

## مقایسه اجزاء عملکرد بین ارقام گندم دوروم تحت شرایط تنش خشکی در خوزستان

### Evaluation of yield components of 20 genotypes of durum wheat to drought stress

سید سعید سیاحی<sup>۱</sup>، شهاب سادات<sup>۲</sup>، کورش بهنام فر<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۱۴

#### چکیده

به منظور ارزیابی ۲۰ ژنوتیپ گندم دوروم به تنش خشکی آخر فصل، آزمایشی زراعی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در منطقه دزفول در سال زراعی ۹۳-۹۲، به اجرا درآمد. فاکتورهای اصلی شامل آبیاری در دو سطح و فاکتور فرعی این آزمایش، ۲۰ رقم گندم دوروم بودند. تاریخ کاشت دیر هنگام به شکلی در نظر گرفته شد که گیاه با تنش خشکی آخر فصل مواجه گردد. عملکرد، اجزاء عملکرد، اندازه گیری و شاخص برداشت محاسبه شد. اجزای عملکرد بر مبنای متوسط ۲۰ سنبله مورد محاسبه قرار گرفتند. صفات مورد بررسی با قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی کاهش معنی‌داری را در سطح (۱٪) نشان دادند. در نهایت شاخص تحمل به تنش خشکی (*STI*) با استفاده از رابطه فرناندز برای عملکرد دانه به عنوان معیاری برای سنجش تحمل به تنش گرمای آخر فصل در ۲۰ ژنوتیپ تحت مطالعه، برآورد گردید. رقم‌های (۵، ۶، ۱۸، ۱۰، ۱۱، ۱۷، ۱۴) از شاخص تحمل به تنش بالا و معنی‌داری نسبت به ۲۰ ژنوتیپ برخوردار بودند. اما دو ژنوتیپ ۵ و ۱۴ از شاخص تحمل به تنش بالاتری نسبت به ارقام فوق برخوردار بودند. هم‌بستگی عملکرد بین محیط و شاخص تحمل خشکی نشان داد که (*STI*)، مناسب‌ترین شاخص برای ارزیابی ژنوتیپ‌های گندم دوروم می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** گندم دوروم، تنش خشکی، شاخص‌های تحمل به تنش.

مقدمه

گندم دوروم (*Triticum durum* L.) دومین گونه زراعی مهم گندم است که یکی از قدیمی‌ترین، سازگارترین و مهم‌ترین گیاهان زراعی دنیا است و به همراه برنج، تقریباً ۶۰ درصد انرژی مورد نیاز بشر را تامین می‌نماید (Fischer, R., 1978). کمبود آب یکی از عوامل اصلی محدود کننده تولیدات کشاورزی در بیشتر نقاط جهان می‌باشد (A. et al., 1978). کمبود آب یکی از عوامل اصلی محدود کننده تولیدات کشاورزی در بیشتر نقاط جهان می‌باشد (Fahima et al., 1998). در مناطق خشک و نیمه خشک دستیابی به ارقامی از گندم که تحت شرایط محدودیت آب و کم آبیاری، تحمل بیشتر نشان داده و نقصان عملکرد کمتری داشته باشند، از راه کارهای کاهش اثرات منفی تنش کم آبی است. با دستیابی به چنین ارقامی و تعیین حد تحمل آنها به کم آبیاری می‌توان تا حد زیادی کارایی مصرف آب را افزایش داد و در شرایط محدودیت آب، عملکرد مناسبی بدست آورد. بر این اساس پیشنهاد یک معیار مناسب جهت برنامه‌های اصلاحی برای تولید ارقام سازگار به خشکی دارای اهمیت می‌باشد (Garcia del moral et al., 2003). به‌طور کلی مهم‌ترین عوامل کاهش دهنده عملکرد گیاهان زراعی در دنیا، تنش‌های زنده و غیرزنده می‌باشند (Foulkes M. J., 2007).

عمده صفات مهم اقتصادی برای گیاهان نظیر عملکرد و یا تحمل به تنش‌های غیر زیستی پلی‌ژنیک بوده لذا ارزیابی این صفات در مزرعه به شدت تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (Ellis MH et al., 2002). (Amthor et al., 2001) به منظور بررسی تاثیر تنش خشکی بر صفات زراعی و ظاهری ۱۶ رقم گندم و همچنین معرفی ارقام متحمل و حساس به خشکی، دو آزمایش زراعی مجزا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا نمودند. در آزمایش اول شرایط تنش خشکی اعمال شد و آبیاری فقط یک بار برای سبز شدن انجام گرفت، اما در آزمایش دوم تا آخر فصل رشدی، آبیاری به صورت معمول منطقه انجام گرفت. صفاتی از قبیل عملکرد و اجزای آن، ارتفاع، دوره رشد رویشی، طول پدانکل اندازه‌گیری شد. عکس العمل ارقام مختلف گندم در دو آزمایش متفاوت بود، به طوری که تنش

خشکی موجب کاهش کلیه صفات مورد ارزیابی مخصوصاً عملکرد دانه (۳۷/۱۵۰)، عملکرد کاه (۴۵/۴۹) و عملکرد بیولوژیک (۸۴/۴۹) گردید (Gibson et al., 1999). (Blumenthal et al., 1998)، ۱۸ ژنوتیپ برتر آزمایشات مقایسه عملکرد به همراه دو شاهد سرداری و آذر-۲ را در دو منطقه کرمانشاه (ایستگاه سرارود) و مراغه (ایستگاه مراغه) به مدت سه سال زراعی (۱۳۸۴-۱۳۸۱) و در شرایط رطوبتی متفاوت (دیم، یک‌بار آبیاری، دو بار آبیاری) مورد بررسی قرار دادند. ارزیابی ژنوتیپ‌ها برای حساسیت و تحمل به تنش خشکی بر اساس شاخص‌های (Mean Productivity)، (Geometric Mean Productivity) و (Stress Tolerance Index) اختلاف زیادی بین ژنوتیپ‌ها نشان داد و این شاخص‌ها گروه‌بندی متفاوت از دو شاخص (Stress Susceptibility Index) و (Tolerance) برای تحمل و یا حساسیت به تنش خشکی ارایه نمودند. نتایج حاصل از تجزیه‌های آماری، تجزیه پایداری به روش ریک و مقایسه عملکرد ژنوتیپ‌های مورد بررسی، تعدادی از ژنوتیپ‌ها را برای مناطق دیم معرفی نمود (Asseng et al., 2003). (Anderson JA et al., 2001) به منظور بررسی واکنش ژنوتیپ‌های مختلف گندم (*Triticum aestivum* L.) زمستانه (Winter) و بینابین (Facultative) نسبت به تنش خشکی، بیست ژنوتیپ گندم زمستانه و بینابین را در دو آزمایش جداگانه (شرایط آبیاری بدون تنش و تنش خشکی آخر فصل) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار ارزیابی نمودند. نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله برای عملکرد دانه و نیز شاخص تحمل به خشکی (STI)، شاخص حساسیت به خشکی (SSI)، میانگین هندسی (GMP)، میانگین حسابی (MP) و تحمل به خشکی (ToI) در ارقام مختلف بر پایه عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش محاسبه شد. در بین بیست ژنوتیپ، ژنوتیپ شماره ۸ (Pck/Vee) مطلوب‌ترین ژنوتیپ بود. برای تعیین روابط بین عملکرد دانه و شاخص‌ها، از ضرایب همبستگی پیرسون استفاده گردید و مشخص شد که شاخص‌های STI، GMP، MP در هر دو شرایط دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با

