مجله پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد هفدهم، شماره دوم، ۱۳۸۹
www.gau.ac.ir/journals

ارزیابی شاخص‌های تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های گندم دوروم

*عباس سلیمانی‌فرد[۱]، خلیل فصیحی[۲]، هوشنگ ناصری‌راد[۳] و رحیم ناصری[۴]

[۱]مهندس گروه زراعت، دانشگاه آزاد دزفول، [۲]استادیار دانشگاه ایلام، [۳]دستیار علمی گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور استان ایلام، [۴]کارشناس‌ارشد زراعت، دانشگاه ایلام

تاریخ دریافت: ۸۸/۷/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۷/۱۳

چکیده

به‌منظور بررسی شاخص‌های تحمل به تنش و شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به شرایط تنش خشکی در گندم دوروم، تعداد ۱۶ ژنوتیپ گندم دوروم در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در دو شرایط آبی و دیم در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ایلام در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس عملکرد در شرایط آبی و دیم و شاخص‌های تحمل به تنش وجود تنوع در بین ژنوتیپ‌های گندم دوروم را نشان داد. در شرایط دیم بیشترین عملکرد دانه و نیز بیشترین میانگین هارمونیک، میانگین هندسی محصول‌دهی و شاخص تحمل به تنش متعلق به ژنوتیپ اُمرابی۳ بود. تحلیل همبستگی بین عملکرد در شرایط آبی و دیم و شاخص تحمل به خشکی نشان داد که شاخص میانگین هندسی محصول‌دهی و شاخص میانگین محصول‌دهی مناسب‌ترین شاخص‌ها برای تعیین ژنوتیپ‌های متحمل به گندم دوروم می‌باشند. نمودار چند متغیره بای پلات نشان داد که ژنوتیپ‌های اُمرابی۳، اِم اِر۳/ اِم اِن آ۱ و زردک در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص‌های تحمل به خشکی یعنی میانگین محصول‌دهی، میانگین هندسی محصول‌دهی، میانگین هارمونیک و شاخص تحمل به تنش قرار دارند، همچنین توزیع ژنوتیپ‌ها در فضای بای پلات وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها نسبت به تنش خشکی را نشان داد. تجزیه خوشه‌ای نشان داد که بیشترین

* مسئول مکاتبه: soleymani877@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

فاصله ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های متحمل زردک، اُمرابی۳ و اِم اِر۳/ اِم اِن آ۱ و ژنوتیپ‌های حساس ۹/ آ/ کردستان و ۱۵/ آ/ مراغه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: گندم دوروم، شاخص‌های تحمل، عملکرد دانه، تنش خشکی

مقدمه

گندم دوروم (*Tritcum. turgidum* L. Var.) که جهت تولید محصولات پاستا (ماکارونی و اسپاگتی) به‌کار می‌رود از نظر اهمیت پس از گندم نان (*Tritcum. aestivum.* L) قرار داشته و نقش عمده‌ای در تغذیه میلیون‌ها انسان در خاورمیانه و شمال آفریقا دارد (اُلسن، ۱۹۹٦). اصولاً مهمترین عامل محدودکننده رشد گیاهان کمبود آب می‌باشد و از آنجا که بیشتر اراضی ایران در نواحی خشک و نیمه‌خشک واقع شده‌اند و گندم دوروم در ایران بیشتر در دیم‌زارها تولید شده، بنابراین تعیین ژنوتیپ‌هایی از گندم دوروم که تحت شرایط کم آبی قادر به ارائه عملکرد نسبتاً قابل قبولی باشند امری ضروری است (اسلامی و همکاران، ۲۰۰٤؛ ماتسو، ۱۹۹۸). گزینش ارقام زراعی مناسب برای شرایط متغیر دیم‌زارها مستلزم بروز واکنش مطلوب آن‌ها در محیط‌های نسبتاً متنوع آب و هوایی است (محمدی و فتحی، ۲۰۰۳). در گندم ارزیابی هم‌زمان در شرایط تنش و غیر تنش موجب گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد برتر در هر دو محیط می‌شود. بنابراین بررسی عملکرد نسبی ژنوتیپ در شرایط تنش خشکی و بدون تنش به‌عنوان یک نقطه شروع برای شناخت فرایند تحمل به خشکی و انتخاب ژنوتیپ برای اصلاح در محیط خشک است (کلهون و همکاران، ۱۹۹۵؛ یوسفی‌آذر و رضایی، ۲۰۰۷). فرناندز (۱۹۹۲) با بررسی عملکرد در دو محیط تنش و بدون تنش، ژنوتیپ‌ها را از نظر واکنش به دو محیط در چهار گروه طبقه‌بندی نمود: الف) ژنوتیپ‌هایی که برتری نسبی یکنواختی در هردو شرایط تنش و غیرتنش دارند (گروه A). ب) ژنوتیپ‌هایی که فقط در شرایط مطلوب عملکرد خوبی دارند (گروه B). ج) ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش عملکرد نسبی بالاتری دارند (گروه C). د) ژنوتیپ‌هایی که در شرایط مطلوب و تنش عملکرد کمی دارند (گروه D). فیشر و مائوور (۱۹۷۸) شاخص حساسیت به تنش[1] را پیشنهاد کردند که از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود.

1- Stress susceptible index

Archive of SID

www.SID.ir

$$SSI = \frac{\left[1 - \left(\frac{Y_s}{Y_p}\right)\right]}{SI} \qquad SI = 1 - \left[\frac{\overline{Y_s}}{\overline{Y_p}}\right] \tag{1}$$

در این رابطه SI شدت تنش نامیده می‌شود. Yp: عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در شرایط بدون تنش. Ys: عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در محیط تنش. $\overline{Y_s}$ و $\overline{Y_p}$: به‌ترتیب میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ در شرایط بدون تنش و تنش هستند.

