مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۰

مجله پژوهش‌های به زراعی

بررسی تحمل به تنش کم آبی ارقام گندم پاییزه با استفاده از شاخص‌های مقاومت به خشکی در منطقه کرج

فاطمه مجیدی فخر[1*]، فرزاد پاک نژاد[2]، محمد نبی ایلکایی[3]، مطهره خانپورکنزق[1]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت، البرز، ایران
۲- دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت، البرز ، ایران
۳- مربی مرکز تحقیقات کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت، البرز ، ایران

تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۱۵

چکیده

به منظور شناسایی ارقام گندم پاییزه متحمل به تنش خشکی آخر فصل با استفاده از شاخص‌های تحمل به تنش، آزمایش مزرعه‌ای در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج اجرا شد. در این تحقیق ۱۰ رقم گندم در دو سطح آبیاری شامل آبیاری مطلوب و قطع آبیاری از مرحله گلدهی تا پایان دوره رشد مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس نتایج مقایسات میانگین ها، تنش خشکی پس از گلدهی سبب کاهش عملکرد دانه و اجزای آن در کلیه ژنوتیپ‌ها در مقایسه با شرایط آبیاری مطلوب گردید. بیشترین عملکرد دانه در شرایط آبیاری کامل مربوط به ارقام پیشگام، سایسون و گاسپارد به ترتیب با ۸۰۷۴، ۸۰۲۴ و ۷۶۵۳ کیلوگرم بر هکتار و کمترین مقدار آن در رقم الموت مشاهده شد. همچنین در شرایط قطع آبیاری ارقام سایسون، پیشگام و کاسکوژن به ترتیب با ۵۷۳۸، ۵۷۰۳ و ۵۴۷۹ کیلوگرم بر هکتار بیشترین و ارقام الموت، بک‌کراس‌روشن و توس کمترین عملکرد را نشان دادند. برای ارزیابی تحمل ارقام به تنش از شاخص‌های حساسیت به تنش (SSI)، میانگین هارمونیک (HARM)، شاخص تحمل (TOL)، بهره‌وری متوسط (MP)، تحمل به تنش (STI) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) استفاده گردید. با بررسی شاخص‌های انتخاب برای تحمل به خشکی، ارقام سایسون، پیشگام و کاسکوژن به عنوان ارقام متحمل به تنش خشکی آخر فصل معرفی شدند. شاخص‌های STI، MP، GMP و Harm مناسب‌ترین شاخص‌ها برای کاربرد در برنامه به‌نژادی گندم می‌باشند. شاخص‌های مذکور بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی داشتند.

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

* نگارنده مسئول: (fmajidi2005@yahoo.com)

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

تنش خشکی یکی از عوامل محدود کننده عملکرد گیاهان زراعی است. ایران با متوسط نزولات جوی۲۴۰ میلی‌متر در سال از جمله مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود (Ozturk & Aydin, 2004). تنش‌های محیطی از قبیل شوری (خاک و آب) و تنش کم‌آبی از موانع اصلی در تولید گیاهان زراعی و باغی در بسیاری از نقاط دنیا به ویژه مناطق خشک و نیمه خشک از جمله ایران محسوب می‌شوند (بخشنده، ۱۳۸۵). (Johnston & Fowler, 1992) بیان نمودند که حساس‌ترین مرحله نمو گندم به تنش خشکی مرحله گلدهی است. کمبود آب پس از گلدهی احتمالاً از طریق آسیب رساندن به فرایند باروری دانه می‌تواند، تعداد دانه در هر سنبله را کاهش دهد. تنش خشکی در مرحله سنبله‌دهی تا پر شدن دانه به دلیل کاهش سنبله‌های بارور و تعداد دانه در هر سنبله موجب کاهش محصول می‌گردد (امام و همکاران، ۱۳۸۶). مزارع گندم در مناطق خشک و نیمه خشک در شرایط دیم عموماً با بروز تنش خشکی در مرحلهٔ جوانه زنی و سبز شدن و مراحل انتهایی فصل رشد مواجه هستند. در چنین مناطقی انتخاب ارقامی که علاوه بر تحمل به خشکی در مرحلهٔ جوانه زنی و سبز شدن، عملکرد بالایی نیز داشته باشند از اهمیت زیادی برخوردار است (Saeidi *et al*., 2007). ازسطح ۲/۳ میلیون هکتار گندم آبی کشور حدود ۹۰۰ هزار هکتار آن در مناطق سرد واقع شده و در آنها ارقام گندم آبی کشت می‌شوند. در این مناطق اغلب کشاورزان به دلیل نداشتن آب کافی در بهار و یا عدم آبیاری کافی در نتیجه اختصاص آبیاری های آخر فصل به زراعت‌های تابستانه، نتیجه مطلوب از کشت ارقام پرتوقع به آبیاری به دست نیاورده و در نتیجه زراعت گندم دچار تنش خشکی آخر فصل می‌شود. بنابراین معرفی ارقامی که بتوانند در هر دو شرایط آبیاری معمول و یا تنش خشکی آخرفصل محصول بیشتر و مطمئن‌تری تولید کنند، اهمیت بسیار زیادی پیدا می‌کند. یک ژنوتیپ متحمل به ژنوتیپی اتلاق می‌شود که عملکردی بالاتر از متوسط در شرایطی داشته باشد که عوامل محیطی دسترسی به آب را برای آن دچار محدودیت کرده است (Narayan & Misra, 1989). در گندم تنش خشکی باعث کم شدن تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبلچه، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و تعداد سنبلچه در سنبله می‌شود. تنش خشکی باعث کاهش وزن خشک برگها و ساقه و کاهش سرعت پر شدن دانه می‌شود (بخشنده، ۱۳۸۵). برای تمایز ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی درشرایط مزرعه چندین شاخص انتخاب بر اساس عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش خشکی پیشنهاد شده است. شاخص انتخاب مناسب، شاخصی است که ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش را از سایر ژنوتیپ‌ها متمایز کند (Fernandez, 1992).