## مقایسه اجزاء عملکرد بین ارقام گندم دوروم تحت شرایط تنش خشکی در خوزستان

عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی در جنوب غرب کشور به اجرا در آمد. بر اساس آمار هواشناسی بلند مدت ۲۰ ساله، منطقه صفی آباد با داشتن دمای متوسط حداقل ۱۵/۸، متوسط ۲۳/۹ و متوسط حداکثر ۳۲ درجه سانتی گراد و متوسط بارندگی سالیانه ۳۴۱/۸ میلی متر، از لحاظ اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می شود.

عملکرد دانه می باشد و می توانند جهت شناسایی ژنوتیپ های متحمل به خشکی و پر محصول برای هر دو شرایط محیطی به کار روند. در نهایت با استفاده از تجزیه خوشه ای بر مبنای شاخص ها و عملکرد دانه (در هر دو شرایط) ژنوتیپ ها در پنج گروه قرار گرفتند.

### مواد و روش ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۳-۹۲ در مزارع مشرف به مرکز تحقیقات صفی آباد دزفول با ارتفاع ۸۲/۹ متر از سطح دریا و

جدول ۱. خصوصیات اقلیمی محل آزمایش برای یک دوره ۲۰ ساله (ایستگاه سینوپتیک مرکز تحقیقات صفی آباد دزفول)

Table 1. Climatic characteristics for 20 years period (Safiabad dezful research center cynoptic station)

میزان بارندگی و میانگین دمای سالیانه برای یک دوره ۲۰ ساله (ایستگاه سینوپتیک مرکز تحقیقات صفی آباد)													
جایگاه: صفی آباد دزفول													
عرض جغرافیایی: ۳۲ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی													
طول جغرافیایی: ۴۸ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی													
ارتفاع: ۸۲/۹													
روزهای با بارندگی تا نسبتی یکسان یا بیشتر از ۵ میلی متر													
year mean	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	ابان	آذر	Annual
	۲/۶	۱/۴	۱/۹	۰/۹	۰/۲	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۲	۱/۱	۲/۷	۱۱/۰
روزهای با بارندگی تا نسبتی یکسان یا بیشتر از ۵ میلی متر													
year mean	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	ابان	آذر	Annual
	۴/۲	۳/۰	۳/۲	۱/۷	۰/۳	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۵	۱/۵	۴/۵	۱۸/۹
میانگین دمای روزانه													
year mean	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	ابان	آذر	Annual
	۱۱/۸	۱۳/۲	۱۶/۸	۲۲/۷	۲۹/۰	۳۲/۵	۳۵/۹	۳۵/۱	۳۱/۰	۲۵/۷	۱۸/۸	۱۳/۸	۲۳/۹

سانتی متر نمونه برداری به عمل آمد و در آزمایشگاه از نظر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مورد ارزیابی قرار گرفتند (جدول ۲).

به منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی، قبل از کاشت و شروع آزمایش، به طور تصادفی از پنج قسمت از خاک مزرعه در دو عمق ۳۰-۶۰ و ۰-۳۰

جدول ۲. خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک مزرعه آزمایشی در سال زراعی ۹۳-۹۲

Table 2. physical and chemical properties of soil in crop year 92-93

سال زراعی ۹۲-۹۳		عمق خاک زراعی (سانتی متر)	خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک
۳۰-۶۰	۰-۳۰		
۱/۳	۱/۹		شوری ( $ds.m^{-1}$ )
۷/۸	۷/۷		اسیدیته خاک (pH)
۰/۰۴	۰/۰۸		نیترژن (درصد)
۷/۱	۸/۳		فسفر ( $mg.kg^{-1}$ )
۱۲۳	۱۸۷		پتاسیم ( $mg.kg^{-1}$ )
۰/۴۱	۰/۸۸		مواد آلی (درصد)
۱/۳۸	۱/۳۰		وزن مخصوص ظاهری ( $mg.m^{-3}$ )
درصد ذرات			
۴۲	۴۲		رس (درصد)
۴۱	۴۰		لای (درصد)
۱۷	۱۸		شن (درصد)

آبیاری در زمان گل‌دهی (۰،۶زادوکس) برای تمامی صفات به غیر از تعداد سنبله در متر مربع اختلاف معنی داری  $\alpha=0/01$  وجود دارد و تعداد ۲۰ ژنوتیپ گندم دوروم به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد (جدول ۳).

برای اجرای این پژوهش، از آزمایش آماری اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار استفاده گردید. فاکتور اول این آزمایش شامل آبیاری در دو سطح (A1: آبیاری، نرمال منطقه تا آخر فصل رشد) (آبیاری بر اساس شرایط زارعین منطقه به روش سنتی صورت گرفت) (A2: قطع

جدول ۳. شجره ارقام ۲۰ ژنوتیپ گندم دوروم

Table 3. Pedigree of 20 Genotypes durum wheat

شماره ژنوتیپ Genotypes no.	شجره/نام Pedigree/Name
۱	DW-91-1/Behrang
۲	DW-91-1/Karkhe
۳	DW-91-3
۴	DW-91-4
۵	DW-91-5
۶	DW-91-6
۷	DW-91-7
۸	DW-91-8
۹	DW-91-9
۱۰	DW-91-10
۱۱	DW-91-11
۱۲	DW-91-12
۱۳	DW-91-13
۱۴	DW-91-14
۱۵	DW-91-15
۱۶	DW-91-16
۱۷	DW-91-17
۱۸	DW-91-18
۱۹	DW-91-19
۲۰	DW-91-20

لحاظ شده است) به صورت پایه قبل از کاشت در اختیار گیاه قرار گرفت. علف‌های هرز داخل کرت‌ها به صورت دستی وجین شده و علف‌های هرز بین کرت‌ها به صورت شیمیایی کنترل شدند.