هر قدر مقدار شاخص حساسیت به تنش کوچکتر باشد میزان مقاومت به خشکی بیشتر است، که این شاخص قادر به تفکیک گروه A از گروه C نمی‌باشد. شاختر و همکاران (۲۰۰۳) با مطالعه روی لاین‌های مختلف جو گزارش نمودند که بین شاخص حساسیت به تنش و عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی همبستگی منفی بالایی وجود دارد، اما در شرایط بدون تنش همبستگی بین این شاخص و عملکرد بسیار پایین است. وایت و سینگ (۱۹۹٤) اظهار داشتند در استفاده از شاخص حساسیت به تنش باید بسیار دقت کرد. چون بعضی ژنوتیپ‌های خاص با پایین‌ترین مقدار این شاخص، جزو ارقام با پایین‌ترین پتانسیل عملکرد طبقه‌بندی شده‌اند. اختلاف کم عملکرد بین محیط‌های دارای تنش و بدون تنش باعث ایجاد شاخص حساسیت به تنش پایین می‌شود حتی این که پتانسیل عملکرد آن ژنوتیپ یا لاین پایین باشد. رُزیل و هامبلینگ (۱۹۸۱) شاخص تحمل[1] و همچنین میانگین محصول‌دهی[2] یک ژنوتیپ در هر دو شرایط تنش و غیر تنش را براساس روابط زیر ارائه نمودند.

$$Tol = Y_p - Y_s \qquad MP = \frac{\left(Y_s + Y_p\right)}{2} \tag{2}$$

گلستانی و پاک‌نیت (۲۰۰۷) اظهار داشتند شاخص تحمل تنها برای غربال کردن ارقام متحمل به خشکی در شرایط آبیاری مطلوب مناسب می‌باشد و انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل بر اساس مقادیر کم این شاخص انجام می‌گیرد و این شاخص نیز همانند شاخص حساسیت به تنش قادر به تشخیص ژنوتیپ‌های گروه A از گروه C نمی‌باشد. شیرین‌زاده و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند مقدار بالای شاخص تحمل بیانگر تغییرات بیشتر عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش رطوبتی می‌باشد و

1- Tolerance index
2- Mean productivity

Archive of SID

www.SID.ir

حساسیت ژنوتیپ‌ها را نسبت به شرایط تنش رطوبتی نشان می‌دهد. میانگین محصول‌دهی تمایل به گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد بالقوه بالاتر و تحمل به تنش پایین‌تر دارد. هنگامی‌که اختلاف نسبی زیادی بین عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش موجود باشد، این شاخص دارای اُریبی به سمت عملکرد در شرایط بدون تنش می‌شود، بنابراین برای رفع این مشکل شاخص میانگین هندسی محصول‌دهی[1] که براساس میانگین هندسی عملکرد ژنوتیپ‌ها تحت شرایط تنش و بدون‌تنش محاسبه می‌شود، توسط فرناندز (۱۹۹۲) ارائه گردید. شاخص میانگین هندسی محصول‌دهی به مقادیر متفاوت عملکرد در شرایط تنش و غیر تنش حساسیت کمتری دارد. به همین منظور شاخص دیگری به نام شاخص تحمل به تنش[2] را برای تعیین ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در شرایط تنش و بدون تنش که می‌تواند گروه‌های B و C را از یکدیگر تفکیک کند به شرح رابطه زیر ارائه شد (کریستین و همکاران، ۱۹۹۷).

$$GMP = \sqrt{Y_s \times Y_p} \qquad (۳)$$

شاخص تحمل به تنش بهتر از سایر شاخص‌ها می‌تواند ژنوتیپ‌های با پتانسیل بالای عملکرد و برخوردار از قدرت تحمل را گزینش نماید (اسدی چالشتری و همکاران، ۲۰۰۶).

شاخص دیگری به‌عنوان میانگین هارمونیک[3] نیز توسط برخی از محققان مورد استفاده قرار گرفته که رابطه آن به شکل زیر است (ایزانلو و همکاران، ۲۰۰۲).

$$HARM = \frac{۲(Yp.Ys)}{Yp + Ys} \qquad (٤)$$

مناسب‌ترین شاخص آن است که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش دارای همبستگی معنی‌داری با عملکرد باشد (پانتوان و همکاران، ۲۰۰۲؛ فرشادفر و همکاران، ۲۰۰۱). طالبی و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه بر روی لاین‌های گندم دوروم شاخص‌های میانگین هندسی محصول‌دهی، میانگین محصول‌دهی و تحمل به تنش را به‌عنوان شاخص‌های مطلوب انتخاب نمودند. شیری (۲۰۰۵) در

1- Geometric mean productivity
2- Stress tolerant index
3- Harmonic mean

Archive of SID

www.SID.ir

ارزیابی شاخص‌های تحمل به خشکی در ارقام گندم و کارگر و همکاران (۲۰۰٤) در بررسی بر روی ژنوتیپ‌های سویا دریافتند شاخص میانگین هندسی محصول‌دهی و شاخص تحمل به تنش همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد در محیط تنش و بدون تنش دارند. یاهوئیان و همکاران (۲۰۰٦) نیز شاخص‌های میانگین هندسی محصول‌دهی و شاخص تحمل به خشکی را که در نمودار بای پلات در زاویه بین عملکرد در شرایط نرمال و تنش قرار داشتند به‌عنوان شاخص‌های برتر معرفی کردند. در بررسی احمدی و همکاران (۲۰۰۰) روابط بین شاخص‌های تحمل به تنش به‌وسیله نمایش بای پلات چند متغیره به تصویر کشیده شد، و مشخص شد که هیبریدهای ذرت براساس دو مؤلفه اول و دوم کلاسه‌بندی شده‌اند به‌طوری‌که اولین مؤلفه ۵۹/۱ درصد از تغییرات کل داده‌ها را تعیین کرد و مؤلفه پتانسیل عملکرد نام‌گذاری شد، دومین مؤلفه که ٤۹/۸۹ درصد از تغییرات کل داده‌ها را بیان کرد، مؤلفه حساسیت به تنش نامیده شد. به هر حال شاخص‌های کمّی متعددی برای انتخاب ژنوتیپ‌ها بر مبنای وضعیت عملکرد آنها در محیط‌های دارای تنش پشنهاد شده که انتخاب شاخص‌های کمی تحمل به تنش مناسب به شناسایی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد دانه بالا منجر می‌شود. بنابراین هدف از این پژوهش مقایسه شاخص‌های متفاوت تحمل وحساسیت به خشکی و گروه‌بندی ژنوتیپ‌های گندم دوروم بر اساس این شاخص‌ها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی شاخص‌های تحمل به تنش و شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به شرایط تنش خشکی در گندم دوروم، تعداد ۱٦ ژنوتیپ گندم دوروم (جدول ۱) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در دو شرایط آبی و دیم در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ایلام با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ٤۵ دقیقه و طول جغرافیایی ۳٤ درجه و ٤٦ دقیقه در سال زراعی ۸٦-۱۳۸۵ اجرا شد. متوسط درجه حرارت و بارندگی سالانه در طول دوره آزمایش به‌ترتیب ۱۷/۹ درجه سانتی‌گراد و ۳٦۱/۷ میلی‌متر بود. افزایش دما در اواخر فصل رشد معمولاً با قطع بارندگی همراه است و زراعت دیم منطقه را با تنش خشکی روبرو می کند (شکل ۱).

