

## گزینش برای تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.).

علی گنجعلی<sup>۱</sup>، محمد کافی<sup>۲</sup>، عبدالرضا باقری<sup>۱</sup> و فرج‌الله شهریاری<sup>۲</sup>

### چکیده

به منظور ارزیابی و گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی نخود و نیز تعیین مناسب‌ترین شاخص‌های مقاومت به خشکی، آزمایشی در دو منطقه، مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی مشهد و ایستگاه تحقیقات کشاورزی نیشابور طی سال زراعی ۱۳۸۲ انجام شد. ۳۴ رقم و ژنوتیپ نخود در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در شرایط تنش (دیم) و بدون تنش (آبی) مورد مطالعه قرار گرفتند. شاخص‌های کمی مقاومت و حساسیت به خشکی مانند شاخص تحمل تنش (STI)، شاخص حساسیت به تنش (SSI)، میانگین بهره‌وری (MP)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، شاخص تحمل (TOL) و میانگین هارمونیک (HM) براساس عملکرد گیاه در شرایط تنش (YS) و عملکرد آبی (Yp) محاسبه شدند. تفاوت‌های معنی‌داری بین ارقام و ژنوتیپ‌های نخود از نظر شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی بجز شاخص‌های SSI و TOL در دو منطقه مورد بررسی وجود داشت. در شرایط بدون تنش ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹ و ۳۱ یعنی ژنوتیپ‌های MCC460، MCC10 و MCC5، MCC448 و MCC13، ICCV93042، ICCV93040، شاخص‌های ۱۹ و ۱۶ یعنی ژنوتیپ‌های MCC10 و MCC13، ICCV93040 از این حیث برتر از سایرین بودند. نتایج حاصل از تجزیه همبستگی صفات نشان داد که شاخص‌های MP، GMP، STI، HM همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش دارند. بنابراین در نخود شاخص‌های فوق مناسب‌ترین شاخص‌ها برای گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی می‌باشند. براساس این شاخص‌ها ژنوتیپ‌های ۴، ۱۶ و ۱۹ که دارای بالاترین عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش می‌باشند و در فضای نمودار چند متغیره بای‌پلات در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص‌های مقاومت به خشکی MP، GMP، STI و HM قرار می‌گیرند به عنوان ژنوتیپ‌های نخود متحمل به خشکی پیشنهاد می‌شوند.

**واژه‌های کلیدی:** بای‌پلات، تنش خشکی، شاخص‌های تحمل به خشکی، نخود.

### مقدمه

نهاده‌های کمی نیاز دارد. خصوصیات هم‌چون توانایی تثبیت نیتروژن، ریشه‌دهی عمیق و استفاده مؤثر از نزولات جوئی سبب شده است که این گیاه نقش مهمی در ثبات تولید نظام‌های زراعی ایفا نماید. با این وجود به دلیل حساسیت اغلب ارقام و ژنوتیپ‌های موجود به تنش‌های مختلف زیستی و غیر زیستی عملکرد آن کم و ناپایدار است، به نحوی که با وجود افزایش ۸ برابری تولید غلات در سه دهه گذشته، افزایش عملکرد این گیاهان محسوس نبوده است (۲).

در بین حبوبات، نخود دومین محصول جهانی است که در ۴۸ کشور جهان با سطحی بیش از ۱۱ میلیون هکتار و تولیدی بیش از ۸ میلیون تن با درصد پروتئین بالا (۲۴-۲۲ درصد) کشت می‌شود (۹). این گیاه عمدتاً در نظام‌های کشاورزی مناطق خشک و نیمه خشک کشت می‌شود و به

۱- عضو هیئت علمی پژوهشکده علوم گیاهی، و ۲- اعضاء هیئت علمی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

در مناطق دارای کمبود آب، افزایش بازدهی گیاه هم از طریق ایجاد تغییرات ژنتیکی در گیاه که آن را قادر می‌سازد در محیط‌های دارای تنش خشکی بهتر عمل نماید و هم از طریق تغییر عملیات زراعی امکان‌پذیر است. بازدهی در شرایط تنش، توسط بیوماس گیاه یا عملکرد دانه تعیین می‌شود اما غالباً بازدهی تولید براساس ثبات تولید یا عملکرد در نواحی دارای تنش خشکی سنجیده می‌شود (۱۹). انتخاب برای عملکرد یا صفات مؤثر در بهبود عملکرد در شرایط تنش خشکی و فراهمی رطوبت مشکلی است که همچنان برای متخصصان اصلاح گیاهان وجود داد. در راستای حل این مشکل معیارهای متفاوتی برای گزینش ژنوتیپ‌ها در شرایط فوق پیشنهاد شده است (۸، ۱۰، ۱۱، ۱۸ و ۲۱). در این رابطه برغم شناخت مکانیسم‌های مقاومت به خشکی در تعداد زیادی از گیاهان زراعی، هنوز معیار عملکرد دانه و ثبات آن در محیط‌های دارای تنش خشکی، برای گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم و حساس به خشکی به طور وسیع توسط متخصصان اصلاح نباتات مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۰).

آرنون (۵) معتقد است که مقاومت به خشکی در یک گیاه به توانایی آن در جذب رطوبت محدود خاک بستگی دارد. به این معنی که در مقدار رطوبت ثابت خاک، توانایی یک ژنوتیپ از ژنوتیپ دیگر از نظر جذب آب بیشتر باشد. متخصصان اصلاح نباتات، عملکرد و پایداری عملکرد گیاه تحت تنش را به عنوان شاخص ارقام مقاوم پیشنهاد می‌نمایند. لانگر و همکاران (۱۴) اختلاف بین بالاترین و پایین‌ترین میانگین عملکرد را به عنوان معیار اولیه ثبات عملکرد برای شرایط محیطی متغیر پیشنهاد و بیان نمودند که ضرایب رگرسیون و دامنه اختلاف‌ها همبستگی بسیار بالایی با ثبات عملکرد دارند (۵۹/۰ تا ۷۶/۰). بلام (۷) بیان داشت که انتخاب برای مقاومت به خشکی باید با انتخاب مواد ژنتیکی برای پتانسیل عملکرد بالا در شرایط بدون تنش همراه باشد. بنابراین ارقامی که در شرایط رطوبتی مناسب و شرایط تنش خشکی عملکرد با ثبات‌تری داشته و یا لاقلاً تفاوت عملکرد آنها کم باشد، احتمالاً مقاومت نسبی بیشتری به خشکی

در ایران، نخود در بین حبوبات سرما دوست بیشترین سطح زیرکشت و تولید را به خود اختصاص داده است، این در حالی است که از نظر عملکرد در واحد سطح در بین کشورهای تولید کننده به همراه کشور تانزانیا با عملکرد ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار در آخرین رده قرار می‌گیرد (۹). وجود تنش‌های مختلف زیستی و غیر زیستی، عدم وجود و یا دسترسی به ارقام مقاوم به تنش‌ها و عدم اعمال صحیح مدیریت زراعی از جمله دلایل اصلی کاهش عملکرد این گیاه می‌باشد. کاهش جهانی تولید نخود که ناشی از تنش خشکی است ۳/۷ میلیون تن برآورد شده است که پیشبینی می‌شود ۲/۱ میلیون تن آن را بتوان از طریق فعالیت‌های اصلاحی جبران کرد (۱۶). تلاش‌های اصلاحی، روش‌های به زراعی و استفاده از ارقام مناسب به مقدار زیادی در کاهش این فاصله مؤثر هستند (۱۳). استان خراسان یکی از مناطقی است که در اکثر مناطق آن تنش‌های مهم، بویژه تنش خشکی شدیداً عملکرد این محصول را کاهش داده است. براساس مطالعات انجام شده، از بین عوامل مختلف ایجاد کننده تنش از جمله بیماری‌ها، آفات، علف‌های هرز، خشکی، شوری و سرما، خشکی به تنهایی عملکرد این گیاه را ۴۵ درصد کاهش می‌دهد (۴). بیدنگر و همکاران (۶) و سلیم و همکاران (۱۷) خشکی را به عنوان مهم‌ترین تنش غیر زنده در نخود معرفی کردند. سینگ و سکسینا (۲۲) افزایش اندازه دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت نخود را با انجام آبیاری نسبت به شرایط تنش خشکی گزارش کردند. سلیم و همکاران (۱۷) در آزمایش‌های خود روی ۲۰ واریته نخود که در شرایط دیم و آبی کشت شده بودند، گزارش کردند که عملکرد دانه به شدت تحت تأثیر رطوبت خاک قرار گرفته و در شرایط دیم بسیار کاهش می‌یابد. سینگ و سکسینا (۲۲) در ایکریست<sup>۱</sup> افزایش عملکرد دانه را با انجام آبیاری تا ۵۶ درصد در مناطق دارای تنش خشکی گزارش کردند.

1. International Crop Research Institute for the Semi - Arid Tropics (ICRISAT)

خشکی به عنوان یک ضرورت در اولویت قرار می‌گیرد. آزمایش حاضر با هدف ارزیابی تنوع موجود در ۳۴ ژنوتیپ از کلکسیون نخود مشهد از نظر مقاومت به خشکی، بررسی شاخص‌های مقاومت به خشکی و نیز شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی انجام شده است.

### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های نخود، تعیین بهترین شاخص‌های مقاومت به خشکی برای نخود و نیز گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی، تعداد ۳۴ ژنوتیپ از کلکسیون نخود مشهد با رعایت پوشش مناسبی از مناطق مختلف کشت نخود در کشور، انتخاب شدند (جدول ۱). آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۲ در دو محل مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی مشهد و مرکز تحقیقات کشاورزی نیشابور انجام شد. عملیات تهیه بستر در هر دو محل از پاییز سال ۱۳۸۱ با انجام شخم عمیق به میزان ۳۰ سانتی‌متر آغاز شد. آماده سازی زمین با انجام شخم بهاره، دیسک و سپس تسطیح در فروردین ماه ۱۳۸۲ انجام گرفت. ژنوتیپ‌ها در دو شرایط آبی (بدون تنش) و دیم (دارای تنش) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت شدند. فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و روی ردیف‌ها ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. هر کرت از ۳ ردیف بطول ۱/۵ متر تشکیل شد که بر روی هر خط ۱۵ عدد بذر بصورت دستی در عمق ۵ سانتی‌متر کشت شدند. در شرایط آبی (بدون تنش) مطابق عرف منطقه هر ۱۲ روز یک بار اقدام به آبیاری شد ولی در شرایط دیم (دارای تنش) هیچگونه آبیاری پس از کاشت تا انتهای فصل رشد انجام نگرفت. میزان بارندگی در طول فصل رشد و درجه حرارت هوا در شکل ۱ آمده است.