در زمان رسیدگی فیزیولوژیک، گیاهان مربوط به هر کرت برداشت شد (سطح برداشت  $1\text{m}^2 \times 1\text{m}$  از خطوط وسط کرت بود). در آزمایشگاه با توزین گیاهان برداشت شده، ماده خشک کل به دست آمد. برای تعیین عملکرد دانه، سنبله‌ها

کرت‌های فرعی با ابعاد  $2 \times 2$  متر و شامل ۱۰ خط کشت با فاصله ۲۰ سانتی‌متر از هم (با تراکم کاشت ۴۰۰ بوته در متر مربع) بود. ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (در دو مرحله، ۵۰ درصد به صورت پایه از منبع اوره و فسفات آمونیوم در زمان کاشت و ۵۰ درصد از منبع اوره به صورت سرک در مرحله ساقه رفتن) و ۷۵ کیلوگرم فسفر ( $P_2O_5$ ) از منبع فسفات آمونیوم (با توجه به سطر دوم همین پاراگراف مقدار نیتروژن موجود در این کود فسفات آمونیوم در کود پایه

## مقایسه اجزاء عملکرد بین ارقام گندم دوروم تحت شرایط تنش خشکی در خوزستان

میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و برای مقایسه میانگین اثرات متقابل نیز از روش برش‌دهی فیزیکی (در مواقعی که اثر متقابل تیمار معنی دار برآورد شود و انجام مقایسات در هر سطح به طور جداگانه صورت می‌گیرد) استفاده شد.

### نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس عملکرد دانه نشان داد بین دو تیمار آبیاری و قطع آن در مرحله گلدهی برای تمامی صفات به غیر از تعداد سنبله در متر مربع اختلاف معنی‌داری ( $\alpha=0/01$ ) وجود دارد جداول بعدی نیز میانگین عملکرد و اجزاء عملکرد به همراه بیوماس و شاخص برداشت برای هر دو سطح آبیاری (آبیاری و قطع آن) در (۲۰) ژنوتیپ گندم دوروم را نشان می‌دهند. قطع آب در مرحله گلدهی یا به عبارت دیگر وقوع تنش خشکی انتهای فصل، باعث کاهش بسیاری از صفات شده است (Entez M. H. et al., 1990).

جداسازی و کوبیده شده و وزن دانه‌های به دست آمده به عنوان عملکرد دانه (با رطوبت ۱۴ درصد) در نظر گرفته شد. عملکرد، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، بیوماس، عملکرد بیولوژیک و نیز شاخص برداشت بر مبنای سطح برداشتی و اجزای عملکرد بر مبنای متوسط (Dhanda S. S. et al., 2002) سنبله مورد محاسبه قرار گرفتند. و شاخص تحمل به تنش خشکی (STI) با استفاده از رابطه فرناندز (Fernandez., 1992) برای عملکرد دانه از طریق رابطه زیر محاسبه شد:

$$STI = (Y_{si} \cdot Y_{pi}) / Y_p^2$$

در این رابطه  $(Y_{si})$ ،  $(Y_{pi})$  و  $(Y_p^2)$  به ترتیب شامل میانگین عملکرد دانه هر رقم تحت شرایط تنش خشکی، میانگین عملکرد دانه هر رقم تحت شرایط مناسب و میانگین عملکرد تمام ارقام تحت شرایط مناسب می‌باشد. و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار (SAS) انجام شد. برای مقایسه

جدول ۴. تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در ارزیابی تحمل به تنش خشکی برای ۲۰ ژنوتیپ گندم دوروم

**Table 4.** Analysis of variance for measured traits in the evaluation of tolerance to drought stress for 20 genotypes durum wheat

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعداد سنبله در متر مربع Spikes per m <sup>2</sup>	تعداد دانه در سنبله Seeds per spike	وزن هزار دانه 1000 seed weight	عملکرد دانه Seed yield	بیوماس Biomass	شاخص برداشت Harvest index
بلوک Block	۳	۱۹۸/۸۷ **	۰/۴۲۳ ns	۰/۲۴۲ ns	۸۹۴۲۴/۲*	۰/۰۴۳ ns	۸/۰۳ ns
آبیاری (A)	۱	۱۴۰/۶۳ ns	۳۴۱۳/۲۵ **	۴۱۸۱/۰ **	۱۵۸۶۴۲۸۹۰/۰ **	۳۵۵/۳۹ **	۱۳/۹۱ **
خطای a	۳	۱۲۶/۵۱	۳/۰۲۲	۰/۴۸	۱۳۲۰۸/۳	۰/۱۱	۴/۳۲
رقم (B)	۱۹	۵۰۴۷/۹ **	۵۷/۸۳ **	۶۴/۱۴ **	۴۸۵۳۱۳/۰ **	۲/۳۶ **	۳۱۸۱/۵ **
آبیاری در رقم (A*B)	۱۹	۱۲/۵۹ ns	۲/۱۶ ns	۳/۷۷ **	۲۳۰۶۷۹/۵ **	۰/۶۷ **	۳۱/۷۷ **
خطای b	۱۱۴	۳۳/۳۲	۱/۵۶	۱/۲۴	۳۳۱۶۸/۹	۰/۲۲	۴/۵۵
کل	۱۵۹	۶۳۵/۶	۲۹/۸۲	۳۵/۳	۱۱۰۹۰۳۰/۸	۲/۷۶	۲۸/۸
ضریب تغییرات CV		۲۰/۵	۱۴/۹	۹/۱۵	۱۴/۷۸	۲۴/۰۱	۱۶/۶۸

ns: بدون اختلاف معنی‌دار \* و \*\*: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪.

ns, \*\*: Non-significant and significant 1% level of probability, respectively

بیولوژیک کاهش یافته است، کاهش شاخص برداشت مشاهده شده است.

عملکرد بیولوژیک همانند سایر صفات در اثر تنش خشکی کاهش می‌یابد و با توجه به این موضوع که عملکرد دانه برای میانگین ارقام مورد مطالعه با شدت بیشتری نسبت به عملکرد

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه و اجزاء عملکرد تحت تیمارهای آبیاری (دانکن ۵٪)

Table 5. Grain yield and yield components under control and cut irrigation (Duncan %5)

شاخص برداشت Harvest index (%)	بیوماس Biomass (t/ha)	عملکرد دانه Seed yield (t/ha)	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	تعداد دانه در سنبله Seeds per spike	تعدادسنبله درمتر مربع Spikes per m <sup>2</sup>	آبیاری Irrigation
۳۶/۳ <sup>a</sup>	۱۳/۲ <sup>a</sup>	۴/۸ <sup>a</sup>	۴۰/۵ <sup>a</sup>	۳۰/۱۳ <sup>a</sup>	۳۷۴ <sup>a</sup>	آبیاری نرمال Contol
۲۷/۴ <sup>b</sup>	۱۰/۲ <sup>b</sup>	۲/۸۱ <sup>b</sup>	۳۰/۲ <sup>b</sup>	۲۰/۹ <sup>b</sup>	۳۷۲/۱۲ <sup>a</sup>	قطع آبیاری Cut irrigation

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند

Mean with the same letters in each column have not significant differences at the 1% probability level

ژنوتیپ شماره‌های ۱۹، ۱۳ و ۱۴ به ترتیب با میانگین‌های ۴۱۱، ۴۰۹/۵، و ۴۰۶/۱ دارای بیشترین تعداد سنبله و با بقیه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری داشتند. کم‌ترین تعداد سنبله نیز متعلق به ۳ ژنوتیپ ۱۲، ۹ و ۱۶ از ۳۴۱ تا ۳۳۳ سنبله در متر مربع بود.