هر واحد آزمایشی شامل ۸ ردیف به فاصله ۲۵ سانتی‌متر و طول ٤ متر با تراکم کاشت ٤۵۰ بذر در مترمربع بود. قبل از کاشت بذور با قارچ‌کش ویتاواکس به میزان ۲ در هزار ضدعفونی شدند. با توجه

Archive of SID

www.SID.ir

به نتایج آزمون خاک مزرعه، مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیومو ۷۵ کیلوگرم کود اوره قبل از کاشت و مابقی کود اوره در دو نوبت به صورت سرک در دو مرحله پنجه‌دهی و ساقه روی برای کشت آبی و یک دوم این مقدار برای کشت دیم مصرف گردید. کشت بذر در تاریخ ۸ آبان ۱۳۸۵ به‌صورت دستی انجام شد. در کشت آبی، برای تعیین زمان مناسب آبیاری از تشتک تبخیر کلاس A استفاده شد. به‌طوری‌که ۵±۷۵ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک زمان آبیاری تیمارهای شرایط طبیعی بود. اما در آزمایش دیم هیچ‌گونه آبیاری انجام نشد و صرفاً به استفاده از نزولات آسمانی اکتفا شد. در طول دوره رشد مبارزه با علف‌های هرز به‌طور کامل و به‌صورت دستی انجام شد. در زمان رسیدگی کامل محصول، عملیات برداشت با حذف دو خط کناری از سطحی معادل ٦ مترمربع و زمانی صورت گرفت که درصد رطوبت دانه به ١٤ درصد رسید و سپس عملکرد دانه در آزمایش آبی و دیم برحسب کیلوگرم در هکتار تعیین گردید و مورد محاسبات و تجزیه آماری قرار گرفت. ابتدا با استفاده از عملکرد گیاهان در آزمایش آبی و آزمایش دیم شاخص‌های تحمل به خشکی محاسبه شدند. پس از محاسبه شاخص‌های تحمل به تنش، این شاخص‌ها همراه با عملکردهای آبی و دیم با استفاده از نرم‌افزار Mstat-c مورد تجزیه واریانس و مقایسه با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شدند. برای تحلیل همبستگی بین شاخص‌های محاسبه شده و عملکرد آبی و دیم و رسم نمودارهای سه بعدی از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. به‌منظور ارزیابی بهتر روابط بین شاخص‌ها با عملکردهای هر دو شرایط از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و نمودار بای پلات استفاده شد، که برای این منظور از نرم‌افزار STAT GRAPH استفاده شد. به‌منظور انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب جهت دورگ‌گیری از تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA استفاده شد و نتایج به‌دست آمده به‌صورت نمودار دندروگرام ارائه گردید. رسم نمودار دندروگرام توسط نرم‌افزار SPSS انجام شد.

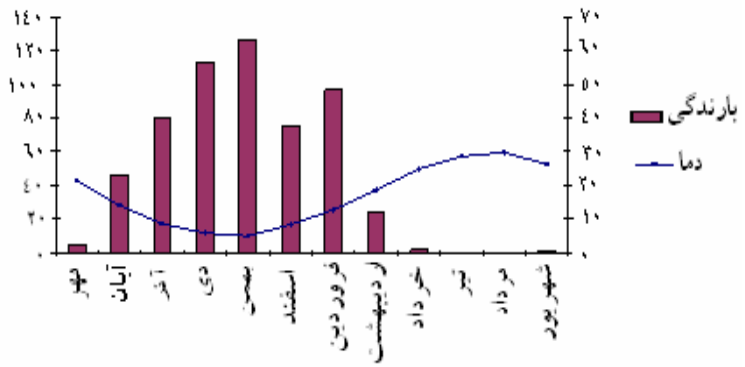
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- اسامی و مراکز دریافت ۱۶ ژنوتیپ گندم دوروم به‌منظور بررسی میزان تحمل به خشکی آن‌ها.

نماد	ژنوتیپ	محل معرفی	متوسط عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
۱	اُم جنایل۳	ایکاردا	٤۳۲۰
۲	اُمرآبی۳	ایکاردا	٤۸۸۰
۳	سیمره	ایستگاه گچساران	٤۱٤۰
٤	اِم اِر ۳/ اِم اِن آ ۱	ایکاردا	٤۸٥۰
٥	واها	ایکاردا	٤٦۷۰
٦	اِم اِن۱۰/ اِراف اِم۷	ایکاردا	٤٦۰۰
۷	۹/آ/کردستان	ایکاردا	٤۱٥۰
۸	۱۲/آ/مراغه	ایکاردا	٤۰۳٦
۹	۱٤/آ/مراغه	ایکاردا	٤۱٦٦
۱۰	۱٥/آ/مراغه	ایکاردا	٤۰٦۲
۱۱	۱۸/آ/مراغه	ایکاردا	٤۰۳۹
۱۲	۱۹/آ/مراغه	ایکاردا	٤۱٥٤
۱۳	۲۰/آ/مراغه	ایکاردا	٤۲۷٦
۱٤	زردک	ایستگاه سرارود	٤٥٦۳
۱٥	سرداری	ایستگاه گچساران	٤۰۰۹
۱٦	یاواروس	ایستگاه کردستان	٤۷۰۸

* منبع موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور (محمدی، ۲۰۰۷).