عملیات داشت شامل وجین، مبارزه با آفات و بیماری‌های گیاهی و آبیاری به طور دقیق در طول فصل رشد انجام گرفت. در پایان فصل رشد پس از رسیدگی کامل، عملکرد دانه هر کرت پس از حذف حاشیه‌ها در هر دو آزمایش آبی و دیم برداشت شد و مورد محاسبه و تجزیه‌های آماری قرار

خواهند داشت. فیشر و مورو (۱۲) وضعیت عملکرد دانه در شرایط تنش را به عنوان معیار مقاومت به خشکی معرفی کرد، ایشان وضعیت عملکرد نسبی ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و عدم تنش را به عنوان معیار مناسب برای گزینش مقاومت به خشکی ژنوتیپ‌ها، پیشنهاد نمودند. در ژنوتیپ‌های لویبا، فرناندز (۱۰) شاخص تحمل به تنش (STI)<sup>۱</sup> را به عنوان بهترین معیار برای شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی معرفی کرد. فیشر و مورر (۱۲) و رزیل (۱۵) به ترتیب شاخص حساسیت به تنش (SSI)<sup>۲</sup> و شاخص تحمل (TOL)<sup>۳</sup> را معرفی نمودند. فرشادفر و همکاران (۳) در ارزیابی ۲۱ لاین نخود، شاخص‌های  $HM^4$ ،  $MP^5$ ،  $GMP^6$  و  $STI$  را مناسب‌ترین شاخص‌ها برای گزینش لاین‌های مقاوم به خشکی نخود پیشنهاد کردند. کانونی و همکاران (۴) دو شاخص  $STI$  و  $MP$  را به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها برای شناسایی ارقام دارای عملکرد بالا در هر دو محیط دیم (دارای تنش) و آبی (بدون تنش) پیشنهاد نمودند. صدیق و همکاران (۲۳) اثر متقابل فنولوژی گیاه با الگوی مصرف آب و راندمان مصرف آب در گیاه را به عنوان معیارهای کلیدی سازگاری گیاه به محیط‌های خشک معرفی کردند.

با توجه به موارد اشاره شده ایجاد مقاومت یا تحمل به خشکی در گیاه به عنوان بخشی از یک راهکار تلفیقی، عملی‌ترین و اقتصادی‌ترین روش برای کاهش اثرات تنش می‌باشد. در این راستا یک برنامه اصلاحی زمانی موفق خواهد بود که از یک طرف، روش‌های مختلف گزینش را مورد توجه قرار دهد و از طرف دیگر مقدار کافی تنوع در برنامه‌های اصلاحی و یا در مواد در حال تفکیک ایجاد کند (۶). بنابراین جمع‌آوری و بررسی ژرم پلاسما‌های موجود نخود و گزینش آنها برای تنش‌های مختلف از جمله تنش

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

جدول ۱- شماره، نام و مبدا ژنوتیپ‌های مورد استفاده در آزمایش.

| مبدا    | نام ژنوتیپ          | شماره ژنوتیپ |
|---------|---------------------|--------------|
| ایکریست | ICCV 92944          | ۱            |
| ایکریست | ICCV 93032          | ۲            |
| ایکریست | ICCV 93039          | ۳            |
| ایکریست | ICCV 93040          | ۴            |
| ایکریست | ICCV 93042          | ۵            |
| ایکریست | ICCV 9408           | ۶            |
| ایکریست | ICC 93033           | ۷            |
| ایکریست | ICCV 89204          | ۸            |
| ایکریست | ILC 4958            | ۹            |
| ایکریست | FLIP 99 - 34C       | ۱۰           |
| ایکریست | FLIP 98 - 55C       | ۱۱           |
| ایکریست | FLIP 98 - 107C      | ۱۲           |
| ایکریست | FLIP 98 - 130C      | ۱۳           |
| ایکریست | FLIP 98 - 131C      | ۱۴           |
| ایکریست | FLIP 99 - 48C       | ۱۵           |
| ایران   | 13 <sup>1</sup> MCC | ۱۶           |
| ایران   | MCC 448             | ۱۷           |
| ایران   | MCC 5               | ۱۸           |
| ایران   | MCC 10              | ۱۹           |
| ایران   | MCC 12              | ۲۰           |
| ایران   | MCC 116             | ۲۱           |
| ایران   | MCC 115             | ۲۲           |
| ایران   | MCC 123             | ۲۳           |
| ایران   | MCC 119             | ۲۴           |
| ایران   | MCC 183             | ۲۵           |
| ایران   | MCC 464             | ۲۶           |
| ایران   | MCC 465             | ۲۷           |
| ایران   | MCC 120             | ۲۸           |
| ایران   | MCC 441             | ۲۹           |
| ایران   | MCC 476             | ۳۰           |
| ایران   | MCC 460             | ۳۱           |
| ایران   | MCC 191             | ۳۲           |
| ایران   | MCC 14              | ۳۳           |
| ایران   | MCC 180             | ۳۴           |

گرفت. شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی با استفاده از عملکرد گیاهان در آزمایش آبی (Yp) و آزمایش دیم (Ys) با استفاده از فرمول‌های موجود به شرح زیر محاسبه شدند.

در این فرمول SI<sup>1</sup> شدت تنش،  $\bar{Y}_s$  میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در آزمایش دیم (دارای تنش) و  $\bar{Y}_p$  میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط آبی (بدون تنش) می‌باشند.

پس از محاسبه شاخص‌های کمی، این شاخص‌ها به همراه عملکرد در شرایط تنش و غیر تنش با استفاده از نرم‌افزارهای Mstat-C و Excel تجزیه واریانس شدند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. برای تعیین روابط بین صفات، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و رسم نمودارها و همچنین برای ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌ها، تجزیه خوشه‌ای و رسم نمودار دندروگرام از نرم افزار رایانه‌ای STATISTICA استفاده شد.

### نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر کلیه شاخص‌های مقاومت به خشکی و نیز عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش به استثنای شاخص تحمل (TOL) در منطقه مشهد و شاخص حساسیت به تنش (SSI) در دو منطقه مورد آزمایش، اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۲). اختلاف‌های معنی‌دار دلیل بر وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها است که امکان انتخاب را برای دستیابی به ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی امکان‌پذیر ساخته است. وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها و ارقام نخود از نظر شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی در آزمایش‌های دیگران نیز گزارش شده است (۱، ۳ و ۴).

(۱) شاخص تحمل (TOL)  $TOL = Y_p - Y_s$

(۲) شاخص بهره‌وری متوسط  $MP = \frac{Y_s + Y_p}{2}$

(۳) شاخص تحمل به تنش (STI)  $STI = (Y_p \cdot Y_s) / (\bar{Y}_p)^2$

(۴) شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)  $GMP = \sqrt{Y_s \cdot Y_p}$

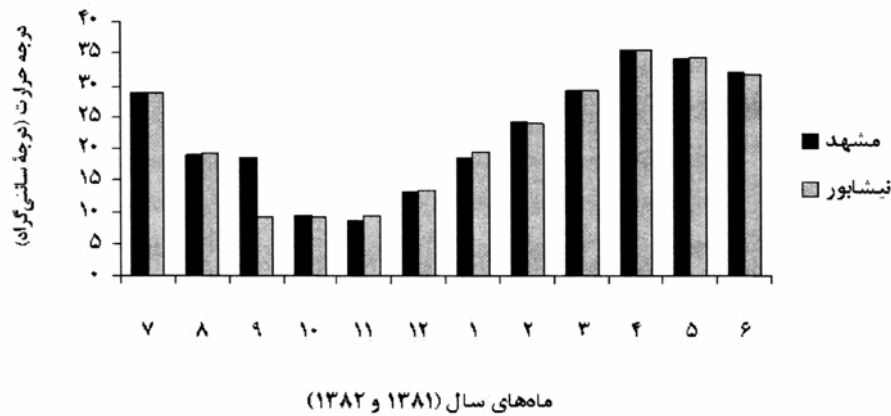
(۵) شاخص میانگین هارمونیک (HM)  $HM = 2(Y_p \cdot Y_s) / (Y_p + Y_s)$

(۶) شاخص حساسیت به تنش (SSI)  $SSI = 1 - (Y_s / Y) / SI$

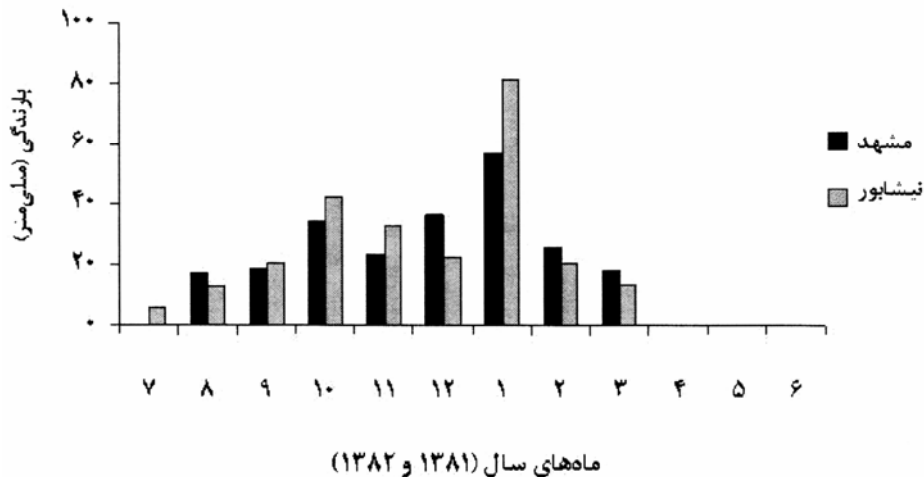
$SI = 1 - (\bar{Y}_s / \bar{Y}_p)$



الف



ب



شکل ۱- تغییرات دما (الف) و بارندگی (ب) در ماه‌های بین مهر ۸۱ تا شهریور ۸۲ در مزارع تحقیقاتی مشهد و نیشابور.

نزولات بیشتر و درصد رطوبت وزنی بیشتر خاک (داده ها نشان داده نشده است) این منطقه، نسبت به مزرعه نیشابور در دوران گلدهی و پس از آن مربوط می شود (شکل ۱). مطالعات متعدد، افزایش معنی دار عملکرد دانه نخود را با افزایش درصد رطوبت خاک در شرایط دیم گزارش کرده اند (۲، ۴، ۱۶، ۱۷ و ۲۳).

در شرایط بدون تنش ژنوتیپ های ۴، ۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹ و ۳۱ در هر دو منطقه دارای بیشترین عملکرد دانه بودند و اختلاف آنها از نظر آماری معنی دار نبود در حالیکه در شرایط تنش ژنوتیپ های ۴، ۱۶ و ۱۹ در مقایسه با سایر ژنوتیپ ها حائز برتری بودند (جداول ۳ و ۴). داده های جداول فوق نشان داد که در منطقه مشهد عملکرد در شرایط تنش بیش از منطقه نیشابور بوده که این موضوع احتمالاً به

جدول ۲- تجزیه واریانس شاخص های کمی مقاومت به خشکی و عملکرد در شرایط آبی و دیم در منطقه مشهد (الف) و نیشابور (ب).

الف

| میانگین مربعات |          |          |        |          |       |          |       | منابع تغییرات درجه آزادی |        |
|----------------|----------|----------|--------|----------|-------|----------|-------|--------------------------|--------|
| YS             | YP       | HM       | STI    | GMP      | SSI   | MP       | TOL   |                          |        |
| **۲۵/۲۴        | **۱۱۱/۰۷ | **۳۸/۶۶  | **۰/۲۴ | **۴۰/۳۰  | ۰/۱۳۸ | **۵۱/۴۱  | ۶۴/۲۴ | ۳۳                       | ژنوتیپ |
| **۷۵/۸۹        | **۱۸۹/۱۰ | **۱۰۹/۰۹ | ۰/۴۰   | **۱۲۸/۱۶ | ۰/۰۰۳ | **۱۲۳/۷۴ | ۴۰/۱۶ | ۲                        | تکرار  |
| ۱۲/۲۵          | ۳۸/۸۹    | ۱۶/۶۰    | ۰/۱۹   | ۱۵/۵۵    | ۰/۱۲۱ | ۱۴/۸۵    | ۴۲/۳۷ | ۶۶                       | اشتباه |

ب

| میانگین مربعات |         |        |         |         |       |         |          | منابع تغییرات درجه آزادی |        |
|----------------|---------|--------|---------|---------|-------|---------|----------|--------------------------|--------|
| YS             | YP      | HM     | STI     | GMP     | SSI   | MP      | TOL      |                          |        |
| *۱۰/۶۶         | *۵۹/۸۵  | *۲۱/۱۱ | **۰/۱۸۷ | *۲۲/۱۲  | ۰/۰۸  | *۱۸/۳۵  | **۵۸/۹۵  | ۳۳                       | ژنوتیپ |
| *۰/۱۱          | **۳۵/۱۲ | **۳/۱۷ | ۱/۳۰    | **۲۰/۸۰ | ۰/۰۱۷ | **۹۲/۱۸ | **۳۳۴/۷۰ | ۲                        | تکرار  |
| ۵/۵            | ۳۳/۳۴   | ۱۲/۹۰  | ۰/۱۰    | ۱۳/۰۶   | ۰/۰۸  | ۱۰/۴۰   | ۳۶/۲۸    | ۶۶                       | اشتباه |

\*\* و \* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

YS - عملکرد در شرایط تنش، Yp عملکرد در شرایط بدون تنش، HM میانگین هارمونیک، STI شاخص تحمل تنش، GMP میانگین هندسی بهره‌وری، SSI شاخص حساسیت به خشکی، MP میانگین بهره‌وری، TOL شاخص تحمل.

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد دانه و شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی ژنوتیپ‌های نخود در مشهد.

| YS<br>(kg/ha) | YP<br>(kg/ha) | HM      | STI  | GMP     | SSI  | MP      | TOL     | ژنوتیپ |
|---------------|---------------|---------|------|---------|------|---------|---------|--------|
| ۲۱۵/۹۰        | ۸۹۹/۱۰        | ۳۴۳/۱۰  | ۰/۱۰ | ۴۴۰/۲۰  | ۰/۶۸ | ۵۷۴/۲۰  | ۷۱۹/۳۲  | ad*    |
| ۶۳۹/۳۰        | ۱۶۸۲/۱۰       | ۹۲۶/۴۰  | ۰/۵۷ | ۹۵۷/۶۰  | ۰/۷۶ | ۱۱۶۱/۰۰ | ۱۰۴۷/۴۲ | ac     |
| ۳۵۹/۷۰        | ۱۴۵۱/۸۳       | ۵۲۴/۸۰  | ۰/۱۳ | ۷۰۹/۷۰  | ۱/۲۱ | ۱۰۷۳/۰۰ | ۱۰۹۷/۵۰ | ac     |
| ۱۱۰۰/۰۰       | ۱۹۴۴/۷۱       | ۱۴۰۵/۰۰ | ۱/۰۶ | ۱۴۶۲/۰۰ | ۰/۶۰ | ۱۵۲۲/۰۰ | ۸۴۴/۳۵  | ac     |
| ۳۶۵/۷۰        | ۱۸۰۰/۰۰       | ۶۰۷/۳۰  | ۰/۱۶ | ۷۲۸/۶۰  | ۱/۱۲ | ۱۰۸۳/۰۰ | ۱۴۳۳/۹۶ | ac     |
| ۳۷۶/۰۰        | ۱۸۰۱/۳۳       | ۶۱۱/۵۰  | ۰/۳۱ | ۷۶۱/۶۰  | ۱/۰۸ | ۱۰۰۸/۰۰ | ۱۲۶۲/۵۰ | ac     |
| ۵۵۹/۷۰        | ۱۴۹۶/۰۰       | ۸۱۲/۷۰  | ۰/۳۸ | ۹۱۳/۸۰  | ۰/۹۰ | ۱۰۲۸/۰۰ | ۹۳۵/۸۷  | ac     |
| ۳۹۴/۷۰        | ۱۶۱۵/۷۶       | ۵۹۷/۷۰  | ۰/۲۷ | ۷۵۰/۳۰  | ۱/۰۰ | ۹۵۸/۰۰  | ۱۱۲۷/۵۹ | ac     |
| ۹۶۳/۰۰        | ۱۸۷۳/۰۹       | ۱۱۸۰/۰۰ | ۰/۷۷ | ۹۷۷/۳۰  | ۰/۷۷ | ۱۴۱۸/۰۰ | ۹۰۹/۲۶  | ac     |
| ۲۲۸/۳۰        | ۱۵۶۷/۳۷       | ۳۹۵/۲۰  | ۰/۱۵ | ۵۹۲/۲۰  | ۱/۲۴ | ۸۹۸/۲۰  | ۱۳۳۸/۳۸ | ac     |
| ۳۵۸/۰۰        | ۱۱۵۰/۷۰       | ۵۲۲/۳۰  | ۰/۲۰ | ۷۸۹/۰۰  | ۱/۰۱ | ۷۵۴/۶۰  | ۷۹۲/۱۴  | ad     |
| ۲۹۸/۳۰        | ۶۸۵/۹۳        | ۴۱۵/۲۰  | ۰/۰۸ | ۴۱۱/۵۰  | ۰/۶۸ | ۶۸۳/۴۰  | ۳۸۷/۲۵  | cd     |
| ۳۶۴/۰۰        | ۸۰۵/۲۳        | ۵۰۱/۶۰  | ۰/۱۰ | ۵۳۶/۳۰  | ۰/۷۷ | ۵۸۳/۰۰  | ۴۴۱/۱۹  | bd     |
| ۱۲۵/۳۰        | ۹۶۶/۸۱        | ۲۰۰/۰۰  | ۰/۰۴ | ۳۱۲/۵۰  | ۱/۱۷ | ۵۴۶/۱۰  | ۸۴۱/۳۴  | ad     |
| ۲۰۸/۰۰        | ۸۹۲/۷۷        | ۳۰۹/۵۰  | ۰/۰۷ | ۴۲۵/۰۰  | ۱/۱۱ | ۵۵۰/۹۰  | ۶۸۴/۷۰  | ad     |
| ۱۵۵۹/۰۰       | ۲۴۱۶/۳۳       | ۱۸۹۶/۰۰ | ۱/۶۰ | ۱۹۳۱/۰۰ | ۰/۵۳ | ۱۹۸۸/۰۰ | ۸۵۶/۴۳  | ad     |
| ۷۴۴/۹۶        | ۲۶۸۵/۰۲       | ۱۱۶۶/۰۰ | ۰/۸۱ | ۱۳۷۶/۰۰ | ۱/۰۹ | ۱۷۱۵/۰۰ | ۱۹۴۰/۰۶ | a      |

\*: در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری تفاوت معنی داری ندارند (p<0.05).  
 Ys عملکرد در شرایط تنش، Yp عملکرد در شرایط بدون تنش، HM میانگین هارمونیک، STI شاخص تحمل تنش، GMP میانگین هندسی بهروری، SSI شاخص حساسیت به خشکی، MP میانگین بهروری، TOL شاخص تحمل.

ادامه جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد دانه و شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی ژنوتیپ‌های نخود در مشهد.

| YS<br>(kg/ha) | YP<br>(kg/ha) | HM      | STI  | GMP     | SSI  | MP      | TOL     | ژنوتیپ |
|---------------|---------------|---------|------|---------|------|---------|---------|--------|
| ۳۶۹/۷۲        | ۱۹۲۴/۸۰       | ۶۲۰/۹۰  | ۰/۲۸ | ۸۰۸/۴۰  | ۱/۰۵ | ۱۱۴۷/۰۰ | ۱۵۵۵/۰۷ | ۱۸     |
| ۱۰۶۱/۷۹       | ۲۸۵۹/۶۶       | ۱۵۴۸/۰۰ | ۱/۲۳ | ۱۷۴۲/۰۰ | ۰/۹۲ | ۱۹۶۱/۰۰ | ۱۷۹۷/۸۷ | ۱۹     |
| ۴۰۷/۸۲        | ۱۵۵۱/۸۲       | ۶۱۴/۴۰  | ۰/۲۵ | ۷۶۷/۳۰  | ۱/۰۵ | ۹۷۹/۰۰  | ۱۱۴۳/۹۹ | ۲۰     |
| ۴۲۴/۴۰        | ۱۵۴۲/۹۲       | ۶۳۱/۶۰  | ۰/۳۳ | ۷۳۲/۴۰  | ۱/۰۳ | ۹۸۳/۷۰  | ۱۱۱۸/۵۲ | ۲۱     |
| ۳۸۲/۶۶        | ۱۷۸۲/۰۲       | ۵۸۸/۰۰  | ۰/۲۱ | ۶۹۷/۵۰  | ۱/۰۲ | ۸۳۲/۳۰  | ۸۹۹/۳۶  | ۲۲     |
| ۲۰۶/۹۵        | ۱۱۵۶/۲۵       | ۳۲۶/۷۰  | ۰/۱۴ | ۴۸۸/۳۰  | ۱/۱۷ | ۶۸۱/۱۰  | ۹۵۰/۱۷  | ۲۳     |
| ۷۰۲/۹۵        | ۲۰۱۵/۵۷       | ۹۹۳/۱۰  | ۰/۶۰ | ۱۱۵۷/۰۰ | ۰/۸۰ | ۱۳۵۹/۱۰ | ۱۳۱۲/۶۱ | ۲۴     |
| ۴۹۳/۲۰        | ۲۰۲۳/۲۹       | ۷۶۲/۰۰  | ۰/۴۰ | ۹۶۶/۴۰  | ۱/۰۷ | ۱۲۵۸/۰۰ | ۱۵۳۰/۰۹ | ۲۵     |
| ۶۱۹/۵۰        | ۱۷۴۷/۰۰       | ۹۰۱/۶۰  | ۰/۵۲ | ۱۰۳۱/۰۰ | ۰/۹۱ | ۱۱۸۳/۰۰ | ۱۱۲۷/۴۹ | ۲۶     |
| ۵۲۹/۷۱        | ۱۶۴۲/۱۵       | ۸۰۱/۸۰  | ۰/۳۰ | ۹۳۲/۶۷  | ۰/۶۶ | ۱۰۸۵/۳۰ | ۱۱۱۲/۴۴ | ۲۷     |
| ۴۵۷/۰۳        | ۶۱۱/۲۰        | ۵۰۷/۱۰  | ۰/۱۰ | ۵۲۰/۱۰  | ۰/۷۷ | ۵۳۵/۰۰  | ۱۵۲/۲۹  | ۲۸     |
| ۴۱۸/۸۹        | ۲۲۹۸/۹۷       | ۷۰۰/۸۰  | ۰/۴۱ | ۹۷۰/۷۰  | ۱/۱۸ | ۱۳۵۹/۰۰ | ۱۸۸۰/۰۸ | ۲۹     |
| ۳۳۸/۲۷        | ۹۵۳/۵۰        | ۴۹۹/۱۰  | ۰/۱۴ | ۳۸۶/۶۰  | ۰/۳۷ | ۶۴۵/۷۰  | ۶۱۵/۸۹  | ۳۰     |
| ۴۳۸/۴۸        | ۱۹۸۳/۴۷       | ۷۱۸/۶۰  | ۰/۳۰ | ۷۹۷/۸۰  | ۱/۰۷ | ۱۲۱۰/۰۰ | ۱۵۴۴/۶۰ | ۳۱     |
| ۲۷۷/۸۴        | ۱۶۱۶/۱۲       | ۴۵۲/۷۰  | ۰/۱۹ | ۶۴۱/۷۰  | ۱/۱۰ | ۹۴۱/۴۰  | ۱۳۳۷/۲۱ | ۳۲     |
| ۵۷۵/۸۳        | ۲۰۲۴/۹۸       | ۸۹۶/۳۰  | ۰/۴۶ | ۱۰۷۹/۴۰ | ۱/۰۲ | ۱۳۴۵/۰۰ | ۱۴۴۹/۴۷ | ۳۳     |
| ۹۷/۱۷         | ۹۱۸/۶۶        | ۱۷۷/۱۰  | ۰/۰۴ | ۳۰۰/۳۱  | ۱/۲۸ | ۵۰۸/۸۰  | ۸۲۰/۴۹  | ۳۴     |

\*: در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری تفاوت معنی داری ندارند ( $p < 0.05$ ).  
 Ys عملکرد در شرایط تنش، Yp عملکرد در شرایط بدون تنش، HM میانگین هارمونیک، STI شاخص تحمل تنش، GMP میانگین هندسی بهره‌وری، SSI شاخص حساسیت به خشکی، MP میانگین بهره‌وری، TOL شاخص تحمل.



جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد دانه و شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی ژنوتیپ‌های نخود در نیشابور.

| YS<br>(kg/ha) | YP<br>(kg/ha) | HM      | STI  | GMP     | SSI  | MP      | TOL     | ژنوتیپ |
|---------------|---------------|---------|------|---------|------|---------|---------|--------|
| ۱۶۶/۱۰        | ۱۸۳۳/۷۲       | ۲۹۱/۸۸  | ۰/۱۲ | ۵۱۳/۳۰  | ۱/۳۲ | ۹۹۴/۹۱  | ۱۶۵۷/۶۳ | ad*    |
| ۳۲۱/۲۵        | ۱۹۹۳/۰۱       | ۴۶۲/۷۳  | ۰/۲۱ | ۶۶۸/۸۷  | ۱/۱۸ | ۱۱۵۷/۱۳ | ۱۶۷۱/۷۶ | ad     |
| ۲۶۹/۵۴        | ۱۴۳۰/۱۵       | ۴۳۴/۴۲  | ۰/۱۸ | ۵۸۹/۴۵  | ۱/۲۲ | ۸۴۹/۸۴  | ۱۱۶۰/۶۰ | cd     |
| ۹۶۸/۶۶        | ۱۷۱۳/۰۵       | ۱۲۳۷/۴۸ | ۰/۶۷ | ۱۲۸۸/۴۳ | ۰/۶۲ | ۱۳۴۰/۸۵ | ۷۴۴/۳۸  | cd     |
| ۴۸۳/۶۹        | ۲۰۷۶/۳۲       | ۸۰۰/۵۷  | ۰/۹۱ | ۱۱۵۶/۹۰ | ۱/۱۵ | ۱۰۶۳/۰۰ | ۱۵۹۳/۵۸ | ad     |
| ۳۵۲/۰۳        | ۱۶۰۱/۵۰       | ۵۶۹/۵۶  | ۰/۲۵ | ۷۴۱/۴۹  | ۱/۱۳ | ۹۷۶/۷۶  | ۱۲۴۹/۴۷ | cd     |
| ۱۴۷/۲۰        | ۲۱۴۳/۵۶       | ۲۵۷/۲۰  | ۰/۱۳ | ۴۷۶/۴۱  | ۱/۳۶ | ۱۱۴۵/۳۸ | ۱۹۹۶/۳۶ | ac     |
| ۱۴۳/۰۲        | ۲۱۲۱/۸۶       | ۲۴۶/۴۰  | ۰/۱۰ | ۴۴۹/۱۷  | ۱/۳۴ | ۱۱۳۲/۴۴ | ۱۹۷۸/۸۴ | ac     |
| ۲۰۰/۳۱        | ۱۵۹۶/۲۷       | ۳۴۲/۰۶  | ۰/۱۲ | ۵۳۱/۲۵  | ۱/۲۵ | ۸۹۸/۲۹  | ۱۴۹۵/۹۶ | bd     |
| ۳۳۶/۰۵        | ۹۶۶/۵۳        | ۵۷۵/۷۰  | ۰/۲۶ | ۶۳۲/۹۷  | ۰/۸۸ | ۷۰۱/۲۹  | ۵۳۰/۴۸  | d      |
| ۱۴۶/۳۸        | ۱۴۷۱/۶۷       | ۲۶۳/۱۴  | ۰/۰۹ | ۴۵۵/۵۴  | ۱/۲۹ | ۸۰۹/۰۲  | ۱۳۲۵/۲۸ | bd     |
| ۳۶۷/۴۶        | ۱۴۷۶/۰۳       | ۵۷۳/۲۸  | ۰/۳۲ | ۷۱۹/۷۴  | ۱/۰۸ | ۹۲۰/۷۵  | ۱۱۰۶/۵۶ | cd     |
| ۱۱۷/۱۱        | ۱۵۵۶/۵۸       | ۱۹۹/۱۵  | ۰/۰۷ | ۳۴۴/۴۲  | ۱/۳۴ | ۸۳۶/۸۵  | ۱۴۳۹/۴۷ | ad     |
| ۲۴۲/۵۵        | ۱۲۴۶/۸۱       | ۳۹۶/۳۲  | ۰/۱۳ | ۵۳۸/۵۳  | ۱/۱۴ | ۷۴۴/۶۸  | ۱۰۰۴/۲۶ | cd     |
| ۲۰۵/۶۸        | ۱۴۹۵/۵۹       | ۳۴۰/۸۸  | ۰/۲۱ | ۴۹۶/۹۴  | ۱/۲۵ | ۸۵۰/۶۳  | ۱۲۸۹/۹۱ | cd     |
| ۱۰۹۸/۴۶       | ۲۴۱۱/۸۸       | ۱۵۰۹/۱۴ | ۱/۰۸ | ۱۶۲۷/۷۵ | ۰/۷۷ | ۱۷۵۵/۱۷ | ۱۳۱۳/۴۱ | bd     |
| ۴۰۶/۱۱        | ۱۸۳۷/۵۶       | ۵۵۱/۵۵  | ۰/۲۵ | ۷۱۷/۳۱  | ۱/۰۶ | ۱۱۲۱/۸۴ | ۱۴۳۱/۴۵ | ad     |

\*: در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری تفاوت معنی داری ندارند (p<0.05).  
 Ys عملکرد در شرایط تنش، Yp عملکرد در شرایط بدون تنش، HM میانگین هارمونیک، STI شاخص تحمل تنش، GMP میانگین هندسی بهروری، SSI شاخص حساسیت به خشکی، MP میانگین بهروری، TOL شاخص تحمل.

ادامه جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد دانه و شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی ژنوتیپ‌های نخود در نیشابور.

| YS<br>(kg/ha) | YP<br>(kg/ha) | HM      | STI  | GMP     | SSI  | MP      | TOL     | ژنوتیپ |
|---------------|---------------|---------|------|---------|------|---------|---------|--------|
| ۹۴۴/۴۳        | ۲۴۲۶/۶۰       | ۱۳۳۱/۶۷ | ۱/۰۷ | ۱۴۹۴/۰۳ | ۰/۸۸ | ۱۶۸۵/۵۱ | ۱۴۸۲/۱۷ | ad*    |
| ۹۱۵/۵۳        | ۲۵۳۹/۰۸       | ۱۳۴۵/۶۵ | ۰/۹۴ | ۱۵۲۴/۱۸ | ۰/۹۱ | ۱۷۲۷/۳۱ | ۲۰۲۳/۵۵ | ca     |
| ۸۲/۸۴         | ۲۶۱۰/۲۱       | ۱۵۴/۶۱  | ۰/۰۷ | ۴۰۴/۴۴  | ۱/۳۹ | ۱۳۴۶/۵۳ | ۱۶۲۳/۳۷ | -d-    |
| ۳۳۰/۹۸        | ۲۰۸۳/۲۷       | ۴۹۴/۶۲  | ۰/۲۶ | ۷۱۷/۴۶  | ۱/۱۹ | ۱۲۰۷/۱۲ | ۱۷۵۲/۳۰ | ad     |
| ۳۹۶/۷۱        | ۲۰۹۵/۲۶       | ۵۳۱/۸۲  | ۰/۳۵ | ۷۶۷/۵۸  | ۰/۹۹ | ۱۲۴۵/۹۸ | ۱۶۹۸/۵۵ | ad     |
| ۹۲/۳۴         | ۱۶۵۸/۰۴       | ۱۷۲/۵۶  | ۰/۰۹ | ۳۳۳/۶۲  | ۱/۳۴ | ۸۷۵/۱۹  | ۸۹۷/۶۹  | bd     |
| ۴۰۶/۴۹        | ۱۶۳۵/۸۷       | ۵۹۲/۵۳  | ۰/۲۸ | ۷۶۷/۴۵  | ۰/۹۸ | ۱۰۲۱/۱۸ | ۱۲۲۹/۳۸ | cd     |
| ۴۷۵/۰۲        | ۱۳۳۴/۹۷       | ۶۳۱/۹۲  | ۰/۲۴ | ۷۳۳/۴۶  | ۰/۹۲ | ۹۰۴/۹۹  | ۸۵۹/۹۵  | cd     |
| ۲۶۲/۴۰        | ۲۱۹۶/۵۶       | ۴۵۱/۳۷  | ۰/۳۰ | ۷۲۰/۹۰  | ۱/۲۸ | ۱۲۲۹/۴۸ | ۱۹۳۴/۱۶ | ac     |
| ۳۵۸/۱۴        | ۱۸۱۷/۲۰       | ۵۶۱/۴۳  | ۰/۳۸ | ۷۶۳/۳۰  | ۰/۸۶ | ۱۰۸۷/۶۷ | ۱۴۵۹/۰۶ | ad     |
| ۱۷۲/۹۹        | ۱۰۷۰/۴۶       | ۱۵۳/۵۹  | ۰/۰۴ | ۲۷۴/۲۲  | ۱/۳۸ | ۶۲۱/۷۲  | ۱۵۵۵/۴۷ | ad     |
| ۵۲۲/۸۴        | ۱۶۲۶/۵۵       | ۷۰۷/۷۷  | ۰/۴۲ | ۸۴۴/۵۵  | ۰/۹۶ | ۱۰۷۴/۶۹ | ۱۱۰۳/۷۱ | cd     |
| ۴۱۶/۸۸        | ۱۴۵۱/۱۵       | ۵۹۸/۳۳  | ۰/۳۴ | ۷۳۳/۳۵  | ۱/۰۶ | ۹۳۴/۰۱  | ۱۰۳۴/۲۶ | cd     |
| ۴۸/۵۸         | ۲۶۸۷/۱۶       | ۹۵/۱۰   | ۰/۰۵ | ۳۵۱/۸۵  | ۰/۷۰ | ۱۳۶۷/۸۷ | ۲۲۰۱/۲  | a      |
| ۳۱۱/۰۵        | ۱۹۳۹/۲۰       | ۴۹۳/۶۲  | ۰/۲۴ | ۶۹۱/۰۰  | ۱/۱۷ | ۱۱۲۵/۱۲ | ۱۶۲۸/۱۵ | ad     |
| ۲۷۱/۶۶        | ۱۷۶۷/۹۷       | ۴۲۳/۳۲  | ۰/۳۸ | ۵۸۱/۰۲  | ۱/۲۸ | ۱۰۱۹/۸۲ | ۱۴۹۶/۳۱ | ad     |
| ۳۶۳/۳۴        | ۱۰۱۵/۰۱       | ۴۳۳/۵۴  | ۰/۱۵ | ۵۳۴/۸۶  | ۰/۴۳ | ۶۸۹/۱۸  | ۶۵۱/۶۷  | cd     |

\*: در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارند ( $p < 0.05$ ).  
 Ys عملکرد در شرایط تنش، Yp عملکرد در شرایط بدون تنش، HM میانگین هارمونیک، STI شاخص تحمل تنش، GMP میانگین هندسی بهره‌وری، SSI شاخص حساسیت به خشکی، MP میانگین بهره‌وری، TOL شاخص تحمل.

گرفت که شاخص‌های MP، GMP، STI و HM که همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش داشتند، مناسب‌ترین شاخص‌ها برای گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی خواهند بود. امام جمعه و همکاران (۱) فرشادفر و همکاران (۳) در مطالعه لاین‌های نخود، شاخص‌های فوق را به عنوان بهترین معیار برای گزینش مقاومت به خشکی پیشنهاد کردند. کانونی و همکاران (۴) در نخود و فرناندز (۱۰) در لوبیا دو شاخص MP و STI را به عنوان بهترین معیار برای شناسایی لاین‌های مقاوم به خشکی معرفی کردند. از آنجاییکه ممکن است نتایج حاصل از گزینش براساس همبستگی‌های مشاهده شده به اندازه نتایج حاصل از تک تک ژنوتیپ‌ها به صورت انفرادی مؤثر نباشد لذا برای تعیین ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی از نمودار پراکنش سه بعدی استفاده شد.

نمودار سه بعدی رابطه بین سه متغیر، عملکرد در شرایط تنش (Ys)، عملکرد در شرایط بدون تنش (Yp) و شاخص‌های مقاومت به خشکی مانند GMP شکل (۲)، MH (شکل ۳)، MP شکل (۴) و STI شکل (۵) در دو منطقه مشهد و نیشابور را نشان می‌دهد. در نمودار پراکنش سه بعدی با تقسیم‌بندی سطح پایین نمودار (سطح X با Y) به چهار قسمت مساوی ژنوتیپ‌ها به چهار گروه مجزا دسته‌بندی شدند.

گروه A: ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش دارای عملکرد بالایی بودند.

گروه B: ژنوتیپ‌هایی که در محیط بدون تنش دارای عملکرد بالا و در محیط تنش دارای عملکرد پایینی بودند.

گروه C: ژنوتیپ‌هایی که در محیط تنش دارای عملکرد بالا و در محیط بدون تنش دارای عملکرد پایینی بودند.

گروه D: ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط عملکرد پایینی داشتند.

شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی شامل میانگین هارمونیک (HM)، شاخص تحمل به تنش (STI) شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) و شاخص بهره‌وری متوسط (MP) در ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۹، ۱۶ و ۱۷ و ۱۹ در منطقه مشهد و ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۱۶، ۱۸ و ۱۹ در منطقه نیشابور حداکثر بودند (جدول ۳ و ۴). مقاسیه میانگین‌ها، علیرغم معنی‌دار نبودن آزمون F برای شاخص حساسیت به خشکی (SSI) (جدول ۲) در سطح احتمال خطای ۵ درصد اختلافات معنی‌داری را بین برخی از ژنوتیپ‌های مورد بررسی نشان داد به طوری که کمترین شاخص حساسیت به تنش در ژنوتیپ‌های ۴، ۱۶ و ۳۰ بترتیب با مقادیر ۰/۶، ۰/۵۳ و ۰/۳۷ در منطقه مشهد و ژنوتیپ‌های ۴، ۱۶ و ۳۱ به ترتیب با مقادیر ۰/۶۲، ۰/۷۷ و ۰/۷۰ در منطقه نیشابور مشاهده شد (جدول ۳ و ۴).

به منظور دستیابی به بهترین معیار برای ارزیابی مقاومت به خشکی ژنوتیپ‌ها از تجزیه همبستگی بین عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش با شاخص‌های مقاومت به خشکی استفاده شد. نتایج حاصل از تجزیه همبستگی شاخص‌های مقاومت به خشکی با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش در جدول ۵ خلاصه شده است. شاخص‌های MP، GMP، STI و HM در هر دو منطقه آزمایش همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش داشتند. شاخص SSI در هر دو منطقه همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد در شرایط تنش داشت اما همبستگی آن با عملکرد در شرایط بدون تنش مثبت بود. همبستگی شاخص TOL با عملکرد در شرایط بدون تنش مثبت و معنی‌دار بود اما همبستگی آن با عملکرد در شرایط تنش معنی‌دار نبود. کانونی و همکاران (۴)، فرشادفر و همکاران (۳) امام جمعه و همکاران (۱) و فرناندز (۱۰) در مطالعات خود به نتایج مشابه اشاره کردند. با توجه به نتایج جدول ۵ می‌توان چنین نتیجه

**جدول ۵ -** ضرایب همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به خشکی و عملکرد دانه در شرایط تنش (YS) و شرایط بدون تنش (Yp) در مزرعه تحقیقاتی مشهد (الف) و نیشابور (ب).

(الف):

| متغیر | YS      | YP     | TOL    | MP     | SSI     | GMP    | STI   | HM   |
|-------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|-------|------|
| YS    | ۱/۰۰    |        |        |        |         |        |       |      |
| YP    | ۰/۴۸**  | ۱/۰۰   |        |        |         |        |       |      |
| TOL   | -۰/۱۴   | ۰/۸۵** | ۱/۰۰   |        |         |        |       |      |
| MP    | ۰/۷۵**  | ۰/۹۴** | ۰/۶۲** | ۱/۰۰   |         |        |       |      |
| SSI   | -۰/۵۶** | ۰/۳۰*  | ۰/۶۵** | -۰/۰۳  | ۱/۰۰    |        |       |      |
| GMP   | ۰/۹۱**  | ۰/۷۴** | ۰/۳۰*  | ۰/۹۱** | -۰/۲۶*  | ۱/۰۰   |       |      |
| STI   | ۰/۸۴**  | ۰/۳۸*  | ۰/۱۱   | ۰/۵۰** | -۰/۲۳*  | ۰/۵۵** | ۱/۰۰  |      |
| HA    | ۰/۹۸**  | ۰/۵۹** | ۰/۰۸   | ۰/۸۳** | -۰/۴۴** | ۰/۹۶** | ۰/۵۶* | ۱/۰۰ |

(ب):

| متغیر | YS      | YP     | TOL   | MP     | SSI     | GMP    | STI   | HM   |
|-------|---------|--------|-------|--------|---------|--------|-------|------|
| YS    | ۱/۰۰    |        |       |        |         |        |       |      |
| YP    | ۰/۲۴*   | ۱/۰۰   |       |        |         |        |       |      |
| TOL   | -۰/۱۶   | ۰/۳۵*  | ۱/۰۰  |        |         |        |       |      |
| MP    | ۰/۴۲**  | ۰/۹۳** | ۰/۲۱* | ۱/۰۰   |         |        |       |      |
| SSI   | -۰/۷۸** | ۰/۲۳*  | ۰/۲۸* | ۰/۰۸   | ۱/۰۰    |        |       |      |
| GMP   | ۰/۸۹**  | ۰/۳۴*  | ۰/۱۲  | ۰/۶۷** | -۰/۵۱** | ۱/۰۰   |       |      |
| STI   | ۰/۷۱**  | ۰/۳۴*  | ۰/۱۰  | ۰/۶۰** | -۰/۳۷*  | ۰/۸۷** | ۱/۰۰  |      |
| HA    | ۰/۹۷**  | ۰/۴۶** | -۰/۱۶ | ۰/۵۴** | -۰/۶۸** | ۰/۹۶** | ۰/۷۹* | ۱/۰۰ |

\*\*، \* به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

\* YS - عملکرد در شرایط تنش، Yp عملکرد در شرایط بدون تنش، HM میانگین‌های هارمونیک، STI شاخص تحمل تنش، GMP میانگین هندسی بهره‌وری، SSI شاخص حساسیت به خشکی، MP میانگین بهره‌وری، TOL شاخص تحمل.

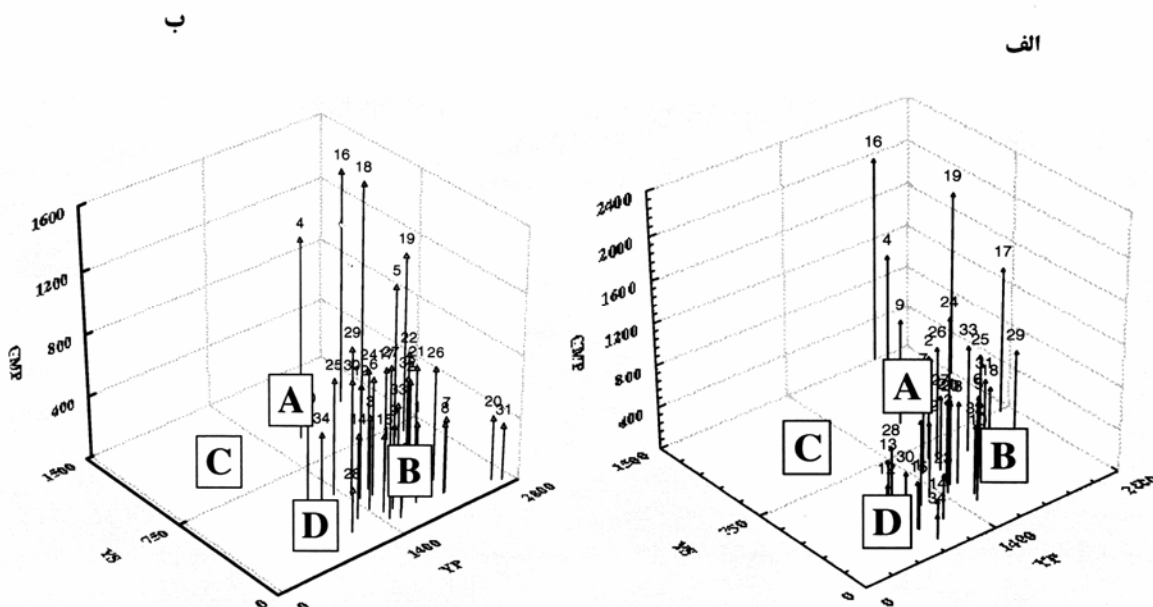
ژنوتیپ‌های ۱۲، ۱۳، ۲۸، ۳۰ و ۳۴ در منطقه مشهد و ژنوتیپ‌های ۱۰، ۲۳، ۲۸ و ۳۴ در منطقه نیشابور در گروه D قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های فوق دارای عملکرد پایین در هر دو محیط تنش و بدون تنش می‌بودند و بنابراین در گروه ارقام حساس به خشکی قرار می‌گرفتند که برای کشت در شرایط دیم و مناطق کم باران مناسب نخواهند بود. کاربرد نمودار پراکنش سه بعدی برای تشخیص ژنوتیپ‌های گروه A از سایر گروه‌ها در نخود توسط محققان مختلف گزارش شده است (۱، ۳، ۴ و ۱۰). نمودار پراکنش سه بعدی تنها رابطه سه

فرناندز (۱۰) بیان داشت بهترین شاخص برای تعیین ارقام و لاین‌های مقاوم به خشکی آن است که بتواند گروه A را از سایر گروه‌ها جدا نماید. نتایج حاصل از ارزیابی نمودارهای پراکنش سه بعدی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی (شکل‌های ۲ الی ۵) در دو منطقه مورد مطالعه نشان داد که ژنوتیپ‌های ۴، ۹، ۱۶، ۱۷، ۱۹ و ۲۴ در منطقه مشهد و ژنوتیپ‌های ۴، ۵، ۱۶، ۱۸، ۱۹ و ۲۹ در منطقه نیشابور در گروه A قرار می‌گیرند. این ژنوتیپ‌ها ضمن اینکه عملکرد بالایی در محیط تنش داشتند در محیط بدون تنش نیز عملکردشان بالا بود.

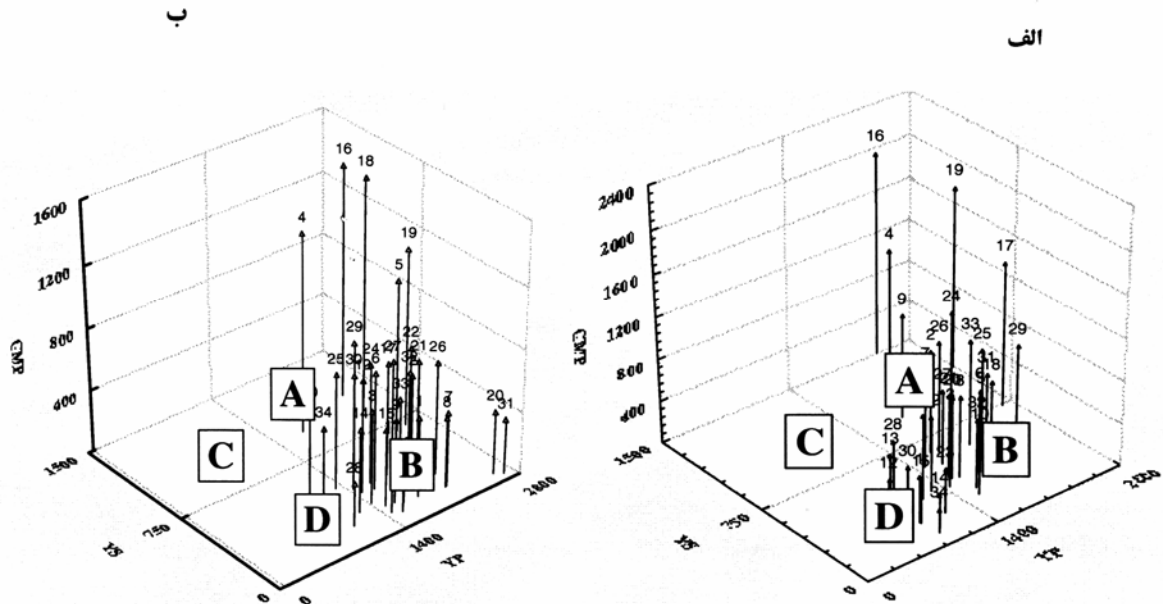
تفکیک ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و پرمحصول از ژنوتیپ‌های حساس به خشکی و کم محصول می‌باشد. این مؤلفه اغلب به عنوان مؤلفه پتانسیل عملکرد و تحمل تنش نامیده می‌شود (۱۰). مؤلفه دوم در منطقه مشهد و نیشابور به ترتیب ۲۱ و ۳۱ درصد از تغییرات ماتریس داده‌ها را بیان کرد. این مؤلفه با عملکرد در شرایط بدون تنش و شاخص‌های TOL و SSI همبستگی منفی و بسیار معنی‌داری داشت. بنابراین، این مؤلفه قادر به جداسازی ژنوتیپ‌های پرمحصول در شرایط بدون تنش در عین حال حساس به خشکی می‌باشد. به عبارت دیگر با مقادیر کم این مؤلفه می‌توان ژنوتیپ‌هایی را شناسایی کرد که در شرایط بدون تنش دارای عملکرد بالایی هستند ولی به شدت به تنش خشکی حساس بوده و عملکرد آنها در این شرایط کاهش می‌یابد. ژنوتیپ‌های ۸، ۲۱ و ۳۱ مشترکاً در هر دو منطقه آزمایش در مجاورت بردارهای Yp و TOL و SSI قرار گرفتند.

متغیر را بررسی می‌کند لذا در این آزمایش از نمودار چند متغیره بای پلات برای خلاصه کردن ماتریس داده‌های چند متغیره و ارائه آنها به صورت قابل تفسیر استفاده شد. بر این اساس ابتدا ماتریس داده‌های مربوط به شاخص‌های مقاومت به خشکی جدول‌های (۳ و ۴) به ۵ مؤلفه تقسیم گردید. نتایج حاصل از این تجزیه در جدول (۶) آمده است.

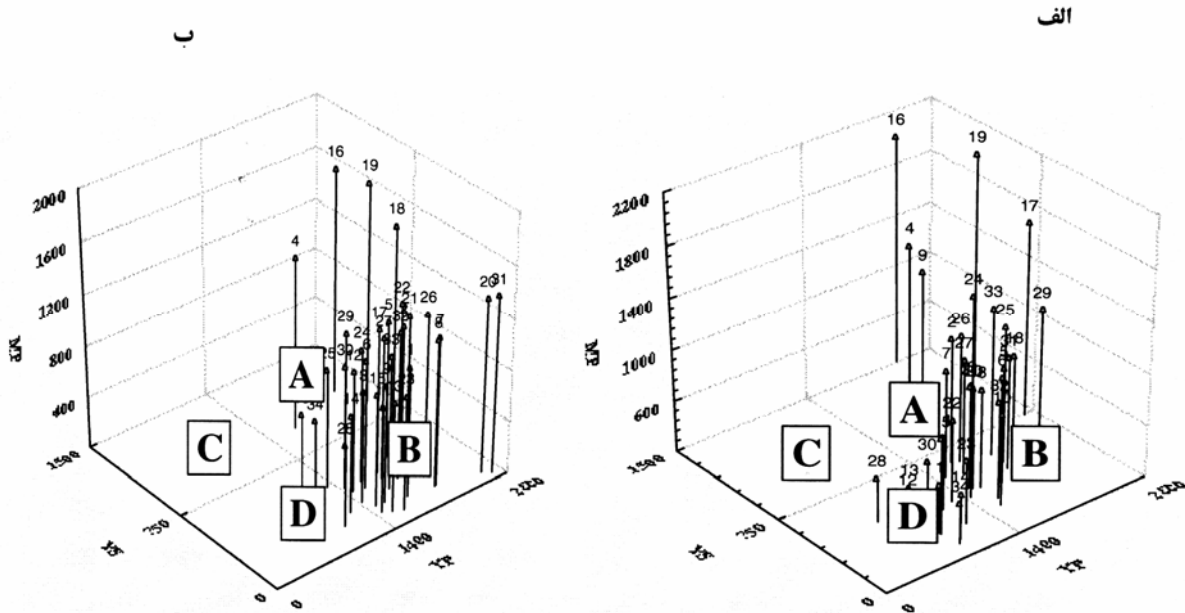
بیشترین تغییرات بین داده‌ها توسط دو مؤلفه اول (۹۴ درصد) بیان شد و حذف سایر مؤلفه‌ها تأثیر زیادی در میزان تغییرات نداشت، بنابراین بای پلات مربوطه بر مبنای دو مؤلفه اول و دوم رسم شد (شکل ۶). همانطور که در شکل پیدا است ژنوتیپ‌های مورد بررسی در فضای بای پلات در گروه‌های متفاوتی قرار گرفتند. اولین مؤلفه در منطقه مشهد و نیشابور بترتیب ۷۳ و ۶۳ درصد از کل واریانس را شامل شد که همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش و شاخص‌های HM، STI، GMP و MP داشتند. این مؤلفه با شاخص SSI و TOL همبستگی منفی داشت. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که این مؤلفه قادر به



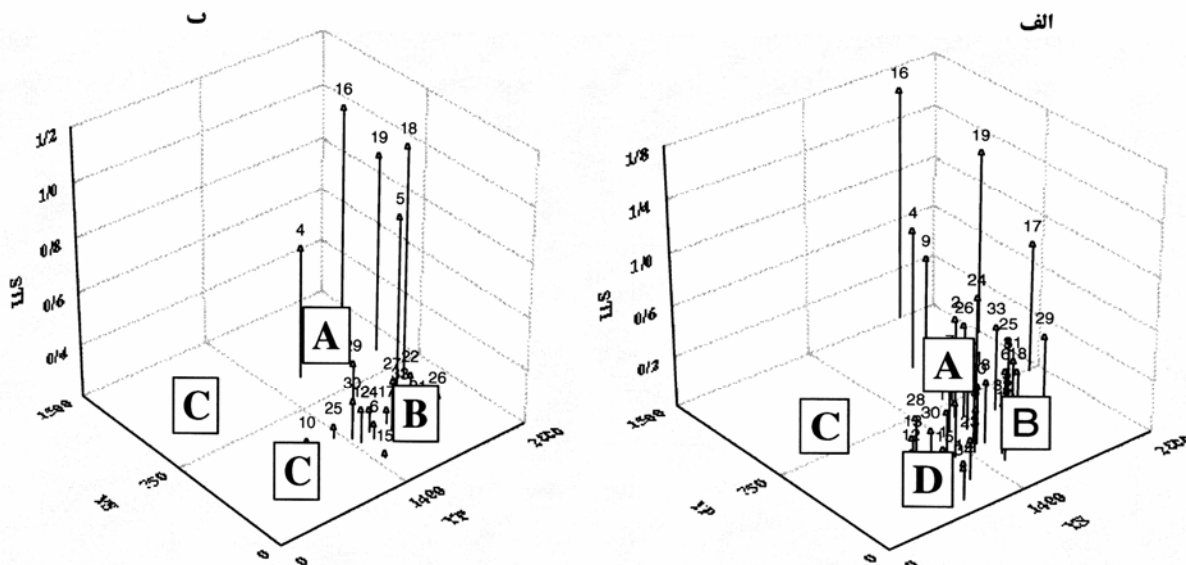
شکل ۲- نمودار پراکنش بین عملکرد بدون تنش (Yp)، عملکرد در شرایط تنش (Ys) و شاخص GMP در منطقه مشهد (الف) و نیشابور (ب).



شکل ۳- نمودار پراکنش بین عملکرد بدون تنش (Yp)، عملکرد در شرایط تنش (Ys) و شاخص HM در منطقه مشهد (الف) و نیشابور (ب).



شکل ۴- نمودار پراکنش بین عملکرد بدون تنش (Yp)، عملکرد در شرایط تنش (Ys) و شاخص MP در منطقه مشهد (الف) و نیشابور (ب).



شکل ۵- نمودار پراکنش بین عملکرد بدون تنش (Yp)، عملکرد در شرایط تنش (Ys) و شاخص STI در منطقه مشهد (الف) و نیشابور (ب).

مورد آزمایش در مجاورت بردار SSI قرار گرفتند بنابراین، این ژنوتیپ‌ها در دسته ژنوتیپ‌های حساس به خشکی گروه‌بندی می‌شوند. شکل ۷ گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد بررسی را براساس شاخص‌های مقاومت به خشکی شامل HM، GMP، STI و MP که از روش تجزیه خوشه‌ای استفاده شده است نشان می‌دهد. نمودار دندروگرام مربوط به منطقه مشهد شکل (الف ۷) نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های ۴، ۱۶، ۱۷ و ۱۹ که ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی نیز می‌باشند در یک گروه قرار می‌گیرند و ژنوتیپ‌های ۱، ۱۲، ۱۳، ۲۸، ۳۴، ۲۳ و ۱۴ در گروه دیگری قرار گرفتند. نمودار دندروگرام مربوط به منطقه نیشابور نیز در شکل ۷ ب نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های ۹، ۴، ۱۶، ۱۸ و ۱۹ در گروه ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و ژنوتیپ‌های ۱، ۳۳، ۳، ۳۰، ۱۵، ۱۰ و ۱۴ که احتمالاً ژنوتیپ‌های حساس به خشکی می‌باشند در گروه دیگری قرار می‌گیرند. نظر به اینکه فاصله ژنتیکی قابل توجهی بین این دو دسته از ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مربوط به عملکرد و مقاومت به خشکی وجود دارد لذا احتمال می‌رود که بتوان از دورگ گیری بین این ژنوتیپ‌ها به اهداف اصلاحی مورد نظر دست یافت.

بنابراین، این ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش پر محصول بوده ولی حساسیت آنها به کمبود آب و تنش خشکی شدید است. لذا می‌توان گفت ژنوتیپ‌هایی که در این ناحیه قرار می‌گیرند دارای سازگاری خصوصی به شرایط تنش هستند. نمودار بای‌پلات نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های ۴، ۱۶ و ۱۹ در هر دو منطقه آزمایش در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص‌های مقاومت به خشکی MP، STI، GMP و HM و نیز عملکرد در شرایط تنش قرار می‌گیرند. بنابراین با توجه به وجود همبستگی‌های بسیار بالا و معنی‌دار بین شاخص‌های فوق با مؤلفه پتانسیل عملکرد و تحمل تنش، ژنوتیپ‌های ۴، ۱۶ و ۱۹ در گروه ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی قرار می‌گیرند. وجود زاویه حاده بین بردارهای مربوط به شاخص‌های مقاوم به خشکی MP، STI، GMP و HM و مؤلفه تحمل تنش در نمودار بای‌پلات نشان دهنده همبستگی بسیار معنی‌دار شاخص‌های فوق و مؤلفه تحمل تنش می‌باشد (شکل ۶). بنابراین مجدداً تأیید می‌شود که شاخص‌های MP، STI، GMP و HM را می‌توان در نخود به عنوان بهترین معیار برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی پیشنهاد نمود. ژنوتیپ‌های ۱۱، ۲۸ و ۳۴ مشترکاً در دو منطقه

جدول ۶- مقادیر ویژه حاصل از ماتریس همبستگی عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش و شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی در منطقه مشهد (الف) و نیشابور (ب).

الف:

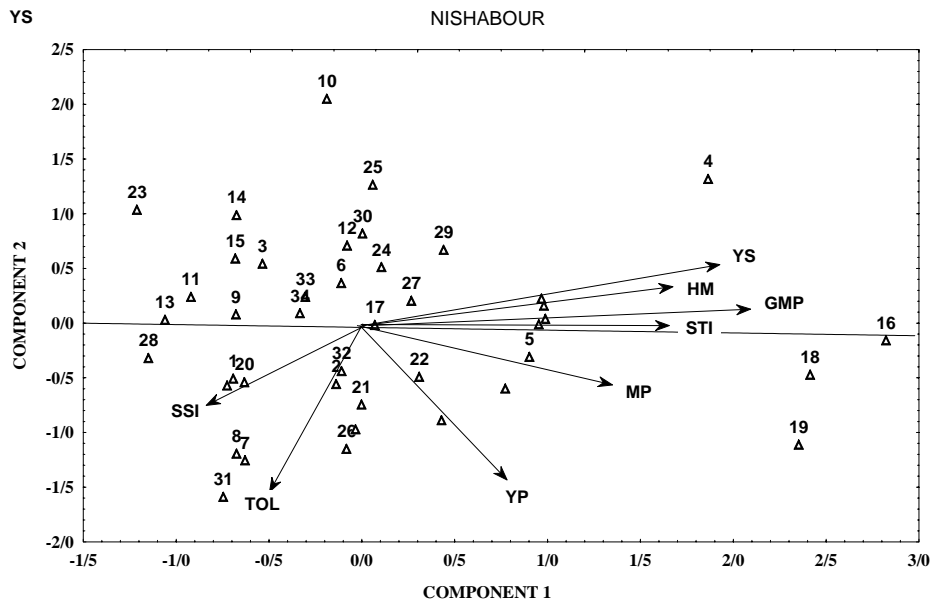
| مؤلفه‌ها | بردارهای ویژه |         |         |         |         |        |         |        |                     |             |
|----------|---------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|---------------------|-------------|
|          | TOL           | MP      | SSI     | GMP     | STI     | HM     | YS      | YP     | سهم<br>تجمعی<br>(%) | مقادیر ویژه |
| ۱        | ۰/۵۰۹۱        | ۰/۹۷۷۶  | -۰/۲۸۶۷ | ۰/۹۸۴۶  | ۰/۹۵۲۷  | ۰/۹۷۶۴ | ۰/۸۹۴۳  | ۰/۹۳۱۵ | ۷۲/۴۴               | ۵/۸۹۵۴      |
| ۲        | -۰/۸۱۶۹       | -۰/۸۸۸۲ | -۰/۸۷۶۱ | ۰/۰۱۲۴  | ۰/۱۸۹۵  | ۰/۲۰۰۰ | -۰/۳۸۶۲ | ۰/۳۲۸۳ | ۹۴/۹۸               | ۱/۸۰۳۷      |
| ۳        | -۰/۲۴۷        | -۰/۰۱۶۷ | ۰/۳۸۶۶  | ۰/۰۷۲۵  | ۰/۱۴۱۴  | ۰/۰۵۰۲ | -۰/۰۱۳۰ | ۰/۱۲۹۵ | ۹۸/۴۲               | ۰/۲۷۴۵      |
| ۴        | -۰/۱۰۱۹       | ۰/۰۰۴۵  | ۰/۰۲۱۹  | ۰/۰۰۵۸  | -۰/۱۵۹۹ | ۰/۵۲۱۹ | ۰/۱۴۳۲  | ۰/۰۵۴۵ | ۹۹/۱۷               | ۰/۰۶۰۵      |
| ۵        | -۰/۰۲۳۹       | -۰/۰۱۱۷ | ۰/۰۰۴۹  | -۰/۱۳۳۹ | ۰/۰۹۳۵  | ۰/۰۲۰۶ | ۰/۰۹۰۶  | ۰/۰۱۳۷ | ۹۹/۶۳               | ۰/۰۳۶۴      |

ب:

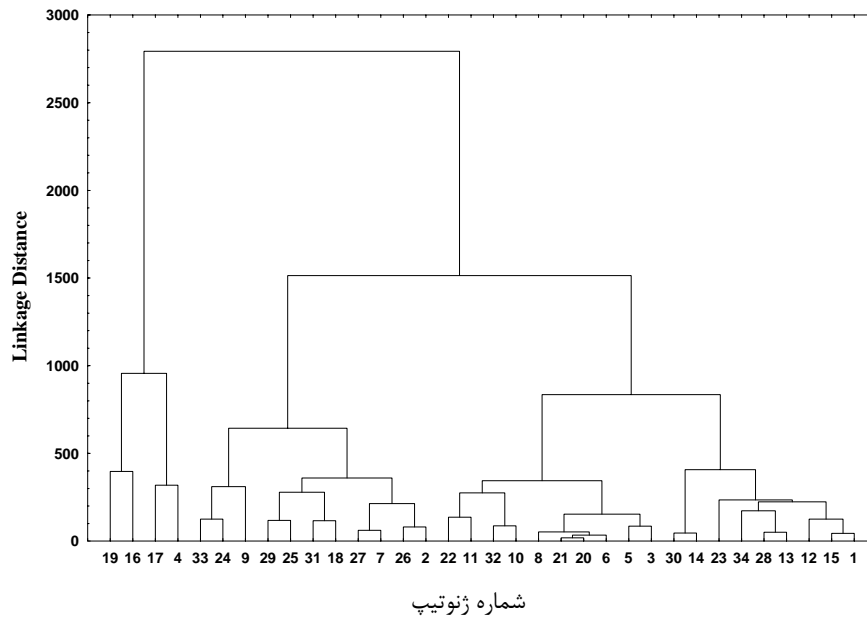
| مؤلفه‌ها | بردارهای ویژه |         |         |         |         |         |         |         |                     |             |
|----------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------|-------------|
|          | TOL           | MP      | SSI     | GMP     | STI     | HM      | YS      | YP      | سهم<br>تجمعی<br>(%) | مقادیر ویژه |
| ۱        | -۰/۰۳۲۸       | ۰/۷۹۲۱  | -۰/۷۰۴۷ | ۰/۹۸۴۰  | ۰/۹۵۰۹  | ۰/۹۵۱۸  | ۰/۹۶۳۳  | ۰/۴۵۶۷  | ۶۲/۹۹               | ۵/۰۳۹۸      |
| ۲        | -۰/۹۷۱۳       | -۰/۵۷۲۳ | -۰/۵۹۹۳ | ۰/۰۶۲۸  | -۰/۰۱۲۹ | ۰/۱۴۶۳  | ۰/۲۳۷۹  | -۰/۸۷۰۶ | ۹۳/۸۷               | ۲/۴۷۰۵      |
| ۳        | ۰/۰۰۹۲        | -۰/۱۶۰۷ | ۰/۳۴۶۸  | ۰/۱۰۵۱  | ۰/۲۵۰۲  | ۰/۱۰۳۶  | -۰/۰۱۴۷ | -۰/۱۱۸۶ | ۹۶/۹۴               | ۰/۲۴۴۹      |
| ۴        | ۰/۱۷۶۲        | -۰/۱۱۳۲ | -۰/۱۴۱۹ | ۰/۰۷۹۱۹ | ۰/۱۳۱۷  | -۰/۱۸۱۲ | -۰/۰۱۹۴ | -۰/۰۵۳۱ | ۹۸/۴۸               | ۰/۱۲۳۵      |
| ۵        | ۰/۱۵۷۹        | -۰/۰۳۸۵ | -۰/۰۲۶۹ | -۰/۰۰۸۰ | -۰/۱۰۰۶ | ۰/۱۵۰۶  | ۰/۰۱۷۸  | -۰/۱۰۴۱ | ۹۹/۵۰               | ۰/۰۷۱۲      |

\* Ys عملکرد در شرایط تنش، Yp عملکرد در شرایط بدون تنش، HM میانگین هارمونیک، STI شاخص تحمل تنش، GMP میانگین هندسی بهره‌وری، SSI شاخص حساسیت به خشکی، MP میانگین بهره‌وری، TOL شاخص تحمل تنش.

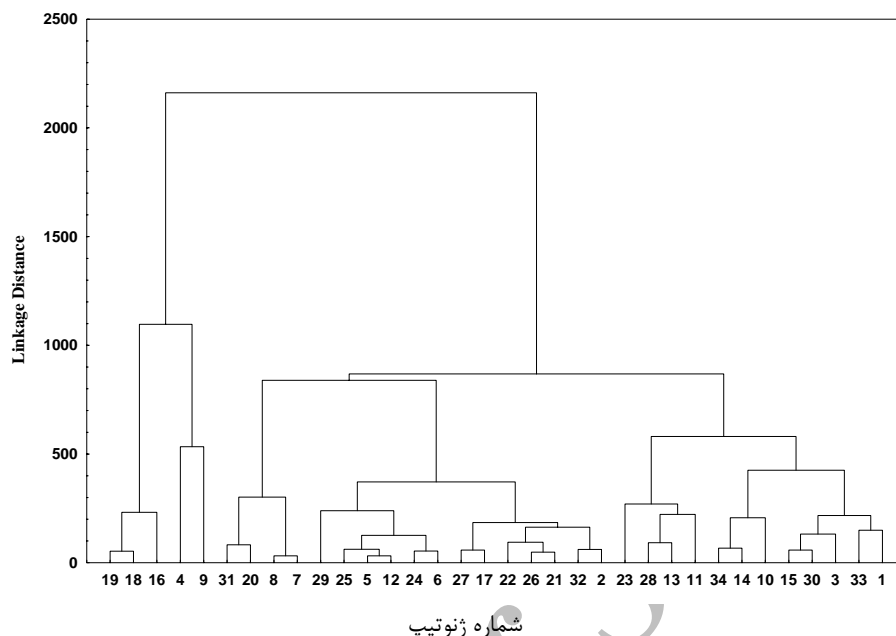




شکل ۶- نمودار بای پلات ۳۴ ژنوتیپ نخود و شاخص‌های مقاومت به خشکی براساس اولین و دومین مؤلفه اصلی در منطقه مشهد (الف) و نیشابور (ب).



شماره ژنوتیپ



شکل ۷- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای براساس شاخص‌های مهم مقاومت به خشکی GMP, MP, STI و HM در منطقه مشهد (الف) و نیشابور (ب).

#### منابع

۱. امام جمعه، ع. ۱۳۷۸. تعیین فاصله ژنتیکی توسط RAPD - PCR، ارزیابی شاخص‌های مقاومت به خشکی و تحلیل سازگاری در نخود ایرانی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی کرمانشاه.
۲. باقری، ع.، ا. نظامی و م. سلطانی. ۱۳۸۰. اصلاح حبوبات سرمدوست برای تحمل به سرما. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
۳. فرشادفر، ع.، م. ر. زمانی، م. مطلبی و ع. امام جمعه. ۱۳۸۰. انتخاب برای مقاومت به خشکی در لاین‌های نخود. مجله علوم کشاورزی ایران. ج. ۳۲. ش. ۱.
۴. کانونی، ه.، ح. کاظمی، م. مقدم و م. نیشابوری. ۱۳۸۱. گزینش لاین‌های نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) برای مقاومت به خشکی. مجله دانش کشاورزی. ج. ۱۲، ش. ۲.
5. Arnon, J. 1972. Crop Production in Dry Region. Leonard Hill Publisher, London.
6. Bidinger, F. R., V. Mahalakshmi and G. D. P. Rao. 1987. Assessment of drought resistance in pearl millet (*P. americanum* L.). II. Estimation of genotype response to stress. Aust. J. Agric. Res. 98: 49 - 59.
7. Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stress Environments. CRC press. Boca Raton.
8. Eberhart, S. A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6: 36 - 40.
9. FAO. 2004. Agricultural Production Year Book. Rome. Italy.

10. 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*. Avrrdc, hanhua, Taiwan, PP. 257-270.
11. Finlay, K.W., and G. N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding progame. *Aust. J. Agric. Res.* 14: 742 - 754.
12. Fischer, R. A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars: I-Grain yield responses. *Aus. J. Agric. Res.* 29: 897 - 912.
13. ICRISAT. 1982. Annual Report. pp. 102 - 103.
14. Langer, I., K. J. Freyand, and T. Bailey. 1979. Associations among productivity, production response and stability indices in oats varieties. *Euphytica.* 28:17 - 24.
15. Rosielle, A. A. and J. Hambling. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Sci.* 21: 943 - 946.
16. Saxena, N. P. 2003. *Management of Agricultural Drought: Agronomic and Genetic Options*. Science Publishers, Inc.
17. Silim, S. N., M. C. Saxena. and K. B. Singh. 1988. Evaluation of spring - sown chickpea for drought tolerance. Annual Report, ICARDA, Aleppo, Syria.
18. Turner, N. C. 1979. Drought resistance and adaptation to water deficit in crop plants. PP. 303-372. In: H. Mussel, 4., and R. C. Staples (Eds.). *Stress Physiology in Crop Plants*. New York, NY. John Wily.
19. Turner, N. C. 1996. Further progress in crop water relations. *Adv. Agron.* 58: 293-338.
20. Turner, N. C., G. C. Wright, and K. H. M. Siddique. 2001. Adaptation of grain legumes (Pulses ) to water limited environments. *Adv. Agron.* 71: 193-231
21. Turner, N. C. 2003. Adaptation to drought: Lessons from studies with chickpea. *Indian. J. Plant Physiology.* (Special Issue) pp: 11-17.
22. Singh, K. B. and M. C. Saxena. 1990. Studies on drought tolerance. Annual Report, ICARDA, Aleppo, Syria.
23. Siddique. K. H. M., K. L. Regan, D. Tennat and B.D.Thomson. 2001. Water use and water use efficiency of cool season grain legumes in low rainfall Mediteranean type environments. *European Journal of Agronomy.* 15: 267-280.

## Screening for drought tolerance in chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.).

A. Ganjeali, M. Kafi, A. Bagheri, and F. Shahriyari<sup>1</sup>

### Abstract

In order to evaluate drought tolerance of chickpea genotypes and identifying the best indices of drought tolerance, an experiment was conducted at two regions of research field in Mashhad Collage of Agriculture and Agricultural Research Station in Nishabour in 2003 growing season. The 34 genotypes were tested using a randomized complete block design under two irrigated (non stress) and rainfed (stress) conditions. Quantitive drought tolerance and susceptibility indices such as Stress Tolerance Index (STI), Stress Susceptibility Index (SSI), Mean Productivity (MP), Harmonic Mean (HM), Tolerance Index (TOL) and Geometric Mean Productivity (GMP) based on yield in stress and non stress conditions were calculated. Significant differences were found among the genotypes for drought tolerance indices with exception of TOL and SSI .

The highest yield was found in genotype numbers of 4,5,16,17,18,19 and 31 respectively genotypes ICCV 93040, ICCV 93042, MCC 13, MCC 448, MCC 5, MCC 10, MCC 16 in non stress conditions but genotype numbers 4,16 and 19 showed merely the highest yield in stress conditions in two regions. Results of regression analysis showed that MP,GMP,STI and HM indices had positive and high significance correlation with yield in stress and non stress conditions . Theses results indicate that MP,GMP,STI and HM are the most suitable criteria for screening drought resistant genotypes. Base on these criteria , genotype numbers of 4,16 and 19 that have the highest yield in stress and non stress conditions and rest near to vectors of drought resistance indices like MP,GMP,STI and HM in multivariate biplot space, Therefore, these genotypes may be recommended as drought tolerant genotypes in this study.

**Keyword:** Biplot, Chickpea, Drought Tolerance Indices, Drought Stress.

1- Contribution from Research Center for Plant Science.,College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.