برای صفت تعداد دانه در سنبله، ژنوتیپ شماره ۶ با ۳۰/۷۵ دانه در سنبله دارای بیشترین تعداد دانه در سنبله بوده و با بقیه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این آزمایش اختلاف معنی‌داری را در سطح ۱٪ نشان داد. برای این صفت ژنوتیپ شماره ۲۰ با ۲۱/۳۷ دانه در سنبله کمترین تعداد دانه در سنبله را به خود اختصاص داد. نتایج مشابهی نیز مبنی بر کاهش تعداد دانه در سنبله ناشی از تنش خشکی آخر فصل توسط دیگر محققان گزارش شده است (Anderson et al., Emam et al., 2007; Alkatib et al., 1990).

از نظر صفت وزن هزار دانه نیز، ژنوتیپ‌های (۱۴، ۱۹، ۱۷، ۶، ۱۸ و ۵) دارای بیشترین وزن هزار دانه از ۳۹/۲۵ تا ۳۷/۷ گرم بوده و با بقیه ژنوتیپ‌ها اختلاف آماری معنی‌داری را در سطح ۱٪ نشان دادند. کمترین مقدار وزن هزار دانه نیز با ۲۹/۶۷ متعلق به ژنوتیپ شماره ۹ بود.

در صفت عملکرد دانه، بیشترین عملکرد مربوط به ژنوتیپ‌های (۶، ۱۷، ۱۰، ۱۴، ۱۱ و ۵) از ۴/۲ تا ۳/۹۹ بود.

وجود اثرات متقابل معنی‌دار برای عملکرد دانه و وزن هزار دانه و نیز بیوماس و شاخص برداشت برای ارقام مختلف نشان داد ارقام گندم نسبت به دو نوع روش آبیاری عکس العمل متفاوتی دارند. این مساله نشان دهنده آن است که یک رقم که در شرایط نرمال عملکرد بالایی را از خود نشان می‌دهد الزاماً در شرایط تنش عملکرد بالای خود را محفوظ نگه نمی‌دارد (Fischer et al., 1991). نشان دادن اثرات متقابل می‌تواند عملکرد هر ژنوتیپ را در شرایط کاملاً اختصاصی نشان دهد اما این مساله را نباید از نظر دور داشت گیاهی که در شرایط تنش، از پتانسیل تولید بالاتری نسبت به سایر ارقام برخوردار است باید این پتانسیل برتر را در شرایط مطلوب نیز نگه دارد (FAO., 2010). لذا بسیاری از محققین به نژادی، بجای تمرکز بر اثرات متقابل که پتانسیل ژنوتیپ‌های مختلف را تنها در شرایط کاملاً اختصاصی نشان می‌دهند، سعی نموده‌اند تا با ارائه شاخص‌هایی که عملکرد در هر دو شرایط تنش و شرایط مطلوب را تلفیق می‌کند. به بررسی تحمل ژنوتیپ‌های مختلف به تنش‌های مختلف پرداختند. (Blumenthal et al., 1998, Distefeld et al., 2006)

مقایسه میانگین ارقام (جدول ۵) نشان داد که ارقام مورد مطالعه در تمام صفات مورد مطالعه دارای تفاوت‌هایی بودند، به طوری که برای صفت تعداد سنبله در متر مربع،

## مقایسه اجزاء عملکرد بین ارقام گندم دوروم تحت شرایط تنش خشکی در خوزستان

گرم تر شدن دمای هوا باعث ریزتر شدن دانه‌ها و کاهش وزن دانه‌ها می‌گردد. البته باید متذکر شد که گیاه در مواجهه با تنش خشکی و برای جلوگیری از هدر روی بیش از حد آب روزنه‌ها را می‌بندد که این موضوع در نهایت باعث کاهش فتوسنتز جاری و کاهش مواد پرورده برای پر شدن دانه‌ها می‌گردد، که این امر نیز در نهایت باعث کاهش وزن دانه‌ها می‌گردد (Evans *et al.*, 1970). همان‌گونه که از جدول تجزیه واریانس پیداست صفت عملکرد دانه نیز تحت تاثیر قطع آبیاری در مرحله گلدهی در (Dhanda *et al.*, 2002) ژنوتیپ مورد مطالعه قرار گرفته است و کاهش معنی‌داری را در مقایسه با آبیاری نرمال نشان می‌دهد. کاهش عملکرد دانه در اثر تنش خشکی آخر فصل در سایر پژوهش‌ها نیز گزارش شده است (Collins *et al.*, 2003, Gavuzzi *et al.*, 1997, Foulkes *et al.*, 2007).

(Bouslame *et al.*, 1998, Conroy *et al.*, 1994) در مطالعه‌ای بر روی ۱۱ رقم جو بیان کردند که تنش خشکی باعث کاهش هدایت روزنه‌ای و فتوسنتز خالص شده و در نهایت عملکرد را کاهش می‌دهد. همچنین با توجه به تسریع پیری برگ‌ها، کاهش فتوسنتز جاری گیاه و کوتاه‌تر شدن مراحل نمو گیاه در اثر تنش خشکی، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه که از اجزای بسیار مهم عملکرد دانه می‌باشند، کاهش می‌یابد (Garavandi, 2010)، از طرفی در زمان وقوع تنش خشکی شاخص برداشت نیز کاهش می‌یابد، بدین معنا که سهم کمتری از کل زیست توده تولیدی در این حالت به دانه‌ها اختصاص می‌یابد (Garcia *et al.*, 2003).

تجزیه واریانس نشان داد که شاخص برداشت نیز با قطع آب در مرحله گلدهی کاهش معنی‌داری را نسبت به آبیاری نرمال خواهد داشت. کاهش شاخص برداشت به علت تنش خشکی آخر فصل توسط بسیاری از محققین گزارش گردیده است (Garavandi, 2010, Bustos *et al.*, 2001). همان‌گونه که پیش‌تر اشاره گردید، عملکرد بیولوژیک در اثر تنش خشکی کاهش می‌یابد و با توجه به این موضوع که عملکرد دانه برای میانگین ارقام مورد مطالعه با شدت بیشتری نسبت به عملکرد

کمترین مقدار عملکرد دانه نیز (۳/۶-۳/۴ تن در هکتار) به ژنوتیپ‌های (۸، ۱۵، ۱۲، ۲۰ و ۹) تعلق داشت. از نظر بیوماس، ژنوتیپ‌های (۱۷، ۱۴، ۱، ۶، ۱۰، ۵ و ۱۹) دارای بیشترین مقدار بیوماس از ۱۲/۶ تا ۱۲/۲ بوده و با بقیه ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری را در سطح ۱٪ نشان دادند.