شکل ۱- تغییرات دما و بارندگی منطقه ایلام در فصول سال‌های ۱۳۸٦-۱۳۷٤.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌داری از نظر کلیه شاخص‌های تحمل به خشکی و نیز عملکردهای آبی ودیم بین ژنوتیپ‌ها وجود دارد، که بیانگر وجود تنوع ژنتیکی و امکان انتخاب برای تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های گندم دوروم است (جدول ۲). وجود تفاوت معنی‌دار و تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های مختلف گندم دوروم از نظر شاخص‌های تحمل به خشکی در مطالعات دیگر نیز مورد تأیید قرار گرفته است (اسدی چالشتری و همکاران، ۲۰۰٦؛ فرشادفر و همکاران، ۲۰۰۱). در شرایط آبی بیشترین عملکرد متعلق به ژنوتیپ‌های یاواروس و ۱۸/ آ/ مراغه بود. بیشترین عملکرد در شرایط دیم (Ys) به ژنوتیپ اُمرآبی ۳ تعلق داشت (جدول ۳). از نظر شاخص‌های تحمل به خشکی نیز بیشترین میانگین هندسی محصول‌دهی و میانگین هارمونیک متعلق به ژنوتیپ اُمرآبی ۳ بود. ژنوتیپ اُمرآبی ۳ علاوه بر شاخص‌های بیان شده از نظر شاخص‌های میانگین محصول‌دهی و شاخص تحمل به تنش نیز در وضعیت مطلوبی قرار داشت و از این‌نظر با ژنوتیپ‌های زردک و اِم اِر ۳/ اِم اِن آ ۱ در یک گروه قرار گرفتند. کمترین شاخص حساسیت به تنش خشکی و تحمل متعلق به ژنوتیپ اُمرآبی ۳ بود. بیشترین مقدار شاخص تحمل با ۵۰۲۳ کیلوگرم به‌ژنوتیپ ۱۵/آ/ مراغه و بیشترین مقدار شاخص حساسیت به تنش به‌میزان ۰/٤٦٥ نیز به‌ژنوتیپ ۱۵/آ/ مراغه متعلق بود. بنابراین با توجه به این‌که ژنوتیپ اُمرآبی۳ از نظر شاخص میانگین هندسی محصول‌دهی، میانگین هارمونیک، شاخص تحمل به تنش، میانگین محصول‌دهی و از نظر عملکرد دیم نیز در وضعیت مطلوبی قرار دارد بنابراین می‌توان آنرا مناسب‌ترین ژنوتیپ برای کشت دیم در نظر گرفت. نظر به این که تحمل به خشکی یک صفت پیچیده است و عوامل مختلفی در آن دخالت دارند، قضاوت در مورد ژنوتیپ‌ها از نظر یک صفت، پیچیده و گاهی اوقات با نتایج متناقض همراه است (فرشادفر و همکاران، ۲۰۰۱؛ یاهوئیان، ۲۰۰۵). به‌طورکلی شاخص‌هایی که در هر دو شرایط تنش خشکی و بدون تنش دارای همبستگی نسبتاً بالایی با عملکرد باشند، به‌عنوان بهترین شاخص‌ها معرفی شوند (احمدی و همکاران، ۲۰۰۰).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- تزیه واریانس شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد ژنوتیپ‌های گندم دوروم در شرایط آبی (YP) و دیم (YS).

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		عملکرد آبی	عملکرد دیم	میانگین محصول‌دهی	میانگین هندسی محصول‌دهی	شاخص تحمل به تنش	میانگین هارمونیک	شاخص حساسیت به تنش	شاخص تحمل
تکرار	۳	۲۵۳۰۸۵۹۶/۵	۸۹۸۷۸/۹	۸۵۴۹۳۴۳	۲۸۸۳۴۷۳/٤	۰/۱٤۱	۱۰۳۹٤٦۳/۱	۰/۲۱۵	۲۲٦۱۲۹٦۸۷/٦
تیمار	۱۵	۱۱۵٤۱۲۳**	۲۳۷٦٦۱۳/۵**	۷۸٤۰۵۰/٤**	۱۸۱۹٤۲۹**	۰/۰۷۸**	۲٦۷۷٦٦۵/۹**	۰/۲۱۳**	۳۳۰۷۱٦۵/۲**
خطا	٤۵	۵٤۰۷۲۵/۹	۳٦۵۱٦/۳	۲٤۵۸٦۹	٦۲۳۳۷	۰/۰۰٤	۵۲۷۷۳/۷	۰/۰۱۱	٦۳۰٤۷۸/۹
ضریب تغییرات	-	۱۲/٦۷	۸/٤	۱۲/٤۵	۷	۱۵/۷	۷/۳	۱۰/٦	۱۹/۳

**معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین های عملکرد در شرایط دیم (Ys) و آبی (Yp) و شاخص های تحمل به خشکی در ۱۶ ژنوتیپ گندم دوروم.

ردیف	ژنوتیپ	عملکرد آبی کیلوگرم در هکتار	عملکرد دیم کیلوگرم در هکتار	میانگین محصول دهی	میانگین هندسی محصول دهی	شاخص تحمل به تنش	میانگین هارمونیک	شاخص حساسیت به تنش	شاخص تحمل
۱	اُم جنابل۳	۶۲۴۰ab	۱۸۲۷ ef	۴۰۳۴ abc	۳۳۷acd	۰/۳۳۵ cd	۲۸۲۵fg	۱/۱۵ abcd	۳۴۱۳abc
۲	اُمرآبی۳	۵۳۸۷ab	۳۸۲۰a	۴۶۷۴a	۴۵۳۴a	۰/۶۰۷a	۴۴۶۵a	۰/۴۶g	۱۵۶۷e
۳	سیمره	۵۶۵۳ ab	۳۵۲۶cd	۴۰۰۱ abc	۳۶۰۳cd	۰/۳۸۵ bc	۳۲۵۴cdef	۰/۹۰ef	۳۲۹۸ abcd
۴	اِم اِر ۳/ اِم اِن آ ۱	۶۳۰۶ ab	۳۲۲۵ b	۴۷۶۶a	۴۵۰۸a	۰/۶۰۷bc	۴۲۶۵a	۰/۸۰fg	۳۰۸۱bcde
۵	واها	۵۳۵۷ ab	۲۶۳۰ c	۳۹۹۴abc	۳۷۴۲bc	۰/۴۲۰bc	۳۵۱۰cd	۰/۸۰fg	۲۷۲۷cde
۶	اِم اِن ۱۰/ اِراِف اِم۷	۵۹۲۸ab	۲۴۲۳cd	۴۱۷۶ab	۳۷۶۶bc	۰/۴۲۷bc	۳۴۰۴cde	۰/۹۳ef	۳۵۰۵abcd
۷	اَکردستان ۱/۹	۴۹۹۴b	۱۱۲۳hi	۳۰۵۹c	۲۳۵۸fg	۰/۱۶۲e	۱۸۲۵ij	۱/۲۵ab	۳۸۷۲abcd
۸	اَمراغه ۱/۱۲	۵۰۶۶ ab	۲۲۸۴ cd	۳۶۷۵abc	۳۳۸acd	۰/۳۴cd	۳۱۲۳def	۰/۸۶f	۲۷۸۲cde
۹	اَمراغه ۱/۱۴	۶۱۴۹ ab	۱۶۸۲ fg	۳۹۱۶abc	۳۲۱۴de	۰/۴۰۷ cd	۲۶۳۹gh	۱/۱۸ abcd	۴۴۶۸abc
۱۰	اَمراغه ۱/۱۵	۵۹۰۴ ab	۸۷۹ i	۳۳۹۴bc	۲۲۵۶g	۰/۱۵۰e	۱۵۱۵j	۱/۳۴a	۵۰۲۳a
۱۱	اَمراغه ۱/۱۸	۶۵۳۴ a	۲۸۱۲ c	۴۵۷۳a	۴۱۲۰ab	۰/۵۰۲ab	۳۷۱۶bc	۰/۹۶def	۳۹۲۲abcd
۱۲	اَمراغه ۱/۱۹	۵۱۰۰ ab	۲۵۹۶ c	۳۸۴۸abc	۳۶۱۷cd	۰/۴۹۲ bc	۳۴۰۵cde	۰/۸۵f	۲۵۰۴de
۱۳	اَمراغه ۱/۲۰	۵۵۱۵ ab	۲۰۸۶ de	۳۸۰۱abc	۳۳۶۹cd	۰/۴۳۷ cd	۲۹۹۶efg	۰/۹۸ cdef	۳۴۲۹abcd
۱۴	زردک	۶۲۸۸ab	۳۰۶۵ b	۴۶۷۷a	۴۳۴۷a	۰/۵۷ a	۴۰۴۹ab	۰/۸۶ f	۲۲۲۳bcde
۱۵	سرداری	۵۷۳۱ab	۱۵۴۹ gh	۳۵۷۵ abc	۲۸۰۹ef	۰/۲۲ de	۲۲۲۸hi	۱/۱۸۵ abc	۴۳۱۳ abc
۱۶	یاواروس	۶۶۹۴ a	۲۰۸۶ de	۴۳۹۰ ab	۳۷۰۴ bc	۰/۴۰۷ bc	۳۱۵۲ def	۱/۰۹ bcde	۴۶۰۸ ab

