



تولید گیاهان زراعی در شرایط تنش‌های محیطی، سال چهارم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۱

بررسی تحمل به تنش خشکی در لاینها و ارقام گندم نان با استفاده از خصوصیات مورفولوژیکی و زراعی

نسبیه سلطانی نژاد*

فارغ التحصیل کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، گروه اصلاح نباتات، تهران، ایران.

منوچهر خداحمی

استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، ایران.

محمدرضا جلال کمالی

استادیار مرکز بین المللی تحقیقات گندم و ذرت (CIMMYT)، کرج، ایران.

اسلام مجیدی هروان

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تهران، ایران.

غلامحسین احمدی

مربی مرکز تحقیقات کشاورزی کرمانشاه

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۳ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۲/۲۸

چکیده

خشکی از عمده ترین خطرات برای تولید موفق محصولات زراعی در ایران و جهان است. به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه لاینها و ارقام گندم و نیز تعیین ژنوتیپ های متحمل، ۵۰ ژنوتیپ دریافتی از مرکز تحقیقات بین المللی ذرت و گندم (سیمیت) در آزمایشی در قالب طرح آلفا لاتیس با دو تکرار در ایستگاههای تحقیقاتی کرج و کرمانشاه مورد ارزیابی قرار گرفتند. با استفاده از داده های به دست آمده از ایستگاه ها و محاسبه شاخص های تحمل و حساسیت به خشکی و تجزیه به مؤلفه های اصلی و ترسیم بای پلات ژنوتیپ های ۲۲، ۲۷، ۴۱، ۱۱، ۳۵، ۴۵ و ۳۰ به عنوان ژنوتیپ های متحمل با عملکرد بالا برگزیده شدند و شاخص های MP، GMP و STI به عنوان بهترین شاخص های انتخاب در این بررسی معرفی گردیدند. که در این بین شاخص های GMP و STI نسبت به شاخص MP با شرایط استرس همبستگی بالاتری نشان دادند اما MP همبستگی بالاتری به شرایط نرمال نسبت به STI و GMP نشان داد.

واژه های کلیدی: تنش خشکی، ارقام گندم، خصوصیات مورفولوژیکی، ترسیم گرافیکی بای پلات

* نویسنده مسئول مکاتبات: Email: soltaninejad_n@yahoo.com

مقدمه

خشکی یکی از تنش‌های غیرزنده بسیار مهم است که رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و از این طریق عملکرد گیاه زراعی را محدود می‌کند. تعیین نوع ژنتیکی برای اصلاح گیاهان و تولید بیشتر گونه‌های گیاهی تحت شرایط مختلف سودمند است. انتخاب والدین مناسب جهت تولید ارقام مقاوم به خشکی که دارای ترکیبی از خواص مطلوب والدین باشند همیشه یکی از ابزارهای اساسی مورد استفاده متخصصین اصلاح نباتات بوده است. محدودیت‌های موجود در اصلاح برای مقاومت به خشکی، عدم آگاهی به همه فرآیندهای فیزیولوژیکی است که تولیدات گیاهی به آنها وابسته است. در نتیجه، انتخاب والدین یک فرآیند تصادفی است. به منظور شناخت خصوصیات مؤثر در مقاومت به خشکی بطوری که آنها در اصلاح گیاهان بکار گرفته شوند، مطالعات زیادی توسط متخصصین فیزیولوژی گیاهان زراعی صورت گرفته است. خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک زیادی که در مقاومت به خشکی مؤثر هستند به عنوان شاخص‌های مورد انتخاب در اصلاح نباتات توصیه شده‌اند (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۵). عدم وجود تنوع کافی در صفات مؤثر در مقاومت به خشکی به صورتی که بتوان میزان اثر متقابل محیط و ژنوتیپ را به خوبی تفسیر نمود یکی دیگر از اشکالات این مطالعات می‌باشد. نظر به اینکه بخش زیادی از اراضی زیر کشت گندم کشور در مناطق خشک و نیمه خشک قرار گرفته است و در این مناطق به علت کمبود منابع آب و در نتیجه خشکی محیط عملکرد گندم شدیداً کاهش می‌یابد اصلاح ارقام پیشرفته برای مناطق

خشک و نیمه خشک از طریق انتخاب فقط برای صفت عملکرد دانه چندان موفقیت آمیز نبوده و عقیده بر این است که برای بازدهی بیشتر در اصلاح ارقام سازگار و برتر باید صفاتی را که تحت شرایط کم آبی در افزایش عملکرد دانه مؤثرند شناخت و آنها را نیز علاوه بر عملکرد دانه به عنوان معیارهای انتخاب مورد استفاده قرار داد. از طرفی، بسیاری از معیارهای جدید به خوبی تعریف نشده و استفاده از آنها به نژادگر را دچار مشکل می‌کند و به همین دلیل ارزیابی دقیق ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد آنها در دو محیط تنش و بدون تنش و تعیین ژنوتیپ‌های مقاوم بر اساس شاخص‌های مقاومت به تنش خشکی مورد توجه واقع شده است. (Fernandez *et al.*, 1992) با توجه به گستردگی سطح زیر کشت گندم و متفاوت بودن محیط‌های کشت آن از نظر خصوصیات اقلیمی هر منطقه، شناسایی مرحله یا مراحل بحرانی رشد و نمو یا زمان حساسیت شدید گیاه به خشکی از اهمیت زیادی برخوردار است. مراحل گرده افشانی و پرشدن دانه جزء بحرانی‌ترین مراحل نمو گندم نسبت به تنش رطوبتی معرفی شده و دوره ای است که گندم نسبت به کمبود آب بیشترین حساسیت را نشان می‌دهد (Richard *et al.*, 1981). تنش رطوبتی در مراحل مختلف نمو گندم باعث کاهش معنی‌دار عملکرد کل ماده خشک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و اجزای عملکرد دانه گندم شده است (Araus *et al.*, 2003). در بررسی تنش خشکی آخر فصل روی عملکرد دانه کوچکی و همکاران (۱۳۸۵) نشان دادند که در شرایط تنش، وزن دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌داری با شاخص برداشت و تعداد دانه در

مواد و روش ها

تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر تنش خشکی بر ارقام و لاین‌های گندم دریافت شده از مرکز بین المللی تحقیقات ذرت و گندم (CIMMYT) در مزرعه تحقیقاتی بخش تحقیقات غلات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج و کرمانشاه انجام گرفت. در این آزمایش ۵۰ لاین و رقم گندم نان با احتساب شاهد آزمایش رقم DN-11 (جدول ۱) در قالب طرح آلفا لاتیس ۱۰×۵ در دو تکرار در دو شرایط نرمال (آبیاری) در کرج و شرایط تنش (قطع آبیاری بعد از گلدهی) در کرمانشاه مورد کشت و ارزیابی قرار گرفت به طوری که در هر بلوک فرعی ۵ کرت آزمایشی کشت و هر تکرار شامل ۱۰ بلوک فرعی بود. عملیات زراعی تهیه زمین شامل شخم کلشی در تابستان، یک نوبت دیسک، دو نوبت ماله بطور متقاطع کودپاشی و ایجاد فارو بود. میزان کودهای شیمیایی مصرفی بر اساس آزمون خاک تعیین شد که تمامی کود پتاس از منبع سولفات پتاسیم و تمامی کود فسفات از منبع فسفات آمونیوم به صورت پایه و کود ازته از منبع اوره در دو نوبت پایه و سرک در ابتدای رشد بهاره به زمین داده شد. در هر دو آزمایش هر لاین در ۶ خط سه متری با فاصله خطوط ۲۰ سانتیمتر کشت شد. میزان بذر مصرفی با تراکم ۴۰۰ دانه در متر مربع کشت گردید. برای مبارزه با علفهای هرز پهن برگ از علفکش گرانتار به میزان ۲۰ گرم در هکتار و برای مبارزه با علف های هرز باریک برگ از علفکش پوما سوپر (Puma super) به میزان ۱/۲ لیتر در مرحله پنجه‌زنی تا ساقه رفتن استفاده شد.

سنبله داشت و تعداد روز تا گلدهی با وزن پدانکل در زمان گلدهی دارای همبستگی مثبت و معنی داری بود. در بررسی باقری و همکاران (۲۰۰۷) تعداد سنبلچه و دانه در هر پلات تحت شرایط تنش خشکی به طور معنی داری کاهش یافت ولی وزن هزار دانه از حساسیت کمتری نسبت به تنش برخوردار بود عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نیز تحت تنش خشکی کاهش یافت. تحت شرایط تنش آبی تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و تعداد روز تا گلدهی و تحت شرایط آبیاری طبیعی صفات تعداد روز تا گلدهی، طول دوره پر شدن دانه و وزن دانه در متر مربع تأثیر بالایی را در عملکرد دانه داشتند (Bu-chong *et al.*, 2003) در بررسی طاهری و همکاران (۲۰۱۱) تحت شرایط نرمال همبستگی مثبت و معنی داری بین STI با عملکرد دانه، بیوماس و شاخص برداشت مشاهده شد. در شرایط تنش همبستگی مثبت و معنی داری بین STI و طول ریشک، طول سنبله و ارتفاع گیاه وجود داشت. تحت شرایط نرمال همبستگی بین بیوماس و STI نسبت به شرایط تنش بیشتر بود. در هر ۳ شرایط بیشترین اثر مستقیم روی STI مربوط به عملکرد دانه بود که نتیجه آن همبستگی مثبت و معنی دار بین عملکرد دانه و STI می باشد. هدف از این مطالعه تعیین ژنوتیپ های برتر متناسب با شرایط محیطی آزمایش در بین ژنوتیپ های مورد مطالعه، تعیین ژنوتیپ های متحمل به تنش خشکی و تعیین بهترین شاخص های تحمل به تنش خشکی بود.

های مورد آزمایش در پایین ترین سطح قرار دارند. در بررسی وجود همبستگی بین عملکرد در شرایط نرمال و تنش و شاخص های حساسیت و تحمل به خشکی مشاهده شد که بین عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش با شاخص میانگین تولید، همبستگی مثبت و بسیار معنی داری وجود دارد. ژنوتیپ‌های ۲۲،

۱، ۲۷، ۴۹، ۴۱، ۱۱، ۳۵، ۴۰، ۴۵، ۳۰، ۲۱، ۳۸، ۱۹ دارای بالاترین مقدار برای شاخص تحمل به تنش می باشند. از آنجایی که در تعیین ژنوتیپ های متحمل به تنش مقدار بالای شاخص تحمل به تنش (STI) مد نظر است بنابراین ژنوتیپ های انتخاب شده دارای وضعیت بهتری نسبت به سایر ارقام می باشند. در بررسی وجود همبستگی بین عملکرد در شرایط نرمال و تنش و شاخص های حساسیت و تحمل به خشکی مشاهده شد که بین عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش با شاخص تحمل به تنش همبستگی مثبت و بسیار معنی داری وجود دارد. کوچکی و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی تنش آخر فصل روی عملکرد دانه در برخی صفات مورفولوژیک در ژنوتیپ های گندم نان بیان کردند که شاخص تحمل به تنش دارای همبستگی مثبت و بسیار معنی دار با عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش می باشد. ایزانلو و همکاران (۱۳۸۱) وجود همبستگی بین این شاخص با عملکرد در شرایط نرمال و تنش را گزارش کردند.