در شاخص برداشت، ۱۵ ژنوتیپ از نظر آماری دارای بیشترین مقدار در شاخص برداشت بوده (۳۴/۶۲-۳۱/۴۹) و با یک‌دیگر اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند. اما این ژنوتیپ‌ها با دیگر ژنوتیپ‌ها شامل (۱، ۹، ۸، ۲۰ و ۱۲) اختلاف آماری معنی‌داری نشان دادند.

بیوماس با قطع آبیاری در مرحله گلدهی کاهش معنی‌داری را در سطح ۱٪ نسبت به آبیاری نرمال نشان داد. باید به این نکته اشاره کرد که در شرایط تنش خشکی پیری زود رس اندام‌های فتوسنتز کننده و همچنین کاهش فتوسنتز جاری گیاه باعث کاهش کل زیست توده تولیدی می‌گردد (Emam *et al.*, 2006).

مرحله گل‌شکفتگی از حساس‌ترین مراحل زندگی گندم به تنش خشکی است. در این زمان کمبود آب باعث عدم تلقیح و نابرابری گلچه‌ها در سنبله می‌گردد (Ayeneh *et al.*, 2002). تعدادی از تخمک‌های تلقیح شده در اثر تنش خشکی سقط می‌شوند و در نهایت تعداد دانه در سنبله کاهش می‌یابد. اعمال تنش در مرحله گرده افشانی باعث عقیم شدن دانه‌های گرده (Badaruddin *et al.*, 1998)، و اختلال در فتوسنتز جاری و انتقال مواد ذخیره شده به دانه‌ها می‌گردد (۷)، که می‌تواند دلیلی بر کاهش تعداد دانه در سنبله باشد. وزن هزاردانه با قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی کاهش معنی‌داری را در سطح ۱٪ نسبت به آبیاری نرمال نشان داد. سایر محققین کاهش وزن دانه در اثر تنش خشکی را گزارش کرده‌اند (Blumenthal, 1998, Chen *et al.*, 2003).

(Collard *et al.*, 2005)، گزارش کردند تنش خشکی بعد از گلدهی باعث کاهش تعداد سلول‌های آندوسپرم دانه در قاعده و راس سنبله شده و در نهایت وزن دانه را کاهش می‌دهد. تنش خشکی پس از گلدهی به علت کوتاه‌تر شدن طول دوره پرشدن دانه و تشدید شدن تنش خشکی به علت

بیولوژیک کاهش یافته است، کاهش شاخص برداشت مشاهده شده است (Castro et al., 2007). (جدول ۴)

مقایسه میانگین ارقام نشان داد که ارقام مورد مطالعه در تمام صفات مورد مطالعه دارای تفاوت‌هایی بودند، به طوری که برای صفت تعداد سنبله در "متر مربع"، ژنوتیپ‌های (۱۹، ۱۳ و ۱۴) به ترتیب با میانگین‌های (۴۱۱، ۴۰۹/۵، و ۴۰۶/۱) دارای بیشترین تعداد سنبله و با بقیه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، اختلاف معنی‌داری داشتند. کم‌ترین تعداد سنبله نیز متعلق به ژنوتیپ (۱۲، ۹ و ۱۶) از ۳۴۱ تا ۳۳۳ سنبله در متر مربع بود.

برای صفت تعداد دانه در سنبله، ژنوتیپ شماره ۶ با ۳۰/۷۵ دانه در سنبله دارای بیشترین تعداد دانه در سنبله بوده و با بقیه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این آزمایش اختلاف معنی‌داری را در سطح ۱٪ نشان داد. برای این صفت ژنوتیپ شماره (۲۰) با ۲۱/۳۷ دانه در سنبله کمترین تعداد دانه در سنبله را به خود اختصاص داد. از نظر صفت وزن هزار دانه نیز، ژنوتیپ‌های

(۱۴، ۱۹، ۱۷، ۶، ۱۸ و ۵) دارای بیشترین وزن هزار دانه از ۳۹/۲۵ تا ۳۷/۷ گرم بوده و با بقیه ژنوتیپ‌ها اختلاف آماری معنی‌داری را در سطح ۱٪ نشان دادند. کمترین مقدار وزن هزار دانه نیز با ۲۹/۶۷ متعلق به ژنوتیپ شماره ۹ بود. در صفت عملکرد دانه، بیشترین عملکرد مربوط به ژنوتیپ‌های (۶، ۱۷، ۱۰، ۱۴، ۱۱ و ۵) از ۴/۲ تا ۳/۹۹ بود. کمترین مقدار عملکرد دانه نیز (۳/۶ - ۳/۴ تن در هکتار) به ژنوتیپ‌های (۸، ۱۵، ۱۲، ۲۰ و ۹) تعلق داشت. از نظر بیوماس، ژنوتیپ‌های (۱۷، ۱۴، ۱، ۱۰، ۶، ۵ و ۱۹) دارای بیشترین مقدار بیوماس از ۱۲/۶ تا ۱۲/۲ بوده و با بقیه ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری را در سطح ۱٪ نشان دادند. در شاخص برداشت، ۱۵ ژنوتیپ از نظر آماری دارای بیشترین مقدار در شاخص برداشت بوده (۳۴/۶۲ - ۳۱/۴۹) و با یکدیگر اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند. اما این ژنوتیپ‌ها با دیگر ژنوتیپ‌ها شامل (۱، ۹، ۸، ۲۰ و ۱۲) اختلاف آماری معنی‌داری نشان دادند.