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری ندارند.

www.SID.ir

با توجه به همبستگی به‌دست آمده بین شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد دانه در شرایط دیم و آبی (جدول ٤). بین عملکرد دانه در شرایط دیم و آبی همبستگی بسیار ضعیف و غیرمعنی‌داری وجود داشت که نشان می‌دهد تظاهر آلل‌های کنترل‌کننده عملکرد دانه در شرایط دیم و آبی با هم متفاوت می‌باشد. بنابراین به‌کارگیری ژنوتیپ‌های گندم دوروم گزینش شده در محیط‌های مساعد با عدم بروز واکنش مثبت در محیط‌های نامساعد مواجه می‌شود که با گزارش محمدی و فتحی (۲۰۰۳) در بررسی بر روی ژنوتیپ‌های جو مطابقت دارد. ولی در مطالعه‌ای که توسط گلستانی و پاک‌نیت (۲۰۰۷) بر روی کنجد همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه در شرایط دیم و آبی گزارش شد. در بین شاخص‌های مورد مطالعه نیز مشخص شد که بین شاخص‌های میانگین هندسی محصول‌دهی و میانگین محصول‌دهی با عملکرد دانه در شرایط دیم و آبی همبستگی معنی‌داری وجود دارد، بنابراین می‌توان شاخص‌های میانگین هندسی محصول‌دهی و میانگین محصول‌دهی را به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی که در شرایط بدون تنش و تنش خشکی عملکرد بالایی دارند در نظر گرفت. شیری (۲۰۰۵) در بررسی ارقام گندم و کارگر و همکاران (۲۰۰٤) در بررسی ژنوتیپ‌های سویا، شاخص‌های میانگین محصول‌دهی، میانگین هندسی محصول‌دهی و شاخص تحمل به تنش را به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها معرفی کردند. در همین رابطه کریستین و همکاران (۱۹۹۷) در گیاه لوبیا شاخص میانگین هندسی محصول‌دهی را به‌عنوان شاخص مطلوب انتخاب نمودند. بعد از آن که بهترین شاخص‌های تحمل به خشکی شناسایی شدند، برای تعیین ژنوتیپ های متحمل خشکی از نمودار سه بعدی استفاده گردید که رابطه بین سه متغییر عملکرد آبی، عملکرد دیم و یکی از شاخص‌های تحمل را نشان می‌دهد با استفاده از نمودار سه بعدی با توجه به این سه معیـار ژنوتیپ‌ها به چهار گروه a، b، c و d تقسیم شدند. مناسب‌ترین شاخص آن است که بتواند گروه a را از سایر گروه‌ها تمیز دهد (یوسفی‌آذر و رضایی، ۲۰۰۷). پراکنش ژنوتیپ‌ها براساس عملکرد در شرایط دیم (Ys) و آبی (Yp) با شاخص‌های میانگین محصول‌دهی (MP) و میانگین هندسی محصول‌دهی (GMP) نشان داد (شکل‌های ۲ و ۳) که ژنوتیپ‌های اِم اِن۱۰/اِراِف اِم۷، ۱۵/آ/ مراغه، زردک و اِم اِر بی۳/ اِم اِن آ۱ (ژنوتیپ‌های شماره ٤، ١٤ و ٦، ١١) در گروه a قرار دارندی یا به‌عبارتی هم مقاوم به کم آبی هستند و هم محصول آنها در محیط دیم و آبی بالا است. نمودار سه

Archive of SID

www.SID.ir

بعدی برای تشخیص گروه a از سایر گروه‌ها در نخود توسط فرشادفر و همکاران (۲۰۰۱) و در ذرت نیز توسط شرین‌زاده و همکاران (۲۰۱۰) مورد بررسی و تایید قرار گرفته است. در یک نمودار سه بعدی فقط روابط بین سه متغیر را می‌توان مطالعه کرد. برای مطالعه روابط بین بیش از سه متغیر یک شکل به‌دست آمده از نمایش چند متغیر همانند بای پلات مفید می‌باشد. بدین‌منظور پس از انجام تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر روی شش شاخص تحمل به خشکی و دو صفت عملکرد دیم (Ys) و عملکرد آبی (Yp) در ۱٦ ژنوتیپ گندم دوروم دو مؤلفه اول با داشتن مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک مجموعاً ۹۸/۲۳ از تغییرات کل داده‌ها را بیان نمودند (جدول ٤)، بنابراین ترسیم بای پلات بر اساس دو مؤلفه صورت پذیرفت. از آنجا که مؤلفه اول تغییراتی را در بر می‌گیرد که توسط مؤلفه دوم تبیین نمی‌شود و بالعکس می‌توان در تغییرات دو مؤلفه را به‌صورت عمود بر هم نمایش داد بنابراین به‌گونه‌ای که ژنوتیپ‌ها براساس این دو مؤلفه در سطح نمودار با نقاطی مشخص گردند. در این پژوهش اولین مؤلفه ٧٤/٨٤ درصد از تغییرات کل داده‌ها را بیان نمود و همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد دیم (Ys)، عملکرد آبی (Yp)، شاخص میانگین محصول‌دهی (MP)، تحمل به تنش (STI)، میانگین هارمونیک (HARM) و میانگین هندسی محصول‌دهی (GMP) داشت. از این‌رو مؤلفه اول را می‌توان به‌عنوان مؤلفه پتانسیل و پایداری عملکرد و تحمل به خشکی نام‌گذاری کرد. با توجه به این‌که میزان بالای این شاخص‌ها برای ما مطلوب است بنابراین بر روی بای پلات به‌دست آمده اگر به مقادیر مثبت و بالای این مؤلفه توجه نماییم، می‌توانیم ژنوتیپ‌هایی را که دارای عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش خشکی، بدون تنش و شاخص‌های میانگین محصول‌دهی (MP)، میانگین هندسی محصول‌دهی (GMP)، میانگین هارمونیک (HARM) و تحمل به تنش (STI) بالایی می‌باشند را انتخاب کنیم. دومین مؤلفه ۲۳/۳۹ درصد از کل تغییرات داده‌ها را بیان نمود و همبستگی منفی با عملکرد دیم (Ys) و همبستگی مثبت بالا با شاخص تحمل (TOL)، حساسیت به تنش (SSI) و عملکرد آبی (Yp) داشت. بنابراین مؤلفه دوم را می‌توان به‌عنوان مؤلفه حساسیت به تنش نام‌گذاری کرد. این مؤلفه می‌تواند ژنوتیپ‌هایی با عملکرد پایین و پتانسیل عملکرد متوسط را انتخاب نمود و از آن‌جا که مقادیر کم شاخص تحمل (TOL) و حساسیت به تنش (SSI) برای ما مطلوب است پس اگر در بای پلات به‌دست آمده نواحی با میزان پایین این مؤلفه در نظر گرفته شود، می‌توان ژنوتیپ‌های با عملکرد دیم

