desf.*). *Astralian Journal of Crop Science*, 5 (1), 8-16. (In Farsi)
30. Nourmand Moayyed, F. (1997). *Study Variation of quantitative traits and their relation to the performance of bread wheat (Triticum aestivum L.) in dry and water conditions and determine the best indices of drought resistance*. M. Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Tehran University. PP. 15-57. (In Farsi)
31. Pimentel, C., Laffray, D., & louguet, P. (1999). Intrinsic water efficiency at the pollination stage as a parameter for drought tolerance selection in phaseolus vulgaris. *Physiological Plant Agricultural*, 106, 184-189.
32. Pouresmael, M., Akbari, M., Vaezi, Sh., & Shahmoradi, Sh. (2009). Effects of drought stress gradient on agronomic traits in kabuli chickpea core collection. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 11 (4), 307-324. (In Farsi)
33. Rajaram, S., Van Ginkle, M. (2001). *Mexico, 50 years of international wheat breeding*. In *The world Wheat Book, A History of Wheat Breeding, Bonjean AP, and Angus WJ (eds) Paris, France*. Lavoisier Publishing, 579-604.
34. Rathjen, A. J. (1994). The biological basis of genotype×environment interaction Its definition and management. In: *Proceedings of the Seventh Assembly of the Wheat Breeding Society of Australia*. Adelaide, Australia.
35. Reddy, A. R., Chaitanya, K.V., & Vivekananda, M. (2004). Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Plant Physiological Journal*, 161, 1189-1202.
36. Rosille, A. A., & Hambilin, J. (1981). Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*, 21, 43-46.
36. Safapour, M. Khaghani, Sh. Amir Abadi, M. Teymori, M. & Bezian, M. K. (2009). Compared the effects of water stress on agronomic traits and phenology of white beans. *Findings of Modern Agricultural*. (4), 367-378. (In Farsi)
37. Samizadeh, H. (1996). *Phenotypic and genotypic variation of quantitative traits and their correlation with the yield of white Chickpeas*. M.Sc. Thesis, Islamic Azad University of Karaj. (In Farsi)
38. Schneider, K., A. Rosales –Seerna, R., Iarra-Peres, F., Cazares-Enriques, B., Acosta–Gallegos, J. A. A., Ramires-Vallejo, P., Wassimi, N., & Kelly, J. D. (1997). Improving common bean performance under drought stress. *Crop Science*, 37, 43-50.
39. Singh, S. H. (2007). Drought resistance in Race Durango Dry Bean Landraces and Cultivars. *Agron Journal*, 99, 1919-1225.
40. Singh, S. P. (1995). Selection for water-stress tolerance in interracial populations of common bean. *Crop Science*, 35, 118-124.
41. Teran, H., & Singh, S. P. (2002). Comparasion of sources and lines selected for drought resistance in Common bean. *Crop Science*, 42, 64–70.
42. Turner, N. C. (2003). Adaptation to drought: lessons from studies with chickpea. *Indian Journal of Plant Physiology*, 11–17.
43. Yaghotipoor, A. (2002). *Stability of pea crop varieties for drought tolerance using non-parametric statistics*. Faculty of Agriculture at Razi University in Kermanshah. (In Farsi)

44. Zabet, M., Hosein Zade, A. H., Ahmadi, A., & Khialparast, F. (2003). Effect of Water stress on different traits and determination of the best water stress index in mung bean (*Vigna radiate*). *Iranian Journal of Agriculture Science*, 34 (4), 889-898. (In Farsi)
45. Zhao, C. X., Guo L. Y., Jaleel, C. A., Shao, H. B., & Yang, H. B. (2008). Prospects for dissecting plant-adaptive molecular mechanisms to improve wheat cultivars in drought environments. *Compt Rend Biology Journal*, 331, 579- 586.