Sio-Se Mardeh *et al* (2006) با ارزیابی یازده ژنوتیپ گندم نان گزارش کردند که در شرایط تنش ملایم شاخص‌های STI، MP و GMP برای شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالادر شرایط تنش و بدون تنش مناسب هستند. در آزمایش Golabadi *et al* (2006) با ارزیابی ۱۵۱ خانواده F_3 و F_4 گندم دوروم در شرایط تنش بعد از گلدهی و بدون تنش خشکی گزارش شد که شاخص‌های STI، MP وGMP با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش دارای همبستگی مثبت و معنی

Archive of SID

www.SID.ir

دار و شاخص‌های SSI و TOL دارای همبستگی منفی و معنی‌دار با عملکرد در شرایط تنش هستند، بنابراین می‌توان برای شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی برای مقادیر بالای شاخص‌های STI، MP وGMP و مقادیر پایین شاخص‌های SSI و TOL گزینش کرد. Annicchiarico *et al* (2000) پیشنهاد کردند، برای کاهش خسارت تنش‌ها، می‌توان ارقام متحمل به خشکی را با رعایت نکاتی همچون شناسایی تنش، شناسایی صفات مرتبط با تحمل به خشکی و بررسی همبستگی این صفات با عملکرد، گزینش ارقام مناسب ازخزانه ژنی و انتخاب صفات مناسب و نوترکیبی آنها با سایر صفات مطلوب اصلاح کرد. اثر تنش خشکی در مرحله پرشدن دانه‌ها بسیار بارز است، چون عملکرد بالقوه وابسته به وزن هزار دانه است که خود نیاز به تجمع مواد فتوسنتزی در دانه‌ها دارد . مواد جمع شده در دانه‌ها از دو منبع تأمین می‌شود که یکی از طریق فتوسنتز و دیگری انتقال مواد غذایی از سایرقسمت‌های گیاه به دانه است. قسمتی از مواد فتوسنتزی قبل از گرده افشانی ساخته می‌شود و در ساقه یا سایر اعضای گیاه ذخیره شده و سپس به دانه‌های در حال تشکیل منتقل می‌شود ولی قسمت اعظم مواد ساخته شده در دانه‌ها بعد ازگرده افشانی ساخته می‌شود (Gupta,1995).

Reynolds *et al* (1999) در آزمایشی با بررسی گندم‌های مختلف در سیمیت (CIMMYT) به این نتیجه رسیدند که در گندم یک رابطه خطی بین تنش خشکی و عملکرد دانه وجود دارد. این امر نشان می‌دهد که گندم گیاهی است که نسبتا به خشکی متحمل است (Rosielle & Hamblin, 1981). شاخص‌های تحمل (TOL:Tolerance) و میانگین حسابی (MP: Mean Productivity) را معرفی کردند. Fischer & Maurer (1978)، شاخص حساسیت به تنش (SSI: Stress susceptibility Index) را پیشنهاد کردند. Fernandez (1992) شاخص‌های تحمل به تنش (STI: Stress Tolerance Index) و شاخص میانگین هندسی عملکرد (GMP: Geometric Mean Productivity) را معرفی کردند. شاخص میانگین هندسی عملکرد حساسیت کمتری به مقادیر مختلف عملکرد در شرایط بدون تنش (YP) و عملکرد در شرایط تنش (YS) دارد در صورتی که شاخص میانگین بهره‌وری چون براساس میانگین حسابی است، زمانی که اختلاف نسبی زیادی بین عملکرد در شرایط بدون تنش (YP) و عملکرد در شرایط تنش (YS) وجود داشته باشد، اریب زیادی به طرف عملکرد در شرایط بدون تنش (YP) خواهد داشت (Fernandez, 1992). ثابت شده است که تنش خشکی، انتقال مواد غذایی را از برگ‌ها به دانه‌ها کاهش می‌دهد و با توجه به این که خشکی رسیدن دانه‌ها را تسریع می‌کند، این عکس‌العمل برکاهش فتوسنتز به کاهش عملکرد غلات هم کمک می‌کند (Sarmadnia & Koocheki , 1997).

در حال حاضر مهمترین شاخص مقاومت به خشکی مورد استفاده در برنامه‌های اصلاحی گندم، ارزیابی عملکرد دانه تحت شرایط آبیاری و تنش خشکی است و با توجه به تحقیقات انجام گرفته و اهمیت تنش خشکی در مراحل مختلف رشد گندم بر روی عملکرد، در تحقیق حاضر بررسی واکنش ارقام مختلف گندم به تنش خشکی آخر فصل با استفاده از شاخص‌های مقاومت و حساسیت و شناسایی مناسب‌ترین رقم برای کاشت در این شرایط مورد بررسی قرار گرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

به منظور شناسایی ارقام گندم پاییزه متحمل به تنش خشکی آخر فصل با استفاده از شاخص‌های تحمل به تنش، آزمایش مزرعه‌ای در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج (عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و۷۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و۸۱ دقیقه شرقی) به ارتفاع ۱۱۷۴/۰۸۹ متر از سطح دریا اجرا شد. در این تحقیق ۱۰ رقم گندم گاسپارد، کاسکوژن، سایسون، توس، پیشگام، زرین، الموت، شهریار، MV۱۷، بک‌کراس روشن زمستانه، در دو سطح آبیاری شامل آبیاری مطلوب و قطع آبیاری از مرحله گلدهی تا پایان دوره رشد مورد بررسی قرار گرفتند. عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح صورت گرفت. بر اساس آزمون خاک کود نیتروژن به مقدار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره بوده، ۱/۳ همزمان با کاشت و ۲/۳ در ابتدای ساقه‌دهی به صورت سرک مورد استفاده قرار گرفت. هرکرت آزمایش شامل ۸ خط کاشت با فاصله خطوط ۱۵ سانتیمتر از یکدیگر و طول ۴ متر بود. بین کرتهای اصلی ۳ متر و بین کرتهای فرعی ۵۰ سانتیمتر فاصله در نظر گرفته شد. عملیات کاشت در تاریخ ۱۷ آبان ۱۳۸۸ صورت گرفت و اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت بذرها انجام شد. قطع آبیاری از تاریخ ۱۳۸۹/۰۲/۰۹ پس از گرده افشانی هر رقم اعمال شد. برداشت نهایی در ۱۷ خرداد ۱۳۸۹ از سه خط میانی هر کرت پس از حذف ۰/۵ متر از طرفین خطوط، به طول ۳ متر انجام شد.

به منظور بررسی واکنش ارقام گندم مورد مطاله به شرایط تنش خشکی آخر فصل، از شاخص‌های مختلف به شرح زیر استفاده گردید:

شاخص حساسیت به تنش (SSI[1]) (Fischer & Maures, 1978):

$$SSI = \frac{1 - \left(Y_S / Y_P\right)}{SI}$$

$$SI = 1 - \left(\frac{\bar{Y}_S}{\bar{Y}_P}\right)$$

که SI[2] معادل شدت تنش می‌باشد. هرچقدر مقدار SSI کوچکتر باشد، میزان تحمل به خشکی بالاتر است.

شاخص تحمل به تنش (STI[3]) (Fernandez,1992):

$$STI = \left(\frac{Y_P}{\bar{Y}_P}\right)\left(\frac{Y_S}{\bar{Y}_S}\right)\left(\frac{\bar{Y}_S}{\bar{Y}_P}\right) = \frac{(Y_P)(Y_S)}{(\bar{Y}_P)^2}$$

بالاتر بودن شاخص STI در یک ژنوتیپ، بیانگر تحمل به خشکی بالا و عملکرد بیشتر آن ژنوتیپ است.

میانگین هارمونیک (HM[4]) Rosielle & Hamblin:

$$Harm = \frac{2(Y_P \times Y_S)}{Y_P + Y_S}$$

هر چقدر این شاخص بالاتر باشد مطلوب‌تر است.

1- Stress Susceptibility Index
2-Stress Intensity
3- Stress Tolerance Index
4-Harmonic Mean

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص‌تحمل(Tol[1]) اخلاف‌عملکرد محیط تنش و بدون تنش و همچنین شاخص میانگین محصول‌دهی (MP[2]) میانگین عملکرد در دو محیط تنش و بدون تنش بر اساس روابط زیر محاسبه می‌شوند:

$$TOL=Y_P-Y_S$$

$$MP=\frac{Y_p+Y_S}{2}$$

مقادیر بالای TOL نمایانگر حساسیت بیشتر به خشکی بوده و هر چقدر مقدار این شاخص پایین‌تر باشد مطلوب‌تر خواهد بود. ارقام متحمل‌تر و مطلوب‌تر مقادیر بیشتر MP را دارا می‌باشند.

میانگین هندسی محصول‌دهی(GMP[3]) (Fernandez, 1992):

$$GMP=\sqrt{(Y_S)(Y_p)}$$

این شاخص حساسیت کمتری به مقادیر بسیار متفاوتYS و YP دارد و بیشتر بودن مقدار عددی آن نشانه تحمل بیشتر به تنش می‌باشد.

در کلیه فرمول‌های فوق، YP= عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در شرایط بدون تنش، YS= عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در شرایط تنش، $\overline{y_p}$ = میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش و $\overline{y_s}$= میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌هادر شرایط تنش می‌باشد. همچنین درصد تغییرات صفات بر اثر تنش در دو محیط از رابطه (Edmeans *et al*.,1999) زیر بدست آمد:

$$\text{درصد تغییرات صفت}=\frac{\text{میزان صفت در شرایط تنش}-\text{میزان صفت در شرایط بدون تنش}}{\text{میزان صفت در شرایط بدون تنش}}\times 100$$

برای محاسبات آماری و رسم نمودارها از نرم افزارهای SAS و Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار آبیاری بر صفات طول سنبله و طول پدانکل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است و اثر ارقام بر صفات طول سنبله، ارتفاع بوته و طول پدانکل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد. همچنین اثرات متقابل تیمارها بر صفات وزن هزار دانه، عملکرد دانه، تعداد سنبله در واحد سطح، وزن سنبله، عملکرد سنبله، وزن سنبله‌ها در واحد سطح و شاخص برداشت و بیوماس در سطح احتمال یک درصد و در صفت تعداد دانه در هرسنبله در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه و بیوماس در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج مقایسات میانگین ها (جدول ۲)، تنش خشکی پس از گلدهی سبب کاهش عملکرد دانه و اجزای آن در کلیه ژنوتیپ‌ها در مقایسه با شرایط آبیاری کامل گردید. با توجه به جدول درصد تغییرات (جدول۳) که میانگین عملکرد دانه و برخی از صفات مربوط به اجزای عملکرد مشاهده می‌شود، بیشترین و کمترین میزان تغییرات به ترتیب مربوط به صفت عملکرد تک سنبله و تعداد سنبله در واحد سطح می‌باشد. عملکرد هر سنبله به شدت تحت تأثیر شرایط تنش دچار تغییر شده است، چون پر شدن دانه‌ها با تنش خشکی مواجه شده است، وزن دانه با سرعت و مدت پر شدن دانه ارتباط دارد. تنش خشکی در طی پر

1-Tolerance Index
2- Mean Productivity
3- Geometric Mean Productivity

Archive of SID

www.SID.ir

شدن دانه معمولا وزن دانه را کاهش می‌دهد (پیروزنیا و همکاران، ۱۳۷۷ ; Davidson & Brich, 1978). این امر احتمالا به دلیل کاهش مواد پرورده برای رشد دانه‌ها است. کاهش تولید مواد پرورده نیز به کاهش فرایند فتوسنتزی مربوط می‌شود که با بسته شدن روزنه‌ها مرتبط است (Morgan, 1977). در صفت تعداد دانه در واحد سطح این تغییر کمتر بوده است، که می‌تواند به دلیل تشکیل سنبله‌ها قبل از اعمال تنش خشکی باشد، چون قطع آبیاری پس از ظهور سنبله‌ها و همزمان با گرده‌افشانی آنها بوده است، بنابراین تنش خشکی روی این صفت کمترین تأثیر را داشته است. کلیه شاخص‌های مورد نظر با توجه به فرمول های تعریف شده محاسبه و به همراه مقایسه میانگین عملکرد در شرایط آبیاری مطلوب و تنش در جدول۲ آمده است. بیشترین عملکرد دانه در شرایط آبیاری کامل مربوط به ارقام پیشگام، سایسون و گاسپارد به ترتیب با ۸۰۷۴، ۸۰۲۴ و ۷۶۵۳ کیلوگرم بر هکتار و کمترین مقدار آن در رقم الموت مشاهده شد. همچنین در شرایط قطع آبیاری، ارقام سایسون، پیشگام و کاسکوژن به ترتیب با ۵۷۳۸، ۵۷۰۳ و ۵۴۷۹ کیلوگرم بر هکتار بیشترین و ارقام الموت، بک‌کراس‌روشن و توس کمترین عملکرد را نشان دادند. در شاخص حساسیت به تنش (SSI) با توجه به اینکه مقادیر عددی پایین در این شاخص نشان دهنده ارقام متحمل است، ارقام کاسکوژن، الموت، زرین و شهریار به عنوان ارقام متحمل و ارقام گاسپارد، بک کراس روشن، الموت و MV17 که از نظر آماری در یک گروه قرار دارند، به عنوان ارقام حساس انتخاب شدند. SI یا شدت تنش در محاسبه این شاخص وجود دارد، به صورتی که هر چه بزرگتر باشد، شاخص SSI کوچکتر می‌شود (مقدم و هادی زاده، ۱۳۸۱). شاخص SSI علاوه بر میزان عملکرد ارقام در شرایط تنش به تغییر یا آسیب وارده به ارقام بر اثر تنش نیز واکنش نشان می‌دهد. یعنی اگر هیبریدی در هر دو شرایط تنش و بدون تنش دارای عملکرد بالاتری باشد، اما درصد تغییر زیادی را نشان دهد، به عنوان رقم متحمل شناسایی نمی شود (جعفری و همکاران، ۱۳۸۶). به همین دلیل ارقام سایسون و پیشگام که دارای عملکرد بالا در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی بود، به دلیل درصد تغییر زیاد به عنوان رقم متحمل شناسایی نشد. در آزمایش پاک‌نژاد و همکاران (۱۳۸۶) نیز که حساسیت مراحل مختلف رشد ارقام گندم به تنش کم آبیاری مورد بررسی قرار گرفت، رقم گاسپارد در شرایط آبیاری کامل و قطع آبیاری از مرحله گلدهی تا پایان دوره رشد، به ترتیب دارای بیشترین و کمترین عملکرد بود. در شاخص میانگین هارمونیک (Harm) با توجه اینکه مقادیر عددی بالا نشان دهنده تحمل است، به ترتیب ارقام سایسون، پیشگام و کاسکوژن که از نظر آماری در یک گروه قرار دارند، به عنوان ارقام متحمل شناسایی شدند. همانطور که مشاهده می‌شود این شاخص توانست همه ارقامی که دارای عملکرد بالا در شرایط تنش بودند را به عنوان ارقام متحمل شناسایی کند (جدول۲). مشاهده می‌شود شاخص Harm در شناسایی ارقام پرمحصول و متحمل به خشکی در گندم مطلوب بوده است. در شاخص تحمل TOL با توجه به اینکه مقادیر عددی پایین نشان دهنده تحمل نسبی ارقام به تنش می‌باشد، بنابراین ارقام الموت، کاسکوژن، زرین و شهریار به عنوان ارقام متحمل شناسایی شد. شاخص TOL در گزینش ارقامی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش دارای عملکرد بالا بودند، موفق نبود ولی یکی از ارقامی که در شرایط تنش عملکرد بالایی داشت را شناسایی نمود. در واقع شاخص TOL به نوعی تغییر حاصل از شرایط تنش را بیان می‌کند. نکته

Archive of SID

www.SID.ir

دیگر در مورد این شاخص این است که پایین بودن TOL الزاماً به معنی بالا بودن عملکرد در شرایط بدون تنش نیست، بلکه ممکن است، عملکرد در شرایط مطلوب پایین باشد و در شرایط تنش نیز با کاهش کمتری همراه باشد، که این باعث کوچک ماندن TOL می‌شود (مقدم و هادی‌زاده، ۱۳۸۱). در این شاخص رقم گاسپارد به عنوان رقم ضعیف معرفی شد (جدول۲). در شاخص میانگین محصول دهی (MP)، شاخص تحمل به تنش (STI) و شاخص GMP با توجه به اینکه مقادیر عددی بالا نشان دهنده تحمل به تنش است، ارقام پیشگام و سایسون به عنوان ارقام متحمل شناسایی شدند. همچنین رقم الموت به عنوان حساس‌ترین رقم معرفی گردید (جدول۲). نتایج حاصل از تحلیل همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به خشکی با عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش (جدول۴) نشان داد که شاخص‌های MP، Har، STI و GMP در سطح احتمال یک درصد، دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه در شرایط تنش و مطلوب بودند، بنابراین شاخص‌های مذکور بهترین شاخص‌ها برای شناسایی ژنوتیپ‌های برتر هستند. SSI همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد در شرایط آبیاری مطلوب و همبستگی منفی با عملکرد در شرایط تنش داشت، بنابراین ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در شرایط مطلوب و با عملکرد ضعیف در شرایط تنش را انتخاب می‌کند. این شاخص قادر به شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو شرایط آبیاری کامل و تنش خشکی نبود. شاخص TOL همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد در شرایط آبیاری مطلوب داشت و ژنوتیپ‌ها را فقط بر اساس عملکرد در شرایط آبیاری مطلوب رتبه‌بندی کرد و با عملکرد در شرایط تنش فاقد همبستگی و معنی‌داری بود.

با بررسی شاخص‌های انتخاب برای تحمل به خشکی ارقام سایسون، پیشگام و کاسکوژن به عنوان ارقام متحمل به تنش خشکی آخر فصل معرفی شدند. شاخص‌های STI، MP، GMP و Harm مناسب‌ترین شاخص‌ها برای کاربرد در برنامه به نژادی گندم می‌باشند. شاخص‌های مذکور بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی داشتند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱- نتایج تجزیه واریانس بیوماس و عملکرد دانه

		میانگین مربعات	
	df	بیوماس	عملکرددانه
تکرا ر	۳	۹/۴۲۸۴۳۱ ns	۱۸۶۳۸۷/۳۵ ns
آبیاری	۱	۱۸۳۰۴۷۵۶۱/۴ **	۵۶۶۶۸۳۹۵/۵۱ **
خطای آبیاری	۳	۳/۱۲۱۵۲	۱۹۸۲۹۳/۳۹
ارقام	۹	۱۸۷۵۵۸۲۴/۲ **	۷۵۷۷۴۸۷/۹۱ **
اثر متقابل آبیاری×ارقام	۹	۲۴۰۸۳۰۳/۵ **	۱۸۷۰۲۴۲/۶۹ **
خطای کل	۵۴	۷۱۶۲۶۴/۷	۲۲۵۰۳۷/۱
ضریب تغییرات (درصد)	-	۵/۸۳	۸/۷۱

ns و * و **: عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪

جدول۲- میانگین عملکرد دانه و شاخص‌های حساسیت و تحمل به خشکی در ارقام گندم

ارقام	Y_P (kg/ha)	Y_S (kg/ha)	SSI	HARM	TOL	MP	STI	GMP
بک کراس روشن	۶۲۷۸^{b}	۳۹۴۴^{c}	۱/۳۳۹^{ab}	۱۱۸۳۰^{c}	۲۳۳۳^{b}	۵۱۱۱^{cd}	۰/۶۲۵۸^{cd}	۴۹۶۹^{cd}
کاسکوژن	۵۹۴۵^{bcd}	۵۴۷۹^{a}	۰/۲۹۶^{d}	۱۶۴۴۰^{a}	۵۹۷/۸^{de}	۵۷۱۲^{b}	۰/۸۲۸۳^{b}	۵۷۰۴^{b}
الموت	۳۹۳۹^{e}	۳۵۱۸^{c}	۰/۴۱۶۵^{d}	۱۰۵۵۰^{c}	۴۲۰/۸^{e}	۳۷۲۸^{e}	۰/۳۵۴۳^{e}	۳۷۲۰^{e}
شهریار	۵۳۷۹^{d}	۴۱۷۷^{bc}	۰/۷۵۲۳^{cd}	۱۲۵۳۰^{bc}	۱۲۰۲^{cde}	۴۷۷۸^{d}	۰/۵۶۸۸^{d}	۴۷۲۰^{d}
MV17	۶۰۳۱^{bc}	۴۲۱۷^{bc}	۱/۱۵۸^{abc}	۱۲۶۳۰^{bc}	۱۸۵۴^{bc}	۵۱۰۴^{cd}	۰/۶۴۸۲^{cd}	۵۰۱۱^{cd}
توس	۵۵۵۸^{cd}	۴۰۲۸^{c}	۱/۰۳۹^{bc}	۱۲۰۸۰^{c}	۱۵۳۰^{bcd}	۴۷۹۳^{d}	۰/۵۷۱۰^{d}	۴۷۲۹^{d}
گاسپارد	۷۶۵۳^{a}	۴۲۵۵^{bc}	۱/۶۹۰^{a}	۱۲۷۶۰^{bc}	۳۳۹۸^{a}	۵۹۵۴^{b}	۰/۸۳۰۰^{b}	۵۷۰۱^{b}
زرین	۶۱۱۱^{bc}	۴۹۱۴^{b}	۰/۷۷۴^{cd}	۱۴۷۴۰^{b}	۱۱۹۷^{cde}	۵۵۱۳^{bc}	۰/۷۶۲۵^{bc}	۵۴۶۸^{bc}
سایسون	۸۰۲۴^{a}	۵۷۳۸^{a}	۱/۰۴۱^{bc}	۱۷۲۱۰^{a}	۲۲۸۶^{bc}	۶۸۸۱^{a}	۱/۱۶۹۰^{a}	۶۷۶۶^{a}
پیشگام	۸۰۷۴^{a}	۵۷۰۳^{a}	۱/۰۸۵^{bc}	۱۷۱۱۰^{a}	۲۳۷۱^{b}	۶۸۸۸^{a}	۱/۱۷۰۰^{a}	۶۷۷۶^{a}

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده‌ی عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشد.

Yp: Yield in normal condition	عملکرد در شرایط آبیاری مطلوب
GMP: Geometric Mean Productivity	میانگین عملکرد هندسی
Ys: Yield in stress condition	عملکرد در شرایط تنش
SSI: Stress Susceptibility Index	شاخص حساسیت به تنش
TOL: Tolerance	شاخص تحمل
MP:Mean productivity	شاخص میانگین بهره وری
Harm:Harmonic Mean	میانگین هارمونیک
STI: Stress Tolerance Index	شاخص تحمل به تنش

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳- تغییر در میانگین عملکرد دانه و اجزای آن در شرایط آبیاری مطلوب و تنش

صفت	درصد تغییرات	آبیاری مطلوب	تنش خشکی
وزن تک سنبله(g)	۳۳/۰۸۲	۲/۴۸۲	۱/۶۶۱
ارتفاع سنبله (cm)	۳/۷۲۲	۱۰/۳۷۰	۹/۹۸۴
عملکرد هر سنبله (g)	۳۳/۳۱۴	۱/۸۷۰	۱/۲۴۷
تعداد دانه در هر سنبله	۱۹/۵۶۱	۵۰/۱۰۰	۴۰/۳۰۰
وزن هزار دانه (g)	۲۲/۷۱۵	۳۷/۶۵۴	۲۹/۱۰۱
ارتفاع بوته (cm)	۰/۶۱۸	۱۰۱/۶۰۹	۱۰۰/۹۸۱
طول پدانکل (cm)	۳/۳۳۷	۳۵/۷۲۱	۳۴/۵۲۹
تعداد سنبله در واحد سطح (m^2)	۰/۵۱۹	۵۳۳/۵۱۰	۵۳۰/۷۴۰
وزن سنبله ها در واحد سطح (m^2)	۲۷/۰۵۵	۸۴۳/۷۵۰	۴۷۰/۶۱۵
بیوماس (kg/ha)	۱۸/۸۸۱	۱۶۲۱۰	۱۲۹۹۶
عملکرد دانه (ش kg/h)	۲۶/۷۰۸	۶۲۷۸/۹۰	۴۶۸۰/۵۰
شاخص برداشت (%)	۹/۱۲۲	۳۸/۸۷۳	۳۵/۳۲۷

جدول۴- همبستگی بین شاخص‌های مختلف تحمل به تنش خشکی و میزان عملکرد در در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی

	SSI	Harm	TOL	MP	STI	GMP	YP	YS
SSI	۱							
Harm	-۰/۱۳۳^{ns}	۱						
TOL	۰/۹۴۹**	۰/۱۳۸^{ns}	۱					
MP	۰/۳۴۵^{ns}	۰/۸۸۰**	۰/۵۹۱^{ns}	۱				
STI	۰/۲۵۶^{ns}	۰/۹۱۲**	۰/۵۱۶^{ns}	۰/۹۹۱**	۱			
GMP	۰/۲۸۴^{ns}	۰/۹۰۹**	۰/۵۳۵^{ns}	۰/۹۹۷**	۰/۹۹۵**	۱		
YP	۰/۶۰۱^{ns}	۰/۷۰۲*	۰/۸۰۱**	۰/۹۵۶**	۰/۹۲۳**	۰/۹۳۴**	۱	
YS	-۰/۱۳۲^{ns}	۱/۰۰**	۰/۱۳۹^{ns}	۰/۸۸۰**	۰/۹۱۲**	۰/۹۱۰**	۰/۷۰۳*	۱

ns و * و **: عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱ ٪

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

امام، ی.، ع. ا. رنجبری و م.ج. بحرانی. ۱۳۸۶. ارزیابی عملکرد دانه و اجزای آن در ژنوتیپ‌های گندم تحت تأثیرتنش خشکی پس از گلدهی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال یازدهم، شماره اول(ب).

بخشنده، ع. ۱۳۸۵. ارزیابی عملکرد دانه، اجزای آن و برخی صفات زراعی ژنوتیپ‌های بهاره در شرایط کم آبی در اهواز، پژوهش و سازندگی،ش ۶۱.

پاک‌نژاد، ف.، م. نصری و د. حبیبی.۱۳۸۶ . مقایسه شاخص‌های تحمل به تنش برای بررسی واکنش ارقام گندم به کم آبیاری و تنش کمبود آب در انتهای فصل. فصلنامه دانش و کشاورزی ایران. جلد۴، شماره۲.

پیروزنیا، م.، ق. نعمت زاده و غ. کیانوش. ۱۳۷۷. بررسی تعیین همبستگی عملکرد و اجزای آن با بعضی از صفات مهم زراعی گندم به روش تجزیه‌ی علیت. چکیده‌ی مقالات پنجمین کنگره‌ی زراعت و اصلاح نباتات ایران.کرج- مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه ی نهال و بذر.ص۵۱-۵۰.

جعفری، ع.، ر.چوکان، ف. پاک نژاد و ع. پور میدانی.۱۳۸۶. مطالعه شاخص‌های انتخاب برای تحمل به خشکی در تعدادی از هیبریدهای ذرت دانه‌ای. مجله علوم زراعی ایران، جلد نهم، شماره ۳.

مقدم، ع. و و. هادی زاده. ۱۳۸۱. عکس العمل هیبریدهای ذرت و لاین‌های والدی آنها به خشکی با استفاده از شاخص‌های مختلف تحمل به تنش. مجله نهال و بذر.۱۸ (۳): ۲۷۲-۲۵۵.

Annicchiarico, P., L. Pecetti, G. Boggini, and M. A. Doust. 2000. Drought resistance in cereals. Crop Science .40: 1810-1820.

Davidson, J. L. and J. W. Birch. 1978**.** Response of a standard Australian and a Mexican wheat to temperature and water stress. Aust. J. Agric. Res. 29: 1091-1106.

Edmeans, G. o. j., J. Bolanas, and H. R. Laffitte. 1990**.** Selection for drought tolerance in maize adapted to the lowland tropics. Mexico D. F., Mexico, CIMMYT.

Fernandez, G. C. 1992**.** Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. pp. 257-270. In: Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress. Taiwan. 13-16 August.

Fischer, R. A. and R. Maurer. 1978**.** Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yields responses. Australian Journal ofAgricultural Research. 14: 742-754.

Golabadi, M., A. Arzani, and S. A. M. Mirmohamadi Maibody. 2006**.** ssessment of drought tolerance in segregation population in durum wheat. African Journal of Agricultural Research . 1: 162-171.

Gupta, V. S. 1995**.** Production and Improvement of Crop for Drylands. Oxford and IBH Publication Co. New Delhi. 431 pp.

Archive of SID

www.SID.ir

Rosielle, A. T. and J. Hamblin. 1981**.** Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Science. 21: 943-945.

Saeidi, M., A. Ahmadi, K. Postini, and M. R. Jahansooz. 2007. Evaluation of germination traits of different genotypes of wheat in osmotic stress situation and their correlations with speed of emergence and drought tolerance in Farm situation. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources .11: 281- 293 (in Farsi).

Sarmadnia, G. and A. Koocheki. 1997**.** Crop Physiology. Jihad-e-Daneshgahi Mashhad Publications, Mashhad, Iran. 467 pp. (in Farsi).

Sio-Se Mardeh, A., A. Ahmadi, K. Poustini, and V. Mohammadi. 2006**.** Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. Field Crop Research. 98: 222- 229.

Johnston, A. M. and D. E. Fowler. 1992**.** Response of no-till winter wheat to nitrogen fertilization and drought stress. Can. J. Plant Sci. 72: 1075-1089.

Morgan, J. M. 1977**.** Changes in diffusive conductance and water potential of wheat plants before and after anthesis.

Narayan, D. and R. D. Misra. 1989**.** Drought resistance in varieties of wheat in relation to root growth and drought indices. Indian Journal of Agricultural Science. 59: 595-598.

Ozturk, A. and F. Aydin. 2004**.** Effect of water stress at various growth stage on some quality characteristics of winter wheat. J. of Agron and Crop Sci. 190: 93-98.

Reynolds, M., B.Skovmand, R. Terthowan, and W. Preiffer. 1999. Evaluating aconceptual model for drought tolerance. Workshop on Molecular Approaches for the Genetic Improvement of Cereals for Stable Production in Water-limited Environments. CIMMYT, Mexico, DF, Mexico.

Archive of SID

www.SID.ir