Archive of SID

www.SID.ir

(YS) و شاخص تحمل (TOL) و حساسیت به تنش پایین را انتخاب نمود. براساس دو مؤلفه فوق بای پلات ترسیم گردید به‌طوری‌که ژنوتیپ‌ها در درون گروه‌های مشخص قرار گرفتند که ارتباط آن‌ها با عملکردهای دانه در شرایط دیم و آبی و شاخص‌های مورد بحث به خوبی مشهود شد. براساس نمودار بای پلات (شکل ٤)، ژنوتیپ‌های اِم اِر بی۳/ اِم اِن آ۱ و زردک (ژنوتیپ‌های شماره ٤ و ١٤) در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص‌های مهم تحمل به خشکی یعنی میانگین محصول‌دهی (MP)، میانگین هندسی محصول‌دهی (GMP) و تحمل به تنش (STI) قرار دارند. به‌علاوه نمودار بای پلات نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های اُمرآبی۳، اِم اِر بی۳/ اِم اِن آ۱ و زردک (ژنوتیپ‌های شماره ۲، ٤ و ١٤) در مجاورت مؤلفه پتانسیل عملکرد قرار دارند. ژنوتیپ‌های اُم جنایل ۳ و ١٤/آ/ مراغه (ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۹) در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص‌های تحمل (TOL) و حساسیت به تنش (SSI) قرار گرفته‌اند که به معنی بالا بودن حساسیت آن‌ها به کمبود آب است. ژنوتیپ‌های ۱۵/ آ/ مراغه، ۹/آ/ کردستان و سرداری (ژنوتیپ‌های شماره ۱۰، ۷ و ۱۵) در ناحیه با عملکرد پایین و حساسیت بالا به تنش قرار گرفته‌اند. ژنوتیپ‌های ۲۰/آ/ مراغه، اِم اِن آ۱/ اِر اِف اِم ۷ و سیمره (ژنوتیپ‌های شماره ۱۳، ٦ و ۳) که در مرز بین دو ناحیه پتانسیل و پایداری عملکرد و تحمل به خشکی واقع شده‌اند، به‌عنوان نیمه متحمل شناسایی گردیدند. به‌طورکلی می‌توان این نحوه توزیع ژنوتیپ‌ها در فضای بای پلات را بیانگر وجود تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گندم دوروم نسبت به تنش خشکی دانست. نمودار بای پلات هم‌چنین زاویه بین شاخص‌های انتخابی میانگین محصول‌دهی (MP)، میانگین هندسی محصول‌دهی (GMP)، میانگین هارمونیک (HARM) و شاخص تحمل به تنش (STI) را حاده نشان می‌دهد که دلالت بر وجود همبستگی بالا بین این شاخص‌ها است. همبستگی بالا بین دو شاخص تحمل (TOL) و حساسیت به تنش (STI) نیز در نمودار مشهود است. بنابراین، نتایج به‌دست آمده از نمودارهای سه بعدی و نیز نمودار چند متغیره نشان داد که مناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها همان ژنوتیپ‌های اِم اِر بی۳/ اِم اِن آ۱ و زردک می‌باشند. استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و نمودار بای پلات برای انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم در گندم دوروم توسط طالبی و همکاران (۲۰۱۰) مورد تأیید قرار گرفته است.

Archive of SID

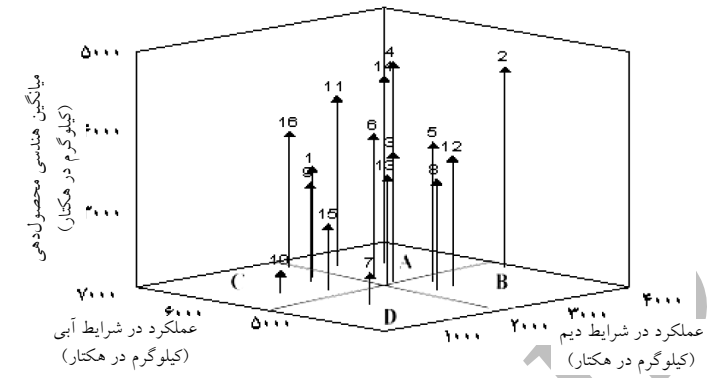
www.SID.ir

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین شاخص های تحمل به خشکی و عملکرد در دو محیط آبی و دیم.

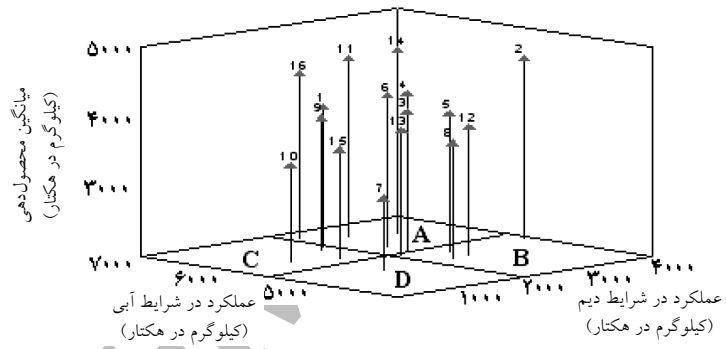
	عملکرد آبی	عملکرد دیم	شاخص حساسیت به تنش	شاخص تحمل به تنش	میانگین هندسی محصول دهی	میانگین هارمونیک	شاخص تحمل	میانگین محصول دهی
عملکرد آبی	۱							
عملکرد دیم	۰/۰۷	۱						
شاخص حساسیت به تنش	۰/۲۱	-۰/۹۶**	۱					
شاخص تحمل به تنش	۰/۳۳	۰/۹۶**	-۰/۸۵**	۱				
میانگین هندسی محصول دهی	۰/۴۱**	۰/۸۷**	-۰/۷۵**	۰/۹۱**	۱			
میانگین هارمونیک	۰/۱۹	۰/۹۷**	-۰/۹۱**	۰/۹۸**	۰/۹۱**	۱		
شاخص تحمل	۰/۵۴**	۰/۸۰**	۰/۹۳**	-۰/۶۲**	-۰/۵۱**	-۰/۷۲**	۱	
میانگین محصول دهی	۰/۶۲**	۰/۸۳**	-۰/۶۵**	۰/۹۵**	۰/۹۰**	۰/۸۱**	-۰/۳۴*	۱