ژنوتیپ‌های ۲۲، ۱، ۴۹، ۲۷، ۴۱، ۱۱، ۳۵، ۴۰، ۳۰، ۴۵، ۴۸، ۲۱، ۳۸ از لحاظ شاخص میانگین هندسی بهتر از سایر ارقام بودند. مقدار بالای این شاخص ژنوتیپ هایی را معرفی می کند که دارای عملکرد

پس از اندازه گیری عملکرد دانه در هر دو شرایط انواع شاخص های تحمل به خشکی

$$SSI=1-YS/YP$$

که در رابطه فوق: $SI = (1-YS/YP)$

$$TOL = YP - YS$$

$$MP = \frac{YP + YS}{2}$$

2

$$STI = \frac{(YP)(YS)}{(YP)^2}$$

$$GMP = \sqrt{(YS)(YP)}$$

$$ASReml$$

محاسبه و با استفاده از نرم افزار ASReml و

ترسیم بای پلات تجزیه فضایی روی داده ها انجام شد.

نتایج و بحث

با استفاده از داده های به دست آمده از ایستگاههای کرج (شرایط نرمال) و کرمانشاه (شرایط تنش) (جدول ۲) شاخص های تحمل و حساسیت به تنش اندازه گیری شد و ارتباط همبستگی بین شاخص ها نیز مورد بررسی قرار گرفت. فرناندز (۱۹۹۲) به این مطلب اشاره کرد که اگر اختلاف نسبی عملکرد در شرایط نرمال و تنش زیاد باشد شاخص میانگین تولید دارای اریبی به سمت گزینش بر مبنای عملکرد در شرایط نرمال خواهد بود. ژنوتیپ های شماره ۲۲، ۴۹، ۴۱، ۱۱، ۳۵، ۲۷، ۴۰، ۴۵، ۳۰، ۲۱ که دارای بالاترین عملکرد در شرایط نرمال می باشند و مقدار عملکرد آنها در شرایط تنش زیاد می باشد، دارای بالاترین مقدار شاخص میانگین تولید می باشند. برعکس ژنوتیپ‌های ۲، ۴۴، ۴، ۱۷، ۳۴، ۳۶، ۲۰، ۹، ۲۵، ۷، ۶، ۲۹، ۳، که هم در شرایط نرمال و هم در شرایط تنش کمترین مقدار عملکرد را دارند به لحاظ این شاخص نیز در بین ژنوتیپ

عملکرد را در شرایط نرمال داشتند به لحاظ این شاخص نیز از بقیه ارقام بالاتر بودند. از آنجایی که مقدار بالای این پارامتر بیانگر حساسیت زیاد ژنوتیپ مورد نظر به تنش می باشد و مقدار پایین این پارامتر برای اصلاحگر مطلوب می باشد بنابراین ژنوتیپهای مناسب برای گزینش:

همانگونه که در جدول ۴ مشاهده شد انتخاب بر مبنای شاخص های مختلف ممکن است به انتخاب ارقام متفاوتی منجر شود. به طور کلی شاخص یا شاخص هایی که با عملکرد در هر دو شرایط شاهد و تنش خشکی همبستگی بالا و یکسانی داشته باشند به عنوان بهترین شاخص ها محسوب می شوند. در نتیجه می توان گفت که شاخص های میانگین تولید (MP) (که همبستگی آن با عملکرد در شرایط شاهد ۰/۷۸ و با عملکرد در شرایط تنش ۰/۵۶ بود) و شاخص میانگین هندسی تولید (GMP) (که همبستگی آن با عملکرد در شرایط شاهد ۰/۶۵ و با عملکرد در شرایط تنش ۰/۶۹ بود) و شاخص تحمل به خشکی (STI) (که همبستگی آن با عملکرد در شرایط شاهد ۰/۶۶ و با عملکرد در شرایط تنش ۰/۶۸ بود) به عنوان بهترین شاخص های انتخاب در این بررسی معرفی گردیدند. همچنین با توجه به نمودار LOADING PLOT (شکل ۱) هر چه زاویه بین بردارهای شاخص ها کمتر باشد همبستگی بین شاخص ها بیشتر است، به طور کلی کسینوس زاویه بین بردارها میزان همبستگی

نسبی بالا در هر دو شرایط تنش و نرمال می باشند. در بررسی وجود همبستگی بین عملکرد در شرایط نرمال و تنش و شاخص های حساسیت و تحمل به خشکی مشاهده شد که بین عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش با شاخص میانگین هندسی همبستگی مثبت و بسیار معنی داری وجود دارد. در بررسی وجود همبستگی بین عملکرد در شرایط نرمال و تنش و شاخص های حساسیت و تحمل به خشکی مشاهده شد که شاخص حساسیت به تنش (SSI) با عملکرد در شرایط بدون تنش همبستگی مثبت و بسیار معنی دار و با عملکرد در شرایط تنش همبستگی منفی و بسیار معنی داری دارد. هر چه مقدار شاخص (SSI) کوچکتر باشد میزان مقاومت به خشکی بالاتر است در نتیجه انتخاب بر اساس این شاخص سبب گزینش ژنوتیپ هایی با عملکرد پایین در شرایط نرمال ولی عملکرد بالا در شرایط تنش می شوند. پس ژنوتیپ هایی که کمترین میزان این شاخص را دارند بیشترین مقاومت به خشکی را دارند. این نتایج را فیشر و مورر (۱۹۷۸) بیان نموده اند. پس ژنوتیپ های ۳۰، ۱۲، ۱۷، ۲۳، ۲۴، ۴۶، ۴۷، ۲۰، ۴۷، ۲۵، ۴۴، ۴۲ کمترین مقدار برای این شاخص و مقاوم ترین ژنوتیپ ها به خشکی از لحاظ این شاخص می باشند. در بررسی وجود همبستگی بین عملکرد در شرایط نرمال و تنش و شاخص های حساسیت و تحمل به خشکی مشاهده شد که شاخص تحمل به تنش (TOL) با عملکرد در شرایط بدون تنش همبستگی مثبت و بسیار معنی دار و با عملکرد در شرایط تنش همبستگی منفی و بسیار معنی داری دارد. ژنوتیپ هایی که بالاترین

۱۱، ۳۵، ۴۰ و ۴۵ به عنوان ژنوتیپ هایی که در هر دو شرایط شاهد و تنش خشکی دارای عملکرد بالایی می باشند شناسایی شدند. از طرف دیگر مشاهده می گردد که ژنوتیپ های ۴۲، ۲۰، ۴۴، ۲۵، ۴۷، ۴۶، ۲۴، ۱۹ و ۱۷ دارای کمترین میزان شاخص TOL و SSI می باشد.

تجزیه به مؤلفه های اصلی: با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه های اصلی ۷ مؤلفه محاسبه شد ولی از آنجایی که دو مؤلفه اصلی اول و دوم ۹۹/۶٪ تغییرات موجود در متغیرها را در بر می گیرند (مؤلفه اول ۵۶/۶٪ و مؤلفه دوم ۴۳٪ را شامل می شود می توان از سایر مؤلفه های اصلی که اهمیت چندانی ندارند چشم پوشی نمود. به همین جهت ترسیم بای پلات بر اساس دو مؤلفه اصلی اول صورت گرفت. از آنجایی که دو مؤلفه تغییراتی مستقل را تبیین می کنند از این رو دو مؤلفه را می توان به صورت دو محور عمود بر هم نمایش داد و ژنوتیپ ها را بر اساس این دو مؤلفه در سطح نمودار توسط نقاطی مشخص کرد. در این بررسی با توجه به جدول ۳ اولین مؤلفه ۵۶/۶ درصد از تغییرات کل داده ها را توجیه نمود و همبستگی بالایی را با شاخص های GMP, MP, STI, Yp نشان داد. از آنجا که مقادیر بالای این شاخص ها مطلوب است و با توجه به رابطه منفی مؤلفه اول با این شاخص ها اگر میزان پایین آن انتخاب شود ژنوتیپ هایی گزینش می شود که دارای عملکرد بالا در هر دو محیط بدون تنش و تنش هستند، از این رو آن را مؤلفه پتانسیل عملکرد و تحمل به تنش خشکی می توان نام گذاری کرد. از طرف دیگر مؤلفه دوم ۴۳٪ درصد از تغییرات موجود را به خود اختصاص داد و دارای همبستگی مثبت و

را نشان می دهد بنابراین زاویه بردار هایی که کوچکتر از ۹۰ درجه باشند نشان دهنده همبستگی مثبت بین آنها است. لذا مطابق شکل ۱ بین شاخص های MP, GMP و STI همبستگی بالایی وجود دارد. بین شاخص های SSI و TOL نیز همبستگی بالایی وجود دارد. همان طور که در این پلات نشان داده شده است بین شاخص های MP, GMP و STI همبستگی بالا و مثبت با عملکرد در شرایط نرمال و تنش قابل مشاهده است اما شاخص های SSI و TOL دارای همبستگی مثبت با عملکرد در شرایط نرمال و همبستگی منفی با عملکرد در شرایط تنش بودند. بنابراین شاخص های MP, GMP و STI به عنوان بهترین شاخص های انتخاب در این بررسی معرفی گردیدند که در این بین شاخص های GMP و STI نسبت به شاخص MP با شرایط استرس همبستگی بالاتری نشان می دهند. اما MP همبستگی بالاتری با شرایط نرمال نسبت به STI و GMP نشان داد. فرناندز (۱۹۹۲) نیز اظهار کرد که شاخص های STI و GMP بهترین شاخص برای گزینش ارقام می باشند. ایزانلو و همکاران (۱۳۸۱) و کارگر (۱۳۸۳) نیز STI و GMP را به عنوان بهترین شاخص برای گزینش ارقام مقاوم به خشکی معرفی کردند. کوچکی و همکاران (۱۳۸۵) نیز شاخص های MP, GMP و STI را به عنوان بهترین معیار های انتخاب برای تنش خشکی معرفی کردند. فاضل نجف آبادی (۱۳۸۱) شاخص های MP, GMP و STI را به عنوان بهترین شاخص های گزینش معرفی کردند. در این بررسی با توجه به شاخص های MP, GMP و STI ژنوتیپ های ۲۲، ۱، ۴۹، ۲۷، ۴۱،

طول اجرای این تحقیق داشتند تشکر و قدردانی می گردد.

بالایی با شاخص های SSI و TOL بود. از این رو مؤلفه حساسیت به تنش نامیده می شود. با توجه به آنکه مقادیر پایین این شاخص ها مورد نظر است و با توجه به رابطه مثبت مؤلفه دوم با این شاخص ها، اگر میزان این مؤلفه پایین باشد ژنوتیپ های متحمل به تنش انتخاب می گردد. با توجه به این نکات قسمت مطلوب بای پلات (شکل ۲) ناحیه سمت چپ و پایین (مقادیر کمتر مؤلفه اول و مؤلفه دوم) خواهد بود و ژنوتیپ های ۲۲، ۲۷، ۴۱، ۱۱، ۳۵، ۴۵ و ۳۰ در این ناحیه قرار دارند.

نتیجه گیری

در این بررسی شاخص های MP، GMP و STI به عنوان بهترین شاخص های انتخاب معرفی گردیدند. که در این بین شاخص های GMP و STI نسبت به شاخص MP با شرایط استرس همبستگی بالاتری نشان دادند اما MP همبستگی بالاتری با عملکرد در شرایط نرمال نسبت به STI و GMP نشان داد. ژنوتیپ های ۲۲، ۲۷، ۴۱، ۱۱، ۳۵، ۴۵ و ۳۰ به عنوان ژنوتیپ های متحمل به خشکی معرفی گردیدند.

سپاسگزاری

از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر که بودجه و امکانات لازم جهت انجام این تحقیق را فراهم نمودند و همچنین از کلیه کارشناسان و پرسنل بخش تحقیقات غلات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج و همچنین مرکز تحقیقات کرمانشاه که کلیه همکاری های لازم را در

جدول ۱: مواد گیاهی

1	LOCAL CHECK (SERI M 82) DN-11
2	DHARWAR DRY
3	VOROBAY
4	W15.92/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1
5	POTCH 93/4/MILAN/KAUZ//PRINIA/3/BAV92/5/MILAN/KAUZ//PRINIA/3/BAV92
6	ACHTAR*3//KANZ//KS85-8-5/4/MILAN/KAUZ//PRINIA/3/BAV92/5/MILAN/KAUZ//PRINIA/3/BAV92
7	QG 4.37A/4/MILAN/KAUZ//PRINIA/3/BAV92/5/MILAN/KAUZ//PRINIA/3/BAV92
8	NSM*4/14-2//FRTL/2*PIFED/3/VORB
9	BABAX/LR42//BABAX/3/BABAX/LR42//BABAX/4/T.DICOCCON PI94625/AE.SUARROSA (372)//3*PASTOR/5/T.DICOCCON PI94625/AE.SUARROSA (372)//3*PASTOR
10	BABAX/LR42//BABAX/3/BABAX/LR42//BABAX/4/T.DICOCCON PI94625/AE.SUARROSA (372)//3*PASTOR/5/T.DICOCCON PI94625/AE.SUARROSA (372)//3*PASTOR
11	FRET2*2/4/SNI/TRAP#1/3/KAUZ*2/TRAP//KAUZ/5/ONIX
12	FRET2*2/4/SNI/TRAP#1/3/KAUZ*2/TRAP//KAUZ/5/ONIX
13	ONIX/ROLF07
14	ONIX/ROLF07
15	ONIX/4/MILAN/KAUZ//PRINIA/3/BAV92
16	ACHTAR/4/MILAN/KAUZ//PRINIA/3/BAV92
17	CNO79//PF70354/MUS/3/PASTOR/4/BAV92/5/FRET2/KUKUNA//FRET2/6/MILAN/KAUZ//PRINIA/3/BAV92
18	CNO79//PF70354/MUS/3/PASTOR/4/BAV92/5/FRET2/KUKUNA//FRET2/6/MILAN/KAUZ//PRINIA/3/BAV92
19	CNO79//PF70354/MUS/3/PASTOR/4/BAV92/5/FRET2/KUKUNA//FRET2/6/MILAN/KAUZ//PRINIA/3/BAV92
20	CNO79//PF70354/MUS/3/PASTOR/4/BAV92/5/FRET2/KUKUNA//FRET2/6/MILAN/KAUZ//PRINIA/3/BAV92
21	MILAN/KAUZ//PRINIA/3/BAV92/4/ATTILA/BAV92//PASTOR/5/CNO79//PF70354/MUS/3/PASTOR/4/BAV92
22	SOKOLL*2/TROST
23	SOKOLL*2/TROST
24	SOKOLL//PBW343*2/KUKUNA/3/ATTILA/PASTOR
25	SOKOLL*2/ROLF07
26	GK ARON/AG SECO 7846//2180/4/2*MILAN/KAUZ//PRINIA/3/BAV92
27	GK ARON/AG SECO 7846//2180/4/2*MILAN/KAUZ//PRINIA/3/BAV92
28	GK ARON/AG SECO 7846//2180/4/2*MILAN/KAUZ//PRINIA/3/BAV92
29	SW89-5124*2/FASAN/3/ALTAR 84/AE.SQ//2*OPATA
30	SOKOLL/ROLF07
31	SOKOLL//FRTL/2*PIFED
32	SOKOLL//FRTL/2*PIFED
33	BAV92/SERI
34	ROLF07/3/T.DICOCCON PI94625/AE.SUARROSA (372)//3*PASTOR
35	ROLF07/3/T.DICOCCON PI94625/AE.SUARROSA (372)//3*PASTOR
36	MILAN/KAUZ//PRINIA/3/BAV92/4/WBLL1*2/KUKUNA
37	ATTILA/BAV92//PASTOR/3/ATTILA*2/PBW65
38	CUNNINGHAM/4/SNI/TRAP#1/3/KAUZ*2/TRAP//KAUZ
39	ESDA/KKTS
40	GOUBARA-1/2*SOKOLL
41	SOKOLL*2/3/PASTOR//MUNIA/ALTAR 84
42	SOKOLL*2/3/PASTOR//MUNIA/ALTAR 84
43	SOKOLL*2/4/CHEN/AEGILOPS SUARROSA (TAUS)//FCT/3/STAR
44	SOKOLL*2/4/CHEN/AEGILOPS SUARROSA (TAUS)//FCT/3/STAR
45	BOW/VEE/5/ND/VG9144//KAL/BB/3/YACO/4/CHIL/6/CASKOR/3/CROC_1/AE.SUARROSA (224)//OPATA/7/PASTOR//MILAN/KAUZ/3/BAV92
46	BOW/VEE/5/ND/VG9144//KAL/BB/3/YACO/4/CHIL/6/CASKOR/3/CROC_1/AE.SUARROSA (224)//OPATA/7/PASTOR//MILAN/KAUZ/3/BAV92
47	BOW/VEE/5/ND/VG9144//KAL/BB/3/YACO/4/CHIL/6/CASKOR/3/CROC_1/AE.SUARROSA (224)//OPATA/7/PASTOR//MILAN/KAUZ/3/BAV92
48	GONDO//WBLL1*2/TUKURU/4/GONDO//SHA5/WEAVER/3/PASTOR
49	PASTOR*2/BAV92/5/FRET2*2/4/SNI/TRAP#1/3/KAUZ*2/TRAP//KAUZ
50	PASTOR*2/BAV92/5/FRET2*2/4/SNI/TRAP#1/3/KAUZ*2/TRAP//KAUZ

جدول ۲: شاخص های تحمل و حساسیت به تنش در ۵۰ ژنوتیپ مورد مطالعه در شرایط نرمال و شرایط تنش

شماره ژنوتیپ	YS(t/he)	YP(t/he)	TOL	SSI	STI	MP	GMP
۱	۴/۲۶	۷/۸۳	۳/۵۷	۱/۶۸	۰/۹۴	۶/۰۵	۵/۷۸
۲	۲/۵۹	۴/۲۵	۱/۶۶	۱/۴۴	۰/۳۱	۳/۴۲	۳/۳۲
۳	۴/۲۲	۵/۳۳	۱/۱۰	۰/۷۶	۰/۶۳	۴/۷۷	۴/۷۴
۴	۴/۰۵	۴/۸۴	۰/۷۹	۰/۶۰	۰/۵۵	۴/۴۵	۴/۴۳
۵	۳/۸۰	۶/۰۷	۲/۲۶	۱/۳۸	۰/۶۵	۴/۹۳	۴/۸۰
۶	۳/۶۷	۶/۸۶	۳/۱۹	۱/۷۱	۰/۷۰	۵/۲۶	۵/۰۱
۷	۳/۶۴	۵/۷۸	۲/۱۳	۱/۳۶	۰/۵۹	۴/۷۱	۴/۵۸
۸	۳/۴۴	۶/۱۷	۲/۷۳	۱/۶۳	۰/۶۰	۴/۸۱	۴/۶۱
۹	۳/۰۵	۶/۳۳	۳/۲۸	۱/۹۱	۰/۵۴	۴/۶۹	۴/۳۹
۱۰	۳/۰۸	۶/۸۱	۳/۷۳	۲/۰۲	۰/۵۹	۴/۹۵	۴/۵۸
۱۱	۴/۹۶	۶/۲۹	۱/۳۳	۰/۷۸	۰/۸۸	۵/۶۳	۵/۵۹
۱۲	۴/۸۰	۵/۶۲	۰/۸۱	۰/۵۳	۰/۷۶	۵/۲۱	۵/۱۹
۱۳	۳/۸۸	۶/۴۴	۲/۵۶	۱/۴۶	۰/۷۰	۵/۱۶	۵/۰۰
۱۴	۴/۱۷	۶/۲۴	۲/۰۶	۱/۲۲	۰/۷۳	۵/۲۰	۵/۱۰
۱۵	۴/۳۶	۶/۲۶	۱/۹۰	۱/۱۲	۰/۷۷	۵/۳۱	۵/۲۳
۱۶	۴/۳۲	۶/۳۴	۲/۰۲	۱/۱۷	۰/۷۷	۵/۳۳	۵/۲۳
۱۷	۴/۲۴	۴/۸۶	۰/۶۱	۰/۴۶	۰/۵۸	۴/۵۵	۴/۵۴
۱۸	۳/۷۵	۶/۲۸	۲/۵۲	۱/۴۸	۰/۶۶	۵/۰۲	۴/۸۶
۱۹	۵/۰۲	۵/۵۶	۰/۵۴	۰/۳۶	۰/۷۸	۵/۲۹	۵/۲۸
۲۰	۴/۸۰	۴/۵۲	-۰/۲۷	-۰/۲۲	۰/۶۱	۴/۶۶	۴/۶۶
۲۱	۴/۶۱	۶/۱۲	۱/۵۱	۰/۹۱	۰/۷۹	۵/۳۶	۵/۳۱
۲۲	۵/۰۵	۶/۸۶	۱/۸۰	۰/۹۷	۰/۹۷	۵/۹۵	۵/۸۹
۲۳	۴/۸۷	۵/۵۵	۰/۶۸	۰/۴۵	۰/۷۶	۵/۲۱	۵/۲۰
۲۴	۴/۷۷	۵/۱۸	۰/۴۱	۰/۲۹	۰/۶۹	۴/۹۸	۴/۹۷
۲۵	۴/۶۶	۴/۷۰	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۶۱	۴/۶۸	۴/۶۸
۲۶	۴/۳۲	۵/۹۶	۲/۶۴	۱/۰۱	۰/۷۲	۵/۱۴	۵/۰۷
۲۷	۵/۲۲	۶/۳۳	۱/۱۰	۰/۶۴	۰/۹۳	۵/۷۸	۵/۷۵
۲۸	۴/۴۳	۵/۸۹	۱/۴۶	۰/۹۱	۰/۷۳	۵/۱۶	۵/۱۰
۲۹	۳/۸۱	۵/۶۹	۱/۸۷	۱/۲۱	۰/۶۱	۴/۷۵	۴/۶۶
۳۰	۴/۹۷	۵/۸۱	۰/۸۴	۰/۵۳	۰/۸۱	۵/۳۹	۵/۳۸
۳۱	۴/۲۳	۵/۶۴	۱/۴۰	۰/۹۱	۰/۶۷	۴/۹۳	۴/۸۸
۳۲	۴/۲۹	۵/۷۵	۱/۴۶	۰/۹۴	۰/۶۹	۵/۰۲	۴/۹۷
۳۳	۴/۱۷	۶/۶۲	۲/۴۵	۱/۳۶	۰/۷۷	۵/۳۹	۵/۲۵
۳۴	۳/۲۲	۵/۹۹	۲/۷۶	۱/۷۰	۰/۵۴	۴/۶۰	۴/۳۹
۳۵	۴/۶۸	۶/۴۵	۱/۷۶	۱/۰۱	۰/۸۵	۵/۵۷	۵/۵۰
۳۶	۹۹/۳	۵/۲۵	۱/۲۵	۰/۸۸	۰/۵۹	۴/۶۲	۴/۵۷
۳۷	۴/۶۶	۵/۹۰	۱/۲۳	۰/۷۷	۰/۷۷	۵/۲۸	۵/۲۴
۳۸	۵/۵۰	۶/۱۷	۱/۶۶	۰/۹۹	۰/۷۸	۵/۳۴	۵/۲۷
۳۹	۴/۳۱	۵/۶۷	۱/۳۵	۰/۸۸	۰/۶۸	۴/۹۹	۴/۹۴
۴۰	۴/۵۵	۶/۴۱	۱/۸۵	۱/۰۷	۰/۸۲	۵/۴۸	۵/۴۰
۴۱	۵/۰۲	۶/۴۴	۱/۴۱	۰/۸۱	۰/۹۱	۵/۷۳	۵/۶۹
۴۲	۵/۰۹	۴/۷۷	-۰/۳۱	-۰/۲۴	۰/۶۸	۴/۹۳	۴/۹۳
۴۳	۴/۷۴	۵/۸۰	۱/۰۵	۰/۶۷	۰/۷۷	۵/۲۷	۵/۲۵
۴۴	۴/۳۲	۴/۳۳	۰/۰۰۸	۰/۰۰۷	۰/۵۲	۴/۳۳	۴/۳۳
۴۵	۴/۷۱	۶/۱۰	۱/۳۹	۰/۸۴	۰/۸۱	۵/۴۱	۵/۳۶
۴۶	۴/۵۸	۴/۸۶	۰/۲۸	۰/۲۱	۰/۶۲	۴/۷۲	۴/۷۲
۴۷	۴/۹۱	۵/۱۱	۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۷۰	۵/۰۱	۵/۰۱
۴۸	۴/۱۶	۶/۵۲	۲/۳۵	۱/۳۳	۰/۷۶	۵/۳۴	۵/۲۱
۴۹	۴/۴۵	۷/۴۶	۳/۰۰	۱/۴۸	۰/۹۳	۵/۹۵	۵/۷۶
۵۰	۳/۸۴	۷/۱۸	۳/۳۳	۱/۷۱	۰/۷۷	۵/۵۱	۵/۲۵

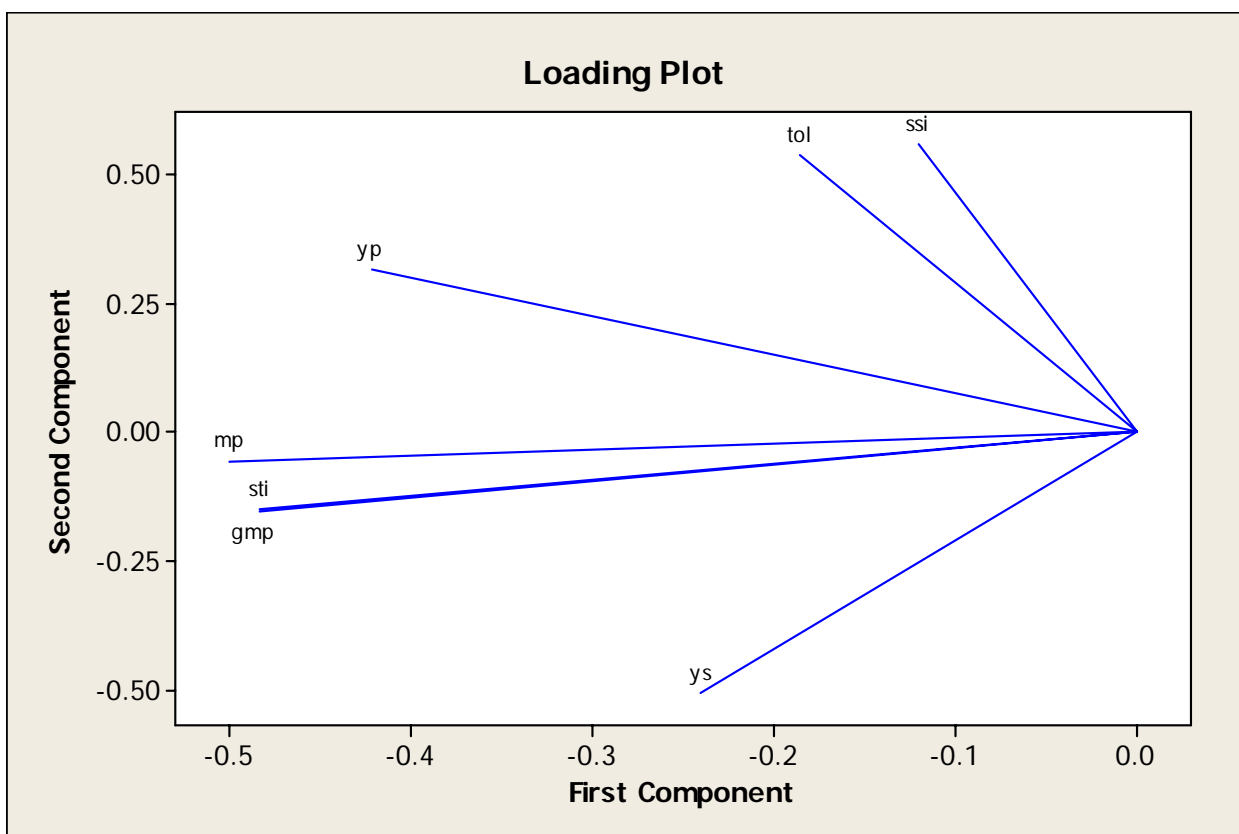
t/he: تن در هکتار

جدول ۳: همبستگی بین شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش

GMP	MP	STI	SSI	TOL	YS	
۰/۶۵**	۰/۷۸**	۰/۶۶**	۰/۷۱**	۰/۸۱**	-۰/۰۷	YP
۰/۶۹**	۰/۵۶**	۰/۶۸**	-۰/۷۳**	-۰/۶۳**		YS
۰/۱۰	۰/۲۷	۰/۱۱	۰/۹۷**			TOL
-۰/۰۳	۰/۱۴	-۰/۰۱				SSI
۰/۹۹**	۰/۹۸**					STI
۰/۹۸**						MP

TOL: تحمل به تنش، MP: متوسط تولید، GMP: میانگین هندسی عملکرد، SSI: شاخص حساسیت به تنش، STI: شاخص تحمل به تنش،

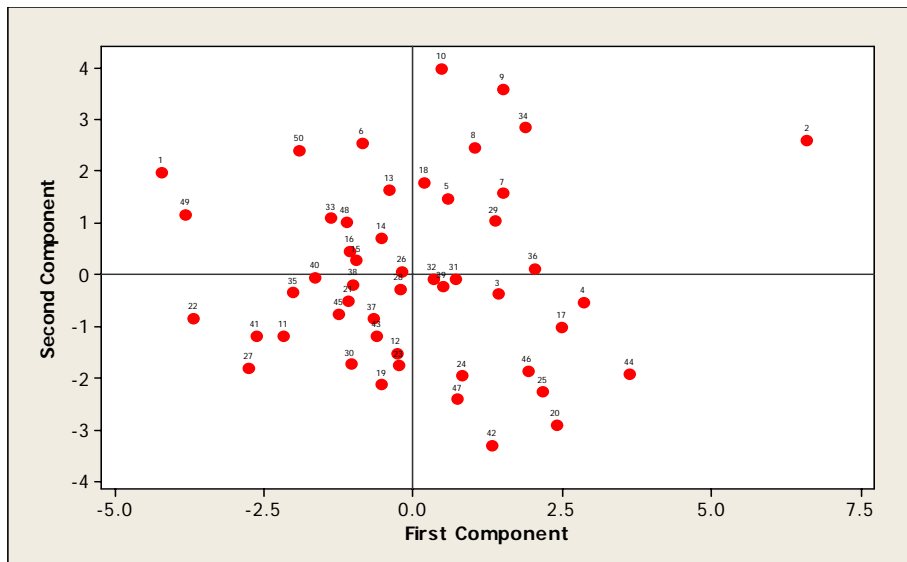
Y_P: عملکرد در شرایط بدون تنش و Y_S: عملکرد در شرایط تنش می باشد.



شکل ۱- نمایش گرافیکی شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش جهت تعیین بهترین شاخص انتخاب

جدول ۴ - مقادیر ویژه و بردارهای ویژه برای ۵ شاخص حساسیت و تحمل به خشکی در ۵۰ ژنوتیپ گندم در آزمایش SAWYT

مولفه ۱	مولفه ۲	مولفه ۳	مولفه ۴	مولفه ۵	مولفه ۶	مولفه ۷	
۳/۶۹	۳/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	مقدار ویژه
۵۶/۶	۴۳/۰	۰/۳	۰/۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	واریانس (درصد)
۵۶/۶	۹۹/۶	۹۹/۹	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	سهم تجمعی (درصد)
-۰/۴۲۱	۰/۳۱۲	۰/۳۷۹	-۰/۰۱۲	-۰/۱۴۰	۰/۶۹۷	۰/۲۷۷	Y _P
-۰/۲۴۰	-۰/۰۵۶	-۰/۰۵۹	-۰/۳۰۳	-۰/۴۱۳	۰/۲۶۱	-۰/۵۹۳	Y _S
-۰/۴۹۹	-۰/۰۵۷	۰/۲۷۸	-۰/۱۹۹	-۰/۳۷۴	-۰/۶۲۹	۰/۳۰۸	MP
-۰/۴۸۳	-۰/۱۵۷	-۰/۱۳۶	-۰/۳۷۲	۰/۷۶۵	۰/۰۰	۰/۰۰	GMP
-۰/۴۸۳	-/۱۵۰	-۰/۴۰۴	۰/۷۶۱	-۰/۰۳۷	۰/۰۰	۰/۰۰	STI
-/۱۲۰	۰/۵۵۶	-۰/۶۹۹	-/۳۵۰	-۰/۲۵۶	۰/۰۰	۰/۰۰	SSI
-۰/۱۸۶	۰/۵۳۵	۰/۳۲۶	۰/۱۶۷	۰/۱۳۲	-۰/۲۲۶	-۰/۶۹۰	TOL



شکل ۲- نمایش بای پلات ۵۰ ژنوتیپ گندم بر اساس تجزیه به مولفه های اصلی

References

- Araus, J.L., Slafer, G.A., Reynolds, M.P. and Royo, C. 2003. Plant breeding and drought in C3 cereals: what should we breed for? *Ann. Bot.* 89:925-940.
- Bagheri, A. and Heidari sharifabad, H. 2007. Effect of drought and salt stresses on yield, yield components and ion content of hull-less barley (*Hordeum vulgare L.*) *Journal of new Agricultural science*. 3(7):3-11.
- Bu-chong, Z.F., M.Li., G.B. Hung, Gan., P.H. Liu and Cheng, Z.Y. 2005. Effect of regulated deficit irrigation on grain yield, its component and water use efficiency of spring wheat. *Plant Sci* 85:825-837.
- Fazelnajafabadi, M. 2002. Inheritance of drought resistance in wheat. Master's thesis, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tehran University.
- Fernandez, G. 1992. Stress tolerance index.
- Fisher, R.A. and Mouler, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. grain yield response *Aust. J. Agric. Res.* 29: 897-912.
- Isanlou, A., zeinali khanghah, H., Hosseinzade, A. and Magnounhosseini, N. 2002. The best indicators of drought resistance in commercial varieties of soybeans. Abstracts for the Seventh Congress of Agronomy, Iran. Seed and Plant Improvement Institute, Karaj.
- Kargar, M., Ghannadha, A.M., Bozorgipour, R., khaje Ahmad Attari, A. and Babaie, H.R. 2004. Indices of drought tolerance in soybean genotypes in terms of number of irrigation. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*. Skin 35. NO 1. P:129-142.
- Koucheki, A., yazdnepas, A. and Nikkhah, H. 2006. Effects of late season drought stress on grain yield and some morphological traits in wheat genotypes. *Iranian Journal of Field Crop Science*. Skin 8. No 1.
- Sarmadnia, Gh. and koucheki, A. 1987. *Agronomic plant physiology*. Jihad, Mashhad University Press. P:465
- Taheri, s., Jalal, S., Shekari, F. and Thohirah Lee, A. 2011. Effects of drought stress condition on the yield of spring wheat (*Triticum aestivum*) lines. *African Journal of Biotechnology* Vol. 10(80), pp. 18339-18348