## مقایسه اجزاء عملکرد بین ارقام گندم دوروم تحت شرایط تنش خشکی در خوزستان

جدول ۶. نتایج مقایسه میانگین دانکن برای عملکرد و اجزاء آن در ۲۰ ژنوتیپ گندم

**Table 6.** Comparison of means for yield and yield components in 20 durum genotypes

شاخص برداشت					تعداد سنبله	
Harvest index (%)	بیوماس (t/ha)	عملکرد دانه (t/ha)	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	تعداد دانه در سنبله Seeds per spike	درمتر مربع Spike per m <sup>2</sup>	ارقام Genotypes
۳۰/۷۰ <sup>b-c</sup>	۱۲/۴۳۸ <sup>a-b</sup>	۳۸۶۸/۷۵ <sup>c-d-e-f-g</sup>	۳۴/۳۱۲۵ <sup>e-f</sup>	۲۶/۳۷۵ <sup>c-d</sup>	۳۶۶/۸۷ <sup>h</sup>	DW-91-1
۳۱/۷۷۸ <sup>a-b-c</sup>	۱۱/۲۵۰ <sup>d-e-f</sup>	۳۶۵۷/۵۰ <sup>h-i-j</sup>	۳۳/۱۷۵۰ <sup>f-g-h</sup>	۲۴/۱۲۵۰ <sup>e-f-g-h</sup>	۳۶۲/۸۷ <sup>h-i</sup>	DW-91-2
۳۲/۲۵۵ <sup>a-b-c</sup>	۱۱/۲۵۰ <sup>d-e-f</sup>	۳۷۳۱/۲۵ <sup>e-f-g-h-i-j</sup>	۳۵/۶۸۷۵ <sup>de</sup>	۲۲/۶۲۵ <sup>h-i</sup>	۳۷۷/۲۵۰ <sup>g</sup>	DW-91-3
۳۲/۶۴۵ <sup>a-b-c</sup>	۱۱/۶۱۲۵ <sup>c-d-e</sup>	۳۸۰۵/۰۰ <sup>d-e-f-g-h</sup>	۳۶/۲۵۰۰ <sup>c-d</sup>	۲۲/۳۷۵۰ <sup>h-i</sup>	۳۵۷/۱۲ <sup>i-j</sup>	DW-91-4
۳۲/۲۱۸ <sup>a-b-c</sup>	۱۲/۲۱۶۳ <sup>a-b-c</sup>	۳۹۹۲/۵۰ <sup>a-b-c-d-e</sup>	۳۷/۷۶۲۵ <sup>a-b-c</sup>	۲۸/۱۲۵۰ <sup>b</sup>	۳۶۳/۵ <sup>h-i</sup>	DW-91-5
۳۳/۷۴۱ <sup>a-b</sup>	۱۲/۳۹۷۵ <sup>a-b</sup>	۴۲۲۶/۲۵ <sup>a</sup>	۳۸/۲۵۰۰ <sup>a-b</sup>	۳۰/۷۵۰۰ <sup>b</sup>	۳۹۵/۱۲ <sup>d-e</sup>	DW-91-6
۳۱/۹۴۳ <sup>a-b-c</sup>	۱۱/۴۱۲۵ <sup>d-e-f</sup>	۳۶۸۳/۷۵ <sup>g-h-i-j</sup>	۳۴/۱۲۵۰ <sup>f-g</sup>	۲۴/۶۲۵۰ <sup>d-e-f-g</sup>	۳۵۴/۰ <sup>j-k</sup>	DW-91-7
۲۹/۸۳۴ <sup>c</sup>	۱۱/۸۱۲۵ <sup>c-d-e</sup>	۳۶۱۱/۲۵ <sup>h-i-j-k</sup>	۳۱/۷۵۰۰ <sup>hi</sup>	۲۳/۳۷۵۰ <sup>f-g-h</sup>	۳۴۸/۸۷ <sup>k</sup>	DW-91-8
۳۰/۵۷۵ <sup>b-c</sup>	۱۰/۸۱۲۵ <sup>f</sup>	۳۳۸۸/۷۵ <sup>k</sup>	۲۹/۶۷۵۰ <sup>j</sup>	۲۳/۱۲۵۰ <sup>h-i</sup>	۳۴۰/۸۷ <sup>l</sup>	DW-91-9
۳۲/۶۹۹ <sup>a-b-c</sup>	۱۲/۳۱۵۰ <sup>a-b</sup>	۴۰۹۸/۷۵ <sup>a-b-c</sup>	۳۷/۴۶۲۵ <sup>b-c</sup>	۲۸/۲۵۰۰ <sup>b</sup>	۴۰۰/۵۰ <sup>c-d</sup>	DW-91-10
۳۴/۶۲۳ <sup>a</sup>	۱۱/۵۴۲۵ <sup>c-d-e</sup>	۴۰۳۵/۰۰ <sup>a-b-c-d</sup>	۳۷/۴۲۵۰ <sup>b-c</sup>	۲۸/۰۰۰۰ <sup>b-c</sup>	۳۸۵/۳ <sup>f</sup>	DW-91-11
۲۹/۷۷۹ <sup>c</sup>	۱۱/۴۷۵۰ <sup>d-e-f</sup>	۳۴۷۷/۵۰ <sup>j-k</sup>	۳۱/۵۰۰۰ <sup>i</sup>	۲۳/۷۵۰۰ <sup>f-g-h</sup>	۳۴۱/۳ <sup>l</sup>	DW-91-12
۳۲/۹۱۹ <sup>a-b-c</sup>	۱۱/۱۱۰۰ <sup>e-f</sup>	۳۷۳۰/۰۰ <sup>e-f-g-hi</sup>	۳۴/۳۱۲۵ <sup>e-f</sup>	۲۵/۰۰۰۰ <sup>d-e-f</sup>	۴۰۹/۵ <sup>a-b</sup>	DW-91-13
۳۱/۸۷۹ <sup>a-b-c</sup>	۱۲/۵۰۰۰ <sup>a-b</sup>	۴۰۴۷/۵۰ <sup>a-b-c-d</sup>	۳۹/۲۵۰۰ <sup>a</sup>	۲۸/۲۵۰۰ <sup>b</sup>	۴۰۶/۱۳ <sup>a-b-c</sup>	DW-91-14
۳۱/۵۲۳ <sup>a-b-c</sup>	۱۱/۱۰۰۰ <sup>e-f</sup>	۳۵۵۳/۷۵ <sup>j-k</sup>	۳۲/۶۰۰۰ <sup>g-h-i</sup>	۲۲/۳۷۵۰ <sup>h-i</sup>	۳۶۳/۴ <sup>h-i</sup>	DW-91-15
۳۱/۴۹۰ <sup>a-b-c</sup>	۱۱/۴۸۸۸ <sup>d-e-f</sup>	۳۷۰۶/۲۵ <sup>f-g-h-i-j</sup>	۳۴/۰۰۰۰ <sup>f-g</sup>	۲۵/۰۰۰۰ <sup>d-e-f</sup>	۳۳۳/۴ <sup>l</sup>	DW-91-16
۳۳/۰۵۳ <sup>a-b-c</sup>	۱۲/۶۰۰۰ <sup>a</sup>	۴۱۸۳/۷۵ <sup>a-b</sup>	۳۸/۹۵۰۰ <sup>a-b</sup>	۲۸/۵۰۰۰ <sup>b</sup>	۳۸۹/۳۷ <sup>e-f</sup>	DW-91-17
۳۳/۲۶۵ <sup>a-b</sup>	۱۱/۸۷۰۰ <sup>b-c-d</sup>	۳۹۵۵/۰۰ <sup>b-c-e-f</sup>	۳۷/۹۷۵۰ <sup>a-b</sup>	۲۸/۷۵۰۰ <sup>b</sup>	۴۰۲/۵ <sup>b-c-d</sup>	DW-91-18
۳۱/۸۰۴ <sup>a-b-c</sup>	۱۲/۱۸۸۸ <sup>a-b-c</sup>	۳۹۳۶/۲۵ <sup>c-d-e-f-g</sup>	۳۹/۰۲۵۰ <sup>a-b</sup>	۲۵/۶۲۵۰ <sup>d-e</sup>	۴۱۱/۱۲ <sup>a</sup>	DW-91-19
۲۹/۸۲۵ <sup>c</sup>	۱۱/۳۵۰۰ <sup>d-e-f</sup>	۳۴۶۳/۷۵ <sup>j-k</sup>	۳۳/۹۰۰۰ <sup>f-g</sup>	۲۱/۳۷۵۰ <sup>i</sup>	۳۵۲/۴ <sup>j-k</sup>	DW-91-20

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند

Mean with the same letters in each column have not significant differences at the 1% probability level

شرایط نرمال و تنش نشان می‌دهد. نتایج حاصل از این شاخص در جدول زیر (جدول ۷) ارائه شده است.

شاخص تحمل به تنش، نیز یکی از این شاخص‌هاست که می‌تواند به بهترین شکل ممکن درجه تحمل به تنش خشکی را در ارقام مختلف با تلفیقی از پتانسیل عملکرد در هر دو

جدول ۷. مقایسه میانگین های ۲۰ ژنوتیپ گندم دوروم برای شاخص تحمل به تنش (STI)

Table 7. Comparison of means for STI in 20 durum genotypes

STI	ژنوتیپها Genotypes
۰/۶۱۷۵ <sup>b-c-d</sup>	۱
۰/۵۲۵۰ <sup>d-e-f</sup>	۲
۰/۵۳۷۵ <sup>d-e-f</sup>	۳
۰/۶۱۰۰ <sup>b-c-d</sup>	۴
۰/۶۴۷۵ <sup>a-b</sup>	۵
۰/۷۴۲۵ <sup>a</sup>	۶
۰/۵۳۷۵ <sup>d-e-f</sup>	۷
۰/۵۰۷۵ <sup>e-f</sup>	۸
۰/۴۴۵۰ <sup>f</sup>	۹
۰/۶۷۷۵ <sup>a-b</sup>	۱۰
۰/۶۷۲۵ <sup>a-b</sup>	۱۱
۰/۴۷۷۵ <sup>e-f</sup>	۱۲
۰/۵۵۲۵ <sup>c-d-e</sup>	۱۳
۰/۶۶۲۵ <sup>a-b</sup>	۱۴
۰/۵۱۲۵ <sup>e-f</sup>	۱۵
۰/۵۳۰۰ <sup>d-e-f</sup>	۱۶
۰/۷۳۲۵ <sup>a</sup>	۱۷
۰/۶۵۷۵ <sup>a-b</sup>	۱۸
۰/۶۳۲۵ <sup>b-c</sup>	۱۹
۰/۴۶۷۵ <sup>e-f</sup>	۲۰

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی داری با همدیگر ندارند

Mean with the same letters in each column have not significant differences at the 1% probability level

۱۶، ۲، ۱۵، ۸، ۱۲، ۲۰، و ۹) دارای کمترین شاخص تحمل به تنش (از ۰/۵۴ تا ۰/۴۴) بودند.

### سپاسگزاری

از تمامی دوستان و عزیزانی که من را در این پژوهش یاری نموده اند کمال تشکر را دارم و از خداوند منان برای آنها ارزوی سلامتی و عمر باعزت را خواستارم.

مقایسه شاخص های تحمل به تنش (STI) نشان داد، که ژنوتیپ های شماره (۶، ۱۷، ۱۰، ۱۱، ۱۴، ۱۸ و ۵) از بالاترین شاخص تحمل به تنش (از ۰/۷۴ تا ۰/۶۵) برخوردار بودند و با بقیه ژنوتیپ ها اختلاف آماری معنی داری را نشان دادند. همچنین در بین ژنوتیپ های مورد مطالعه، ژنوتیپ های (۳، ۷،

- Al-Khatib, K. and G.M. Paulsen. 1990.** Photosynthesis and productivity during high-temperature stress of wheat genotypes from major world regions. *Crop Science Society of America.*, 30: 1127–32.
- Amthor, J. S. 2001.** Effect of atmospheric CO<sub>2</sub> concentration on wheat yield: review of result from experiments using various approaches to control CO<sub>2</sub> concentration. *Field Crops Research.* 73: 1-34.
- Anderson JA, Stack RW, Liu S, Waldron BL, Fjeld AD, Coyne C, Moreno-Sevilla B, Fetch JM, Song QJ, Cregan PB, Frohberg RC .2001.** DNA markers for fusarium head blight resistance QTLs in two wheat populations. *theor appl genet journal* 102:1164–1168.
- Asseng, S., and Van-Herwaarden, A. F. 2003.** Analysis of the benefits to wheat yield from assimilates stored prior to grain filling in a range of environments. *Plant and Soil.* 256(1): 217-229.
- Ayeneh, A., Van-Ginkel, M., Reynolds, M. P. and Ammar, K. 2002.** Comparison of leaf, spike, peduncle and canopy temperature depression in wheat under heat stress. *Field Crops Research.* 79: 173-184.
- Badaruddin, M., Reynolds, M. P. and Ageeb, O. A. A. 1998.** Sustaining wheat yields with crop management in heat stressed environments: effect of organic and inorganic fertilizers, mulching and irrigation frequency. *Wheat Program Special Report.* No. 47. CIMMYT
- Balla, K., Bencze, S., Janda T., and Veisz, O. 2009.** Analysis of heat stress tolerance in winter wheat. *Acta Agron. Hungar.* 57: 437–444.
- Blair, M., A. Garris, A. Iyer, B. Chapman, S. Kresovich & S. Mc- Couch, 2003.** High resolution genetic mapping and candidate gene identification at the xa5 locus for bacterial blight resistance in rice (*Oryza sativa* L.). *theor appl genet journal* .107: 62–73.
- Blumenthal, C., Wrigley, C. W., Batey, I. L., and Barlow, E. W. R. 1994.** The heat-shock response relevant to molecular and structural changes in wheat yield and quality. *Australian Journal of Plant Physiology.* 21: 901–909.
- Blumenthal, C., Wrigley, C. W., Batey, I. L., and Barlow, E. W. R. 1998.** The heat-shock response relevant to molecular and structural changes in durum wheat yield and quality. *Australian Journal of Plant Physiology.* 22: 175–180.
- Bousslama, M., and Schapaugh, W. T. 1984.** Stress tolerance in soybean. Part1: Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Science.* 24: 933-937.
- Bustos, A.D., Rubio, P., Soler, C., Garcia P. and N. Jouve, 2001.** .Marker assisted selection to improve HMW-glutenins in wheat, *Euphytica* 119: 69–73.
- Castro, M., Peterson C. J., Rizza, M. D., Dellavalle, P. D., V´azquez, D., Ib´a´nez, V., and Ross, A. 2007.** Influence of heat stress on wheat grain characteristics and protein molecular weight distribution. In: *Wheat Production in Stressed Environment.* pp. 365–371. Buck, H. T., Nisi, J. E., and Salom´on, N. Eds., Springer, *the Netherlands journal.* 111: 70–73.
- Chen, C., Payne, W. A., Smiley, R. W. and Stoltz, M. A. 2003.** Yield and water-use efficiency of eight wheat cultivars planted on seven dates in northeastern Oregon. *Agronomy Journal.* 95: 836-843.
- Collard BCY, Grams RA, Bovill WD, Percy CD, Jolley R, Lehmensiek A, Wildermuth G, Sutherland MW (2005)** Development of molecular markers for crown rot resistance in wheat: mapping of QTLs for seedling resistance in a ‘2-49’ x ‘Janz’ population. *Plant Breed* 124:532–537.
- Collins, H.M., J.F. Panozzo, S.J. Logue, S.P. Jefferies & A.R. Barr, 2003.** Mapping and validation of chromosome regions associated with high malt extract in barley (*Hordeum vulgare* L.). *australian journal of plant physiology impact factor.* 54: 1223–1240.

- Conroy, J. P., Seneweera, S., Basra, A. S., Rogers, G. and Nissen-Wooller, B. 1994.** Influence of rising atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations and temperature on growth, yield and grain quality of cereal crops. *Australian Journal of Plant Physiology*. 21(6): 741-758.
- Dellaporta, S.L., J. Wood and J. B. Hicks, 1983.** A plant DNA miniprep: version II. *plant molecular biology reporter*. 1: 19.
- Distelfeld A, Uauy C, Fahima T, Dubcovsky J .2006.** Physical map of the wheat high-grain protein content gene Gpc-B1 and development of a high-throughput molecular marker. *New Phytol* 169:753–763.
- Dhanda S. S. & G. S. Sethi. 2002.** Tolerance to drought stress among selected Indian wheat cultivars. *J. agric science*, 139; 319-326.
- Ellis MH, Spielmeyer W, Gale KR, Rebetzke GJ, Richards RA .2002.** “Perfect” markers for the Rht-B1b and Rht-D1b dwarfing genes. *Theor Appl Genet* 105:1038–1042
- Endo TR, Gill BS (1996)** The deletion stocks of common wheat. *J hered journal*. 87:295–307.
- Emam, Y. 2007.(a).** Cereal Production. Shiraz University Press. Third edition. 190 pages. *agric science*. (In Farsi).
- Emam, Y., A. Ranjbari & M J Bahrani. 2006.(b).** Evaluation of yield and yield components in wheat cultivars under post-anthesis drought stress. *J. agric science. Natural Resource Technology*. 11, 317 - 328. (In Farsi).
- Evans, L. T. & R. L. Dunstone. 1970.** Some physiological aspects of evolution in wheat. *Aust. J. Biological. science*. 23, 725-741.
- Entez, M. H. and Flower, D. B. 1990.** Differential agronomic response of wheat cultivars to environmental stress. *Crop Science*. 30: 1119-1123.
- Fahima, T., M. Roder, A. Grama and E. Nevo. 1998.** Microsatellite DNA polymorphism divergence in *Triticum dicoccoides* accessions highly resistant to yellow rust. *theor appl genet journal*, 96: 187-195.
- FAO. 2010.** Statistical data. [www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org).
- Fernandez, G. C. J. 1992.** Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Proceeding of the international symposium on adaptation of vegetable and other food crops to temperature and water stress. *Taiwan*, 13-18Aug. Pp. 257-270.
- Fernandez, G. C. J. 1992.** Effective selection criteria for assessing stress tolerance. pp. 257-270. In:
- Fischer, R. A. and Byerlee, D. B. 1991. (a).** Trends of wheat production in the warmer areas: Major issues and economic consideration. P. 3-27. In: Saunders D. A. (ed.). Proceeding of the symposium of wheat for the nontraditional warm areas. Iguazu, Brazil. 29 July-3 Aug. 1990. *CIMMYT. D.F. Mexico. International Maize and Wheat Improvement Center*.
- Fischer, R. A. and Maurer, A. 1978. (b).** Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response. *Australian Journal of Agricultural Research*. 29:897-912.
- Fokar, M., T. Nguyen and A. Blum, 1998.** Heat tolerance in spring wheat. II. Grain filling. *Euphytica*, 104: 1–8.
- Foulkes M. J., R. Sylvester-Bradley, R. Weightman & J.W. Snape. 2007 (a).** Identifying physiological traits associated with improved drought resistance in winter wheat. *field crops research*, 103,11–24.
- Foulkes, M. J., R. K. Scott & R. Syvester-Bradley. 2001 (b).** The ability of wheat cultivars to withstand drought in UK conditions: resource capture. *J. agric science*, 137,1–16.
- Garavandi, M., M. Farshadfar & D. Kahrizi. 2010.** Evaluation of drought tolerance in bread wheat advanced genotypes in field and laboratory conditions. *seed and plant improvement journal*, 26, 233-252. (In farsi)

**Garcia del Moral, L. F., Y. Rharrabti, D. Villegas & C. Royo. 2003.** Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: *An ontogenic approach. Agron journal*, 95, 266-274.

**Gavuzzi, P., Rizza, F., Palumbo, M., Campaline, R.G., Ricciardi, G.L. and Borghi, B. 1997.** Evaluation of field and laboratory of drought and heat stress in winter cereals. *Canadian Journal of Plant Science*. 77:523-531.

**Gibson, L. R. and Paulsen, G.M. 1999.** Yield components of wheat grown under high temperature stress during reproductive growth. *Crop Science*. 39: 1841–1846.

**Kuo, C. G. (ed.).** Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress. *AVRDC Publication, Tainan, Taiwan*.

**Evaluation of yield components of 20 genotypes of durum wheat to drought stress**Seyed Saeed Sayahi<sup>1</sup>, Shahab Sadat<sup>2</sup>, Koorosh Behnamfar<sup>1</sup>**Abstract**

To assess efficiency of 20 genotypes of durum wheat to drought stress in the end of season, an experiment was conducted as split plot design in randomized complete block with 4 replication in Dezful during 2013-2014. The basic factor of this test included irrigation two levels and secondary factor includes 20 genotypes. The late planting date was considered that plants faced with drought stress in the end of season. Yield, yield components were measured and harvest index was calculated. Yield components according to average of 20 panicles were calculated. Traits that were studied with flowering stage cut irrigation showed a significant decrease in the level of (1%) of them. At the end, drought stress tolerance index (STI) was measured using the relation of Fernandez as a criterion for measuring drought stress tolerance in the end of season at 20 genotypes. The number of (5, 6, 18, 10, 11, 17, 14) of high stress tolerance index and significant than 20 genotypes were advantage. But stress tolerance index of two genotypes 5 and 14 were advantage than other genotypes. The yield correlation between (STI) and environment showed that (STI) is the best indicator for assessing durum wheat genotypes.

**Key word:** Durum wheat, drought stress, stress tolerance index

---

<sup>1</sup> Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Khozestan

<sup>2</sup> Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

**Corresponding author :** saeed.sayahi92@gmail.com