* و ** در سطح ۵ و ۱ درصد معنی دار است.

www.SID.ir



شکل ۲- پراکنش ژنوتیپ‌ها براساس عملکرد در شرایط دیم و آبی و شاخص میانگین هندسی محصول‌دهی



شکل ۳- پراکنش ژنوتیپ‌ها براساس عملکرد در شرایط دیم و آبی و شاخص میانگین محصول‌دهی

گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر مبنای میانگین محصول‌دهی و میانگین هندسی محصول‌دهی، با استفاده از تجزیه خوشه‌ای و روش UPGMA دندروگرام مربوط در شکل ۵ نشان داده شده است. ژنوتیپ‌های اُمرآبی۳، اِم اِر بی۳/ اِم اِن آ۱ و زردک (ژنوتیپ‌های شماره ۱٤، ٤ و ۲) در یک گروه قرار گرفتند که همان گروه ژنوتیپ‌های متحمل به‌خشکی، ژنوتیپ‌های ۱۵/آ/مراغه و ۹/آ/کردستان (ژنوتیپ‌های شماره ۷ و ۱۰) در گروه دیگری قرار گرفتند که همان گروه ژنوتیپ‌های دارای عملکرد پایین و در عین حال حساس به خشکی هستند.

Archive of SID

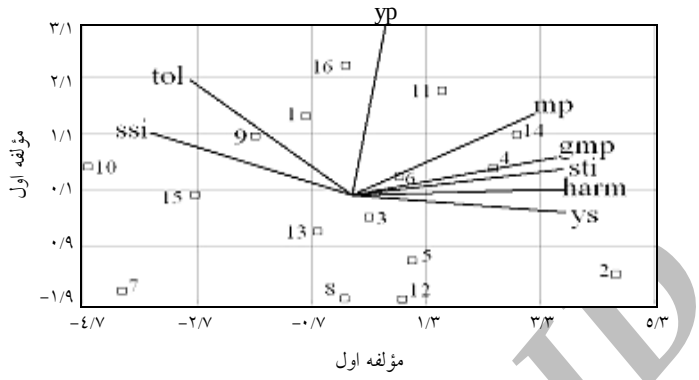
www.SID.ir

جدول ۵- بردارها و مقادیر ویژه برای شش شاخص تحمل به خشکی و عملکرد در شرایط آبی (Yp) و دیم (Ys) در ۱۶ ژنوتیپ گندم دوروم.

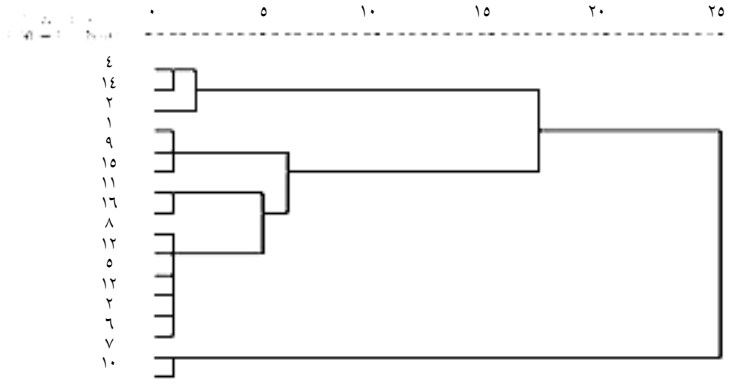
مؤلفه	مقادیر ویژه	سهم تجمعی	میانگین هارمونیک HARM	شاخص حساسیت به تنش SSI	شاخص تحمل به تنش STI	میانگین محصول‌دهی MP	شاخص تحمل TOL	میانگین هندسی محصول‌دهی GMP	عملکرد دیم Ys	عملکرد آبی Yp
۱	۵/۹۸۷	۷٤/۸٤	۰/۹۹	-۰/۸۹	۰/۹۹	۰/۹۱	۰/٦۸	۰/۹۳	۰/۹۸	۰/۳۵
۲	۱/۸۷۱	۹۸/۲۳	-۰/۰۵	۰/٤۳	۰/۰۹	۰/۳۹	۰/۷۲	۰/۱۷	-۰/۱۷	۰/۷٦

Archive of SID

www.SID.ir



شکل٤- نمایش بای پلات هشت شاخص تحمل به خشکی در ١٦ ژنوتیپ گندم دوروم بر اساس مؤلفه‌های اول و دوم.



شکل ٥- دندروگرام به‌دست آمده از تجزیه خوشه‌ای بر اساس داده‌های مربوط به شاخص‌های میانگین محصول‌دهی و میانگین هندسی محصول‌دهی.

با توجه به حداکثر فاصله ژنتیکی بین این ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد و نیز تحمل به تنش می‌توان برای تجزیه ژنتیکی شاخص‌های مقاومت به خشکی و نیز عملکرد در شرایط آبی و دیم از دورگ‌گیری بین این ژنوتیپ‌ها استفاده کرد. با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان نتیجه گرفت که توانایی تفکیک ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی گندم دوروم توسط شاخص‌های میانگین هندسی محصول‌دهی و میانگین محصول‌دهی مناسبت‌تر بوده و می‌توان اُمرآبی ٣، اِم اِر بی ٣/ اِم اِن آ ١ و زردک را به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی معرفی نمود.

www.SID.ir

منابع

1.Ahamadi, G., Zienali-Khaneghah, H., Rostamy, M.A. and Chogan, R. 2000. The study of drought tolerance indices and biplot method in eight corn hybrids. Iranian, J. Agri Sci. 31:3. 513-523.

2.Asadi-Chaleshtory, S., Hasanzadeh-Gorttapeh, A. and Fayaz-Moghadam, A. 2006. Evaluation of drought tolerance index in lentil land rates of west Azarbayjan. Gorgan, Journal of Agri. Sci. and Natur. Resour. 13:2. 65-77.

3.Calhon, D.S.A., Miranda, G., Gebeyehu, S., Rajram, B. and Van-Ginkel, M. 1995. Choosing evaluation environments to increase wheat grain yield under drought conditions. Crop Sci. 34:673-678.

4.Farshadfar, E., Zamani, M., Motallebi, M. and Immamjomeh, A. 2001. Selection for drought resistance in chickpea lines. Iranian. J. Agri Sci. 32:1. 65-77.

5.Fernandez, G.C.I. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance, P 257-270. In: Proceeding of a Symposium, Taiwan.

6.Fisher, R. A. and Maurer, R. 1987. Drought resistance in spring wheat cultivars: I. Grain yield responses. Aus. J. Agri Res. 29:897-912.

7.Golestani, M. and Pakniyat, H. 2007. Evaluation of drought tolerance indices in sesame lines. J. Sci and Technology. Agri and Natur. Resour. 40: 11.141-149.

8.Islami, M., Arzani, A. and Meybodi, A.M. 2004. Evaluation of agronomic traits and inheritance ability their in tolerance to salty durum wheat genotypes in without stress field conditions. J. Agri Sci. 27:2. 101-112.

9.Izanloh, H., Khangha, H.A. and Majnon-Hoseni, N. 2002. Determination the best tolerance resistance index in soybean cultivars. 7th Iranian Crop Sci. Congrees. Karaj. P412.

10.Kargar, S.M.A., Ghannadha, M.R., Bozorgi-Pour, R. and Babaei, H.A. 2004. An investigation of drought tolerance indices in some soybean genotypes under restricted irrigation conditions. Iranian, J. Agri. Sci. 35:1.129-142.

11.Kristin, A.S., Serna, R.R., Perez, F.I., Enriques, B.C., Gallegos, J.A.A., Vallego, P.R., Wassimi, N. and Kelley, J.D. 1997. Improving common bean erformance under drought stress. Crop Sci. 37:43-50.

12.Matsuo, R.R. 1998. Durum wheat: its unique pasta-making properties. P 169-178, In: Bushuk, W. and Rasper, V.F. (eds.), Wheat production, properties and quality. Chapman and Hall.

13.Mohamadi, R. 2007. Evaluation of agronomic chracterstics and grain yield traits dryland conditions. Dryland Agriculture research institute Iran. P1-8.

14.Mohamadi, M. and Fathi, G. 2003. Comparison of selection tolerance and high yielding genotypes of barley in normal and un normal conditions. J. Agri Sci. 26:2. 25-31.

Archive of SID

www.SID.ir

15.Oleson, B.T. 1996. World wheat production utilization and trade. P1-11, In: Bushuk, W. and Rasper, V.F. (eds.), Wheat production, properties and quality. Chapman and Hall.
16. Panthuwan, G., Fokai, S., Cooper, M., Rajatasereekul, J. and Toole, C. 2002. Yield response of rice genotypes to different types of drought under rainfed lowlands. Field Crop Res. 41: 45-54.
17.Rosielle, A.A. and Hambling, J. 1981. Theroetical aspects of selection for yield in stress and non- stress environments. Crop Sci. 21: 943-946.
18.Shakhatreh, Y., Kafawin, O. and Ceceurelli, S. 2003. Selection of barley lines for drought tolerance in low rain fall areas. Crop Sci. 186:119-127.
19.Shiri, M.R. 2005. Evaluation stress tolerance index selection of wheat genotypes. 1th Environment stress on plants Conforance. Takstan. P 101-103.
20.Shirinzadeh, A., Zarghami, R., Azghandi, A.V., Shiri, M.R. and Mirabdulbaghi, M. 2010. Evaluation of drought tolerance in mid and late matur corn hybrids using stress tolerance indices. Asian. J. Plant Sci. 9:63-73.
21.Talebi, R., Fayaz, F. and Mohammad-Naji, A. 2009. Effective selection criteria for assessing drought stress tolerance in durum wheat (*Tritcum. aestivum*. L). Plant Physiol. 35: 64-74.
22.White, J.W. and Singh, S.P. 1994. Breeding for adaptation to drought. P 42-49, In: Vanschoonhobeen, A., Voysest, O. (eds.), Common beans: Research for crop improvement. CAB International.
23.Yahoueian, S.H., Ghannadha, M.R., Babaie, H.R. and Habibi, D. 2006. Evaluation of soybean genotypes in drought stress conditions. Iranian. J. Agro and Plant Breeding. 2: 57-72.
24.Yousofi-Azar, M. and Rezai, A.M. 2007.Assessment of drought tolerance in different breeding lines of wheat (*Tritcum. aestivum*. L). J. Sci. and Technology. Agri. and Natur. Resour. 42: 11.113-121.

Archive of SID

www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Plant Production, Vol. 17(2), 2010
www.gau.ac.ir/journals

Evolution of stress tolerance indices in durum wheat genotypes

[*]A. Soleymanifard[1], Kh. Fasihi[2], H. Nasrirad[3] and R. Naseri[4]
[1]Former M.Sc. Student Islamic Azad University, Dezfoul Branch,
[2]Assistant Porf., Faculty of Agriculture, Ilam University,
[3]Faculty Member, Agriculture Payam Noor of Ilam Province,
[4]Former M.Sc. Student College of Agriculture, Ilam University
Received: 4,10,2009 ; Accepted: 17,4,2010

Abstract

In order to study stress tolerance indices and identifying tolerance genotypes to drought stress condition 16 genotypes of durum wheat were assessed in a randomized complete block design with four replications under two irrigated and rainfed conditions in the Research Station located in west of Iran Ilam in 2006-2007. Results showed that variation in among durum wheat genotypes under irrigated and rainfed conditions. The highest stress yield, Harmonic mean, Geometric mean productivity and Stress tolerant index were related to the genotype Omrabi3. Correlation analysis between indices, potential and yield produced under stress indicated that the most suitable criteria for identifying tolerance durum wheat genotypes under irrigated and rainfed conditions were Mean productivity and Geometric mean productivity. Multivariate biplot indicated that the genotypes omrabi3, Mrb3/Mna1 and Zardak were located next the vectors of drought tolerance indices, Mean productivity, Geometric mean productivity, Stress tolerant index and Harmonic mean. Distribution of the genotypes in the biplot space indicated that the presence of genetic diversity among the genotypes for drought stress. Cluster analysis showed the farthest genetic distance between droughts tolerance genotypes were omrabi3, Mrb3/mna1, Zardak and also drought susceptible genotype were 15/A/MARGHEG and 9/A/KORDESTAN.

Keywords: Durum wheat; Tolerance indices; Grain yield; Drought stress

[*]Corresponding Author, Email: soleymani877@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir