

واکنش عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های مقاومت به تنش در ارقام گندم نان و دوروم به تنش خشکی پس از گلدهی

هدایت اله کریم‌زاده سورشجانی^۱، یحیی امام^{۲*} و سعید موری^۳
۳۰۲۱ دانشجویان کارشناسی ارشد استاد و دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
(تاریخ دریافت: ۹۰/۳/۹ - تاریخ تصویب: ۹۰/۱۱/۱۹)

چکیده

عملکرد دانه گندم در اغلب مناطق زراعی ایران در نتیجه بروز تنش خشکی پس از گلدهی کاهش می‌یابد. به منظور بررسی اثر تنش خشکی آخر فصل بر ارقام گندم آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹ انجام شد. عامل اصلی رژیم آبی (آبیاری تا انتهای فصل رشد و قطع آبیاری در مرحله گلدهی) و عامل فرعی پانزده رقم مختلف گندم شامل ده رقم گندم نان و پنج رقم دوروم بود. نتایج نشان داد که تنش خشکی بعد از گلدهی باعث کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و شاخص برداشت می‌شود. بیشترین میزان عملکرد دانه در شرایط با و بدون تنش خشکی آخر فصل به ترتیب در ارقام مغان ۲ و شیرودی مشاهده شد. از بین شاخص‌های مقاومت به تنش سه شاخص میانگین بهره‌وری (MP)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) و شاخص تحمل تنش (STI) همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش نشان دادند و به نظر می‌رسد شاخص‌های مناسبی برای شناسایی ارقام گندم مقاوم به تنش خشکی آخر فصل باشند. در این آزمایش ارقام مغان ۲ و عدل پتانسیل عملکرد زیادتر و مقاومت نسبی بیشتری نسبت به تنش خشکی آخر فصل نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: قطع آبیاری، گندم، تنش خشکی آخر فصل

مقدمه

دارد تولید می‌شود (Royo et al., 2004). خشکی یکی از مهم‌ترین تهدیدهای جهانی برای تولید مواد غذایی است. در کشورهای در حال توسعه ۳۷ درصد از زمین‌های نیمه خشک که کمبود رطوبت در آنها اولین عامل محدود کننده است به کشت گندم اختصاص دارد (Dhanda & Sethi, 2002). بخش زیادی از اراضی زیر کشت گندم در ایران در مناطق خشک و نیمه خشک قرار گرفته است که در این مناطق، به علت کمبود منابع آب و در نتیجه بروز تنش برای گیاه، عملکرد گندم به شدت کاهش می‌یابد. درک تاثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه، گامی موثر در توسعه ارقامی با

گندم مهم‌ترین گیاه زراعی روی زمین است (Emam, 2007). مهم‌ترین گونه‌های زراعی گندم عبارتند از گندم نان (*Triticum aestivum* L.) که به عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی از لحاظ سطح زیر کشت و میزان تولید در جهان بوده و نقش مهمی را در تأمین نیاز غذایی جوامع بشری داشته است و گندم دوروم (*Triticum turgidum* var. *durum*) که به صورت متداولی در شرایط دیم در مناطق مدیترانه‌ای و دیگر مناطق نیمه خشک رشد می‌کند و فقط در ده درصد از کل اراضی جهان که به کشت گندم اختصاص

حساسیت به تنش^۵ (SSI) است، که Fischer & Maurer (1978) آن را پیشنهاد دادند. این محققین نشان دادند که ژنوتیپ‌هایی با SSI کمتر از واحد، به خشکی مقاوم‌تر هستند. بنابراین کاهش عملکرد آن‌ها در شرایط خشکی کمتر از کاهش عملکرد متوسط کل ژنوتیپ‌ها است. شاخص پایداری عملکرد^۶ (YSI) توسط Bouslama & Schapaugh (1984) ارائه شد. این شاخص عملکرد یک رقم در شرایط تنش را نسبت به عملکرد غیر تنش آن ارزیابی می‌کند و می‌تواند شاخص مناسبی برای شناسایی ارقام مقاوم به تنش باشد، بنابراین انتظار می‌رود ارقامی با YSI بالاتر عملکرد بالاتری در هر دو شرایط داشته باشند. شاخص عملکرد^۷ (YI) ارقام را فقط بر اساس عملکرد در شرایط تنش رتبه بندی می‌کند، بنابراین رقم‌های با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و عدم تنش را تشخیص نمی‌دهد (Gavuzzi et al., 1997).

این آزمایش با هدف تعیین اثر تنش خشکی آخر فصل بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم نان و دوروم و تعیین ارقام مقاوم به تنش خشکی با استفاده از شاخص‌های مقاومت به تنش صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های مقاومت به خشکی رقم‌های مختلف گندم نان و دوروم آزمایشی مزرعه‌ای در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در ۱۱ کیلومتری شمال شرقی شهر شیراز با طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۲۵ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۴۰ دقیقه و ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۹ انجام شد. میانگین بلند مدت ماهانه (بیست ساله) دما و بارندگی محل انجام آزمایش در شکل ۱ نشان داده شده است. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. در این آزمایش عامل اصلی رژیم آبی (آبیاری نرمال و قطع آبیاری در مرحله گلدهی) و عامل فرعی پانزده رقم

عملکرد بالا و پایدار می‌باشد (Garcia del Moral et al., 2003). تنش خشکی بر رشد و عملکرد گیاه از راه‌های گوناگون مانند کاهش توانایی‌های فتوسنتزی تاثیر منفی می‌گذارد (Moaydi et al., 2009). اجزای عملکرد گندم به نحو متفاوتی، بسته به مرحله فنولوژی گیاه که با تنش خشکی مواجه می‌شود، تحت تاثیر قرار می‌گیرد (Johnson & Kanemasu, 1982). Johnston & Fowler (1992) معتقدند که حساس‌ترین مرحله نمو گندم به تنش خشکی مرحله گل‌دهی (گرده‌افشانی) است. کمبود آب پس از گل‌دهی (گرده‌افشانی) احتمالاً از طریق آسیب رساندن به فرایند باروری دانه می‌تواند تعداد دانه در هر سنبله را کاهش دهد (Evans & Dunstone, 1970). تنش خشکی در مرحله سنبله‌دهی تا پر شدن دانه به دلیل کاهش تعداد دانه در هر سنبله و وزن هزار دانه موجب کاهش عملکرد گندم می‌گردد (Sterling & Nass, 1981). یکی از راه‌حل‌های این مشکل شناسایی و اصلاح ارقام زراعی با تحمل بیشتر به تنش خشکی است (Takeda & Matsouka, 2008; Passioura, 2006; Rebetzke et al., 2006).

برای شناسایی مقاومت و واکنش رقم‌ها به تنش بر اساس عملکرد دانه، شاخص‌های متفاوتی گزارش شده است. روزیل و هامبلین (Rossielle & Hamblin, 1981) شاخص تحمل^۱ (TOL) و شاخص میانگین بهره‌وری^۲ (MP) را پیشنهاد داده اند که مقادیر بالای TOL نشان دهنده حساسیت نسبی ژنوتیپ‌ها به تنش است. شاخص MP نیز به صورت متوسط جمع جبری عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش و بدون تنش تعریف می‌شود. Fernandez (1992) شاخص تحمل تنش^۳ (STI) را به عنوان معیاری برای گزینش ارقام تحمل‌کننده تنش خشکی پیشنهاد کرد. مقادیر بالای این شاخص نشان دهنده تحمل زیاد تنش و عملکرد بالقوه بالا است. شاخص دیگری که توسط Fernandez (1992) ارائه شد میانگین هندسی بهره‌وری^۴ (GMP) است، این شاخص در مقایسه با MP در تفکیک رقم‌ها از قدرت بالاتری برخوردار است. یکی دیگر از شاخص‌های انتخاب، شاخص

1. Tolerance
2. Mean Productivity
3. Stress Tolerance Index
4. Geometric Mean Productivity

5. Stress Susceptibility Index
6. Yield Stability Index
7. Yield Index

شاخص‌های مقاومت به تنش شامل شاخص تحمل (TOL)، شاخص میانگین بهره‌وری (MP)، شاخص تحمل تنش (STI)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، شاخص حساسیت به تنش (SSI)، شاخص پایداری عملکرد (YSI) و شاخص عملکرد (YI) از روابط زیر محاسبه شدند.

$$SSI = \frac{s - (Y_s / Y_p)}{1 - (\bar{Y}_s / \bar{Y}_p)} \quad (\text{Fischer \& Maurer, 1978})$$

$$YI = \frac{Y_s}{\bar{Y}_s} \quad (\text{Gavuzzi et al., 1997})$$

$$YSI = \frac{Y_s}{Y_p}$$

$$GMP = \sqrt{(Y_s \times Y_p)} \quad (\text{Fernandez, 1992})$$

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

$$STI = \frac{Y_s \times Y_p}{Y_p^2} \quad \text{و}$$

$$TOL = Y_p - Y_s \quad (\text{Rossielle \& Hamblin, 1981})$$

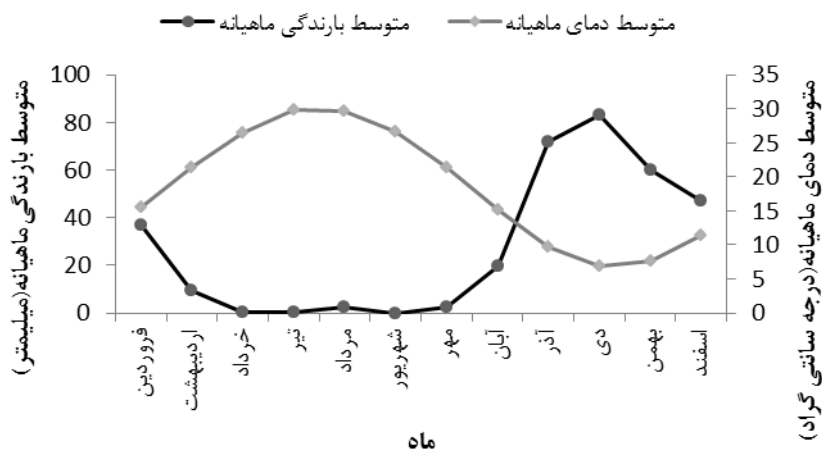
در روابط فوق Y_s عملکرد در شرایط تنش، Y_p عملکرد در شرایط عدم تنش، \bar{Y}_s میانگین عملکرد ارقام در شرایط تنش و \bar{Y}_p میانگین عملکرد ارقام در شرایط عدم تنش است. پس از محاسبه شاخص‌های فوق همبستگی بین مقادیر این شاخص‌ها و عملکرد دانه در شرایط با و بدون تنش خشکی محاسبه شد تا بهترین شاخص‌ها برای شناسایی و انتخاب ارقام مقاوم به تنش خشکی مشخص شوند. در مرحله بعدی برای مشخص شدن تغییرات داده‌های شاخص‌های مقاومت به تنش، از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی^۱ (PCA) با استفاده از ماتریس ضرایب همبستگی استفاده شد و در آخر نمودار بای‌پلات بر اساس دو مولفه اصلی ترسیم شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها و محاسبه همبستگی بین شاخص‌ها با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری SAS (Ver. 9.1)، مقایسات میانگین برهمکنش‌ها به روش برش‌دهی^۲ با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار^۳، مقایسات گروهی میانگین‌ها بین ارقام گندم نان و دوروم، در هر سطح آبیاری، با تعیین ضرایب اورتوگونال^۴ و با استفاده از روش مقایسات مستقل^۵ در سطح احتمال یک درصد و

مختلف گندم شامل ده رقم گندم نان (الوند، چمران، درخشان، شیراز، شیروودی، طبسی، عدل، مرودشت، مغان ۲ و مهدوی) و پنج رقم گندم دوروم (بهرنگ، سوراپلاتا، سیمره، کاپتی و یاواروس) بود. زمین محل آزمایش در تناوب گندم- آیش بود. عملیات تهیه بستر شامل شخم، دیسک، تسطیح و ایجاد خطوط با فاصله ۶۰ سانتی متر در مهر ماه انجام شد. هر یک از ارقام مختلف گندم روی چهار خط به فاصله ۳۰ سانتی متر و فاصله بذرها روی ردیف‌های کشت ۱ سانتی متر براساس تراکم ۳۲۵ بوته در متر مربع به صورت دستی در تاریخ ۱۵ آبان کشت شد، طول هر خط کشت دو متر در نظر گرفته شد. با توجه به نتایج آزمون خاک و مشخص شدن عدم احتیاج به عناصری از قبیل پتاسیم و فسفر تنها کود مورد استفاده کود نیتروژن به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره در دو نوبت پنجه‌زنی و گلدهی به مصرف رسید. دور آبیاری ۱۰ روزه به صورت سطحی با استفاده از سیفون اجرا شد، به این ترتیب که در تیمار آبیاری نرمال در صورت نیاز (بعضی مواقع به علت بارندگی آبیاری انجام نشد) هر ۱۰ روز یکبار تا انتهای فصل رشد آبیاری انجام شد و در تیمار دیگر آبیاری در صورت نیاز هر ۱۰ روز یکبار تا زمان گلدهی انجام شد و پس از آن آبیاری تا انتهای فصل رشد قطع شد. در محل اجرای آزمایش بعد از اعمال تیمار قطع آبیاری، بارندگی رخ نداد. برای مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ از علفکش 2,4-D به میزان یک لیتر در هکتار ماده تجاری در مرحله پنجه زنی استفاده شد، همچنین وجین دستی نیز در بهار طی دو مرحله انجام گرفت. برای مبارزه با سن گندم از سم دسیس به میزان ۰/۳ لیتر در هکتار ماده تجاری و برای مبارزه با زنگ زرد از سم آلتو به میزان نیم لیتر در هکتار ماده تجاری استفاده شد. در زمان رسیدگی محصول کل هر کرت برداشت شده و وزن شد، سپس از محصول هر یک از کرت‌ها یک نمونه شامل پنجاه ساقه بارور تهیه شد و پس از وزن کردن، به مدت ۲۴ ساعت در آن در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت تا رطوبت نمونه‌ها به صفر برسد. بعد از آن این نمونه‌ها خرمن کوبی شدند و عملکرد و اجزای عملکرد آن‌ها اندازه‌گیری شد. وزن هزار دانه پس از وزن کردن و شمارش بذرها موجود در نمونه و تقسیم کردن وزن بذر بر تعداد بذر به دست آمد.

1. Principal Components Analysis
2. Slicing
3. LSD
4. Orthogonal coefficients
5. Orthogonal

و نرم افزار Statgraphic انجام شد.

رسم نمودارها با استفاده از برنامه کامپیوتری Excel



شکل ۱- متوسط بلند مدت بارندگی و دمای مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز (محل انجام آزمایش)

در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری دارند و ارقام گندم نان دارای میانگین عملکرد بیولوژیک بیشتری نسبت به ارقام گندم دوروم هستند، در شرایط قطع آبیاری پس از گل‌دهی، تفاوت معنی‌داری بین عملکرد بیولوژیک ارقام گندم نان و دوروم مشاهده نشد (جدول ۳)، البته میانگین کاهش عملکرد بیولوژیک در اثر تنش خشکی آخر فصل در ارقام گندم نان بیشتر بود (جدول ۴) و از نظر عملکرد بیولوژیک ارقام گندم نان به تنش خشکی آخر فصل حساسیت بیشتری نشان دادند. در شرایط تنش خشکی پیری زودرس اندام‌های فتوسنتز کننده و همچنین کاهش فتوسنتز جاری گیاه باعث کاهش کل زیست توده تولیدی می‌گردد. Emam et al. (2006) و Mohammadi et al. (2006) نیز نتایج مشابهی مبنی بر کاهش عملکرد بیولوژیک در اثر تنش خشکی گزارش کردند.

تعداد سنبله در متر مربع

بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح مربوط به رقم چمران هم در آبیاری نرمال (۵۰/۳) و هم در قطع آبیاری پس از گل‌دهی (۵۲۰/۵) بود (جدول ۲). نتایج مقایسه گروهی میانگین‌ها بین ارقام گندم نان و دوروم نشان داد که هم در شرایط آبیاری نرمال و هم در شرایط قطع آبیاری پس از گل‌دهی این ارقام دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد داشتند و

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که رژیم آبیاری، ارقام گندم و برهمکنش رژیم آبیاری و ارقام گندم بر روی عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و شاخص برداشت اثر معنی‌دار دارند. همچنین ارقام گندم و برهمکنش رژیم آبیاری و ارقام گندم نیز بر تعداد سنبله در متر مربع اثر معنی‌داری داشتند (جدول ۱). با توجه به معنی‌دار شدن برهمکنش رژیم آبیاری و ارقام گندم، از مقایسه سطوح عامل‌های اصلی و فرعی خودداری شده و فقط برهمکنش‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

عملکرد بیولوژیک

در شرایط آبیاری نرمال بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک در رقم شیروودی (۱۹۷۵ گرم در متر مربع) بدست آمد که در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری با ارقام درخشان و مهدوی نشان نداد. در شرایط قطع آبیاری پس از گل‌دهی بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک را رقم چمران (۱۴۶۳ گرم در متر مربع) به خود اختصاص داد که تفاوت معنی‌داری با ارقام عدل، مهدوی، سیمره و یاواروس در سطح احتمال یک درصد نداشت (جدول ۲). مقایسه گروهی میانگین بین ارقام گندم نان و دوروم نشان داد که در شرایط آبیاری نرمال ارقام گندم نان و دوروم از نظر عملکرد بیولوژیک

ارقام گندم نان تعداد سنبله بیشتری در واحد سطح ارقام گندم نان نسبت به گندم دوروم است. دارند (جدول ۳)، که این امر نشان دهنده قدرت پنجه- در آزمایش حاضر به علت زمان وقوع تنش خشکی،

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت ارقام گندم نان و گندم دوروم در شرایط آبیاری نرمال و قطع آبیاری پس از گلدهی

میانگین مربعات						
منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه برداشت شاخص
تکرار	۳	۱۱۰۱۱۶/۷۲**	۴۳/۷۸ ^{ns}	۲۵/۶۴۴*	۶۳/۷۱۹**	۲۱۸۸۲/۱۴*
آبیاری	۱	۵۴۳۳۷۳۲/۰۹**	۲۰۰/۲۰ ^{ns}	۵۰۲۷/۱۹**	۳۰۹۰/۶۷**	۳۱۰۵۱۹۹/۶۱**
خطای a	۳	۲۰۰۶/۸۹	۱۳۱۱/۱۸	۱/۲۱۴	۰/۰۹۷	۸۹۳/۲۲
رقم	۱۴	۲۶۶۱۴/۰۰۵**	۲۵۲۹۲/۶۵**	۸۴۶/۵۹**	۱۶۳/۹۲**	۱۲۹۹۱۹/۵۴**
رقم×آبیاری	۱۴	۳۱۷۴۴/۵۵**	۸۵۰/۵۲*	۲۷۱/۷۲**	۷۱/۴۰**	۶۸۲۷۳/۸۵**
خطای b	۸۴	۳۷۷۹۸/۰	۴۴۴/۳۴	۵۹۳/۲۶	۱/۴۷۹	۱۲۷۹/۵۷
ضریب تغییرات		۱۵/۰۸	۷/۵۶	۵/۰۹	۱/۹۹	۳/۷۲

ns: عدم اختلاف معنی دار * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۲- برهمکنش ارقام گندم و شرایط آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت

آبیاری	ارقام گندم	عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع)	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	شاخص برداشت (%)
آبیاری نرمال	الوند	۱۶۸۲/۹abcd	۴۱۴ef	۶۱/۶a	۲۸i	۷۳۷/۷cd	۴۳/۹abcde
	چمران	۱۵۵۴/۵cde	۵۰۰a	۳۷/۶g	۳۲/۵g	۶۱۳/۴e	۳۹/۶de
	درخشان	۱۸۳۹/۲ab	۴۸۲ab	۶۰/۲b	۳۰/۸h	۸۹۴/۷a	۴۸/۸a
	شیراز	۱۶۹۲/۶bcd	۴۰۷f	۵۵/۵d	۳۶f	۸۱۰/۷b	۴۷/۸ab
	شیرودی	۱۹۷۵a	۴۳۸cde	۵۷c	۳۶f	۹۰۵/۵a	۴۵/۹abc
	طیسی	۱۴۶۹def	۴۴۶cd	۴۰/۶f	۳۱h	۵۶۳/۳e	۳۸/۳ef
	عدل	۱۵۵۳/۶cdef	۴۳۷cde	۴۲/۹e	۳۸de	۷۱۰/۲d	۴۵/۷abc
	مرودشت	۱۶۷۱۴bcd	۴۱۷def	۵۶d	۳۳g	۷۶۹/۱bc	۴۶abc
	مغان ۲	۱۶۱۱/۸bcde	۴۴۰cde	۴۳/۷e	۳۸/۳d	۷۳۶/۹cd	۴۵/۸abc
	مهدوی	۱۷۸۷/۶abc	۴۳۳def	۳۵/۳h	۴۹/۵a	۷۵۸/۹cd	۴۲/۵bcde
	بهرنگ	۱۳۶۳/۸efg	۳۶۲g	۳۴/۸h	۴۶/۳c	۵۸۱/۳e	۴۴/۴abcd
	سوراپلاتا	۱۲۳۴/۹fgh	۳۳۸g	۲۹/۵i	۳۶/۵ef	۳۶۲/۴g	۳۰/۲g
	سیمره	۱۰۳۰/۹hi	۴۶۴bc	۲۵/۳j	۳۵/۵f	۴۲۰/۲f	۴۰/۸cde
	کاپتی	۸۷۰/۸۳i	۲۹۸h	۱۷/۹l	۴۸ab	۲۵۶h	۳۰g
یاواروس	۱۱۸۵/۸gh	۳۴۹g	۲۳/۵k	۴۶/۵bc	۳۸۳/۵f	۳۲/۹f	
قطع آبیاری پس از گلدهی	الوند	۹۳۵/۶bcde	۳۹۴ef	۲۹/۴fg	۲۶/۳ef	۳۰۳/۶de	۳۰/۹abcd
	چمران	۱۴۶۳a	۵۲۰a	۳۵/۷d	۲۱/۵g	۴۰۱/۲a	۳۰cd
	درخشان	۸۳۶/۵def	۴۶۷b	۲۶/۸h	۲۱/۳gh	۲۵۹/۷efg	۳۱/۷bcd
	شیراز	۷۶۰ef	۴۳۰cd	۲۸/۹g	۲۱/۵g	۳۶۴/۶b	۳۵/۵ab
	شیرودی	۱۱۸۹b	۴۴۷bc	۴۰/۵b	۲۰/۵gh	۲۶۸/۶ef	۳۱/۱bcd
	طیسی	۱۱۶۳b	۴۶۴b	۲۹/۱g	۳۰/۸d	۴۱۷/۶a	۳۶/۴ab
	عدل	۱۲۰۱/۲ab	۴۲۱cde	۳۲/۵e	۳۱/۵d	۴۳۳a	۳۶ab
	مرودشت	۸۸۶/۲cde	۴۰۲de	۳۸/۲c	۱۹/۸h	۳۰۵/۲de	۳۴/۶abc
	مغان ۲	۱۱۸۷b	۴۱۵de	۴۲/۴a	۲۵/۵f	۴۵۰a	۳۷/۹a
	مهدوی	۱۲۴۵/۱ab	۴۰۲de	۳۱/۹e	۲۷/۳e	۳۴۸/۴cd	۲۸/۲d
	بهرنگ	۶۰۳/۹f	۳۳۳h	۱۷/۱k	۳۰/۸d	۱۷۵/۱hi	۲۹/۳cd
	سوراپلاتا	۱۱۶۴/۱b	۳۶۵fg	۱۷/۳l	۳۶/۸b	۱۴۹/۷i	۱۲/۹f
	سیمره	۱۲۱۰/۵ab	۴۷۵b	۲۱/۸j	۳۴/۸c	۳۶۱/۶c	۲۹/۷cd
	کاپتی	۱۰۳۵/۱bcd	۳۱۳h	۱۷/۶k	۴۱a	۲۲۵/۶fg	۲۲/۳e
یاواروس	۱۲۰۹/۸ab	۳۳۸gh	۲۵i	۲۵/۳f	۲۱۳/۶gh	۱۹/۹e	

در هر ستون تیمار آبیاری میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

زنی می‌باشد. سایر محققان نیز نتایج مشابهی مبنی بر عدم تاثیر تنش خشکی آخر فصل بر تعداد سنبله در

تعداد سنبله در واحد سطح تحت تاثیر قرار نگرفت و تفاوت موجود مربوط به اختلاف پتانسیل ارقام در پنجه

طول سنبله در این ارقام نسبت به ارقام گندم نان، تعداد دانه کمتری در هر سنبله وجود داشت (جدول ۲). نتایج مشابهی مبنی بر کاهش تعداد دانه در سنبله ناشی از تنش خشکی آخر فصل توسط محققان گزارش شده است (Garcia del moral et al., 2003; Pireivatlou et al., 2010). مرحله گل شکفتگی از حساس ترین مراحل زندگی گندم به تنش خشکی است در این زمان کمبود آب باعث عدم تلقیح و ناباروری گلچه‌ها در سنبله می‌گردد، همچنین 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 (Siani & Aspinall, 1981) و اختلال در فتوسنتز جاری و انتقال مواد ذخیره شده به دانه‌ها می‌گردد (Wang et al., 2001) که می‌تواند دلیلی برای کاهش دانه در سنبله‌ها باشد.

متر مربع گزارش کردند (Emam et al., 2006; Mary et al., 2001).

تعداد دانه در سنبله

در برهمکنش بین شرایط آبیاری و ارقام گندم در شرایط آبیاری نرمال بیشترین تعداد دانه در سنبله به میزان ۶۱/۶ در رقم الوند و در شرایط قطع آبیاری پس از گلدهی بیشترین تعداد دانه در سنبله در رقم مغان ۲ (۴۲/۴) مشاهده شد (جدول ۲). در مقایسه گروهی میانگین‌ها برای تعداد دانه در سنبله بین ارقام گندم نان و دوروم در سطح احتمال یک درصد هم در آبیاری نرمال و هم در قطع آبیاری پس از گلدهی اختلاف معنی‌دار مشاهده شد و ارقام گندم نان دارای تعداد دانه بیشتری در سنبله بودند (جدول ۳). ولی میانگین درصد کاهش تعداد دانه در سنبله در اثر قطع آبیاری پس از گلدهی در ارقام گندم نان بیشتر بود (جدول ۴). سنبله‌های ارقام دوروم هرچند دارای تراکم سنبلک بیشتری در واحد طول سنبله هستند ولی به علت کمتر بودن

جدول ۳- مقایسات گروهی میانگین عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت برای ارقام گندم نان و دوروم در سطوح مختلف آبیاری

آبیاری	ارقام گندم	عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع)	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	شاخص برداشت (%)
آبیاری نرمال	گندم نان	۱۶۸۳/۸a	۴۴۱/۳a	۴۹a	۳۵/۴b	۷۵۰a	۴۴/۴۹a
	گندم دوروم	۱۱۳۷/۲b	۳۶۲/۲b	۲۶/۲b	۴۲/۶a	۴۰۰/۶b	۳۵/۷b
قطع آبیاری پس از گلدهی	گندم نان	۱۰۹۱/۷a	۴۳۶/۴a	۳۲/۴a	۲۴/۶b	۳۵۵/۲a	۳۳/۲a
	گندم دوروم	۱۰۴۴/۷a	۳۶۴/۴b	۱۸/۵b	۳۳/۷a	۲۲۵/۱b	۲۲/۸b

در هر ستون تیمار آبیاری میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

وزن هزار دانه

بیشترین وزن هزار دانه به مقدار ۴۹/۵ گرم در رقم مهدوی و در آبیاری نرمال بدست آمد که در سطح یک درصد تفاوت آماری معنی‌داری با رقم کاپتی در آبیاری نرمال نداشت در شرایط قطع آبیاری پس از گلدهی بیشترین وزن هزار دانه در رقم کاپتی به مقدار ۴۱ گرم مشاهده شد (جدول ۲). نتایج مقایسه گروهی میانگین‌ها در مورد وزن هزار دانه نشان داد که در هر دو رژیم آبیاری ارقام دوروم دارای وزن هزار دانه بیشتری نسبت به ارقام گندم نان بودند (جدول ۳)، همچنین متوسط درصد کاهش وزن هزار دانه در اثر تنش خشکی آخر

فصل در ارقام گندم نان از ارقام گندم دوروم بیشتر بود (جدول ۴) که این موضوع نشان دهنده حساسیت بیشتر ارقام گندم نان به تنش خشکی آخر فصل از نظر وزن هزار دانه نسبت به ارقام گندم دوروم است. محققان زیادی کاهش وزن دانه در اثر تنش خشکی را گزارش کرده‌اند (Sio-Se Mardeh et al., 2006; Foulkes et al., 2004; Kirigwi et al., 2001; Marc et al., 1985). گزارش کردند که تنش خشکی بعد از گلدهی باعث کاهش تعداد سلول اندوسپرم دانه در قاعده و راس سنبله شده و در نهایت وزن دانه را کاهش می‌دهد. تنش خشکی پس از گلدهی به علت کوتاه تر شدن طول دوره

آب روزه‌ها را می‌بندد که این موضوع در نهایت باعث کاهش فتوسنتز جاری و کاهش مواد پرورده برای پر شدن دانه‌ها می‌شود که این امر نیز باعث کاهش وزن دانه می‌گردد.

پر شدن دانه و تشدید شدن تنش خشکی به علت 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 هدرروی بیش از حد

جدل ۴- درصد تغییر میانگین عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت ارقام گندم در اثر قطع آبیاری پس از گلدهی

ارقام گندم	عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع)	تعداد سنبله بارور در متر	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	شاخص برداشت (%)
الوند	-۴۱/۴	-۴/۷	-۵۲/۳	-۹/۵	-۵۸/۸	-۲۹/۶
چمران	-۵/۹	+۴/۰	-۵/۱	-۳۳/۶	-۳۴/۶	-۲۴/۱
درخشان	-۵۴/۵	-۳/۲	-۵۶/۶	-۳۰/۹	-۷۱/۰	-۳۵/۰
شیراز	-۵۵/۱	+۵/۹	-۴۸/۰	-۳۹/۴	-۶۶/۹	-۲۵/۸
شیروودی	-۳۹/۸	+۲/۱	-۲۹/۱	-۴۴/۱	-۵۹/۷	-۳۲/۳
طیسی	-۲۰/۸	+۴/۰	-۲۸/۳	-۰/۸	-۲۵/۸	-۵/۱
عدل	-۲۲/۷	-۳/۷	-۲۴/۲	-۱۶/۶	-۳۹/۰	-۲۱/۲
مرودشت	-۴۷/۰	-۳/۴	-۳۱/۸	-۴۰/۰	-۶۰/۳	-۲۴/۹
مرودشت	-۲۶/۴	-۵/۶	-۳/۱	-۳۳/۴	-۳۸/۹	-۱۷/۳
مهدوی	-۳۰/۳	-۷/۱	-۹/۸	-۴۵/۳	-۵۴/۱	-۳۳/۸
میانگین	-۳۴/۴	-۱/۲	-۲۸/۸	-۲۹/۴	-۵۰/۹	-۲۴/۹
بهرنگ	-۵۵/۷	-۸/۱	-۵۰/۸	-۳۳/۴	-۶۹/۹	-۳۴/۲
سوراپلاتا	-۵/۷	+۷/۹	-۶۱/۷	+۰/۴	-۵۸/۷	-۵۷/۳
سیمره	+۱۷/۴	+۲/۳	-۱۴/۰	-۲/۷	-۱۳/۹	-۲۷/۰
کاپتی	+۱۸/۹	+۴/۸	-۱/۵	-۱۴/۵	-۱۱/۹	-۲۵/۸
یاواروس	+۲/۰	-۳/۴	+۶/۱	-۴۵/۷	-۴۴/۳	-۳۹/۵
میانگین	-۴/۶	۰/۷	-۲۴/۴	-۱۹/۲	-۳۹/۷	-۳۶/۸

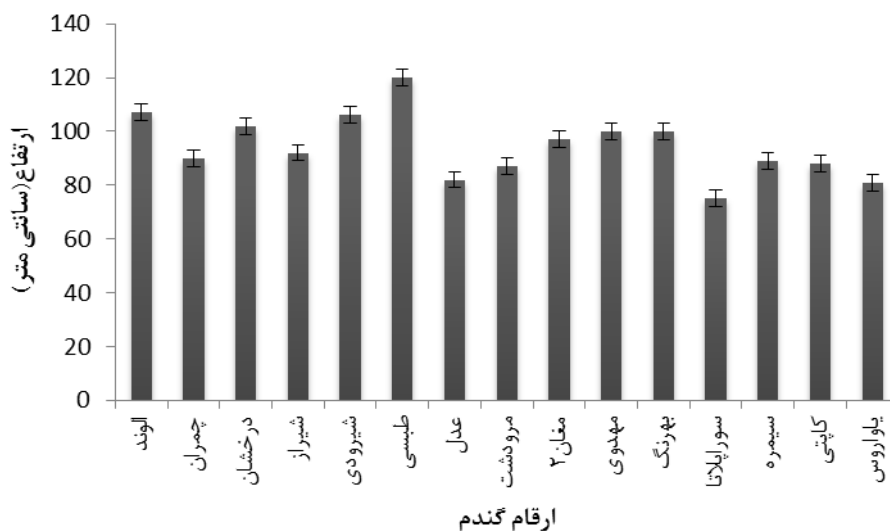
عملکرد دانه

(جدول ۴)، با این حال در دو شرایط متوسط عملکرد گندم‌های نان بیشتر از گندم‌های دوروم بود. ارقام گندم دوروم نسبت به ارقام گندم نان به علت زودرس‌تر بودن (ارقام گندم دوروم در این مطالعه به صورت میانگین یک هفته زودتر رسیدند) خسارت کمتری از تنش خشکی آخر فصل می‌بینند، البته باید متذکر شد که متوسط ارتفاع بوته در ارقام گندم نان مورد مطالعه بیشتر بود (شکل ۲) که این امر حساسیت به خوابیدگی را بیشتر می‌کند و باعث تشدید کاهش عملکرد در اثر تنش خشکی می‌شود. کاهش عملکرد دانه در اثر تنش خشکی آخر فصل در سایر پژوهش‌ها نیز گزارش شده است (Kirigwi et al., 2004; Rajala et al., 2004). Gonzalez et al. (2010) در مطالعه ای بر روی یازده رقم جو بیان کردند که تنش خشکی باعث کاهش هدایت روزه‌ای و فتوسنتز خالص شده و در نهایت عملکرد را کاهش می‌دهد. با توجه به تسریع پیری

در آبیاری نرمال، بیشترین میزان عملکرد دانه در رقم شیروودی و به مقدار ۹۰۵/۵ گرم در متر مربع مشاهده شد که در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری با رقم درخشان نشان نداد، همچنین در شرایط قطع آبیاری پس از گلدهی بیشترین میزان عملکرد دانه در رقم مغان ۲ به میزان ۴۵۰ گرم در متر مربع مشاهده شد که در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری با ارقام عدل، طیسی و چمران نشان نداد (جدول ۲). مقایسه گروهی بین میانگین‌های ارقام گندم نان و دوروم حاکی از تفاوت معنی‌دار بین این ارقام در سطح احتمال یک درصد در هر دو شرایط آبیاری بود (جدول ۳)، از نظر عملکرد دانه در این آزمایش ارقام گندم دوروم به تنش خشکی آخر فصل مقاوم‌تر بودند زیرا که متوسط درصد کاهش عملکرد دانه در ارقام دوروم (۳۹/۷٪) کمتر از ارقام گندم نان (۵۰/۹٪) بود

معنا که سهم کمتری از کل زیست توده تولیدی در این حالت به دانه‌ها اختصاص می‌یابد، حال با توجه به کاهش عملکرد بیولوژیک در اثر تنش خشکی، کاهش عملکرد دانه در اثر تنش خشکی طبیعی می‌باشد.

برگ‌ها، کاهش فتوسنتز جاری گیاه و کوتاه شدن مدت زمان مراحل نمو گیاه در اثر تنش خشکی، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه که از اجزای بسیار مهم عملکرد دانه می‌باشند کاهش می‌یابد، از طرفی در هنگام وقوع تنش خشکی شاخص برداشت نیز کاهش می‌یابد، بدین



شکل ۲- ارتفاع ارقام گندم نان و دوروم

کاهش شاخص برداشت ارقام گندم دوروم (۳۹/۵٪) در اثر تنش خشکی آخر فصل از ارقام گندم نان (۲۴/۹٪) بیشتر بود (جدول ۴). کاهش شاخص برداشت در اثر تنش خشکی آخر فصل توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Mohammadi et al., 2006; Foulkes et al., 2001; Foulkes et al., 2007; Sio-Se Mardeh et al., 2006). همان‌گونه که در بالا ذکر شد عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک (کل زیست توده تولیدی) در اثر تنش خشکی کاهش می‌یابند و با توجه به این موضوع که عملکرد دانه برای میانگین ارقام مورد مطالعه با شدت بیشتری (۵۰/۸٪) نسبت به عملکرد بیولوژیک (۲۸/۳٪) کاهش یافته، کاهش شاخص برداشت مشاهده شده است.

شاخص‌های مقاومت به خشکی

نتایج حاصل از تحلیل همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به خشکی با عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش (جدول ۵) نشان داد که شاخص‌های تحمل (TOL) و حساسیت به تنش (SSI) فقط همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد در شرایط عدم تنش خشکی دارند انتخاب ارقام بر اساس این دو شاخص، کاهش

شاخص برداشت

برهمکنش شرایط آبیاری و ارقام گندم حاکی از آن بود که در شرایط آبیاری نرمال رقم درخشان بیشترین شاخص برداشت را به خود اختصاص داد (۴۸/۸٪) که در سطح آماری یک درصد تفاوت معنی‌داری با ارقام الوند، شیراز، شیرودی، عدل، مرودشت، مغان ۲ و بهرننگ نشان نداشت، در شرایط قطع آبیاری پس از گلدهی بیشترین میزان شاخص برداشت در رقم مغان ۲ مشاهده شد که در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری با ارقام عدل، طبسی، شیراز و مرودشت نشان نداد، کمترین میزان شاخص برداشت در رقم سوراپلاتا در شرایط قطع آبیاری پس از گلدهی به مقدار ۱۲/۹٪ بدست آمد (جدول ۲). نتایج مقایسه گروهی میانگین‌ها بین ارقام گندم نان و دوروم برای شاخص برداشت نشان داد در هر دو شرایط آبیاری اختلاف بین این ارقام در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است و ارقام گندم نان دارای شاخص برداشت بیشتری هستند (جدول ۳). در این آزمایش مشخص شد از نظر شاخص برداشت ارقام گندم دوروم به خشکی آخر فصل حساسیت بیشتری دارند چون متوسط درصد

میانگین بهره‌وری (MP)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) و شاخص تحمل تنش (STI) دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار (سطح احتمال یک درصد) با عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش بودند، بنابراین این سه شاخص، بهترین شاخص‌ها برای شناسایی ارقام برتر هستند. نتایج ذکر شده با نتایج Sio-Se Mardeh et al. (2006) و Golabadi et al. (2006) مطابقت دارد.

عملکرد در شرایط عدم وقوع تنش را در پی خواهد داشت. شاخص عملکرد (YI) همبستگی بسیار معنی‌داری با عملکرد در شرایط وقوع تنش داشت و این شاخص ارقام را فقط بر اساس عملکرد در شرایط تنش گزینش می‌کند. شاخص پایداری عملکرد (YSI) همبستگی معکوس و معنی‌دار با عملکرد در شرایط عدم وقوع تنش داشت، این موضوع نشان دهنده آن است که انتخاب ارقام بر اساس این شاخص باعث کاهش عملکرد در شرایط عدم وقوع تنش می‌گردد. شاخص‌های

جدول ۵- ضرایب همبستگی شاخص‌های مقاومت به خشکی و عملکرد دانه در شرایط تنش وعدم تنش

YI	GMP	TOL	STI	MP	SSI	Yp	Ys	
							۰/۴۰۳ns	YP
						۰/۶۲۷**	-۰/۳۹۴ns	SSI
					۰/۳۴۹ns	۰/۹۴**	۰/۶۹۱**	MP
				۰/۹۶۳**	۰/۱۴۵ns	۰/۸۲۴**	۰/۸۳۴**	STI
			۰/۴۶۹ ns	۰/۶۶۹**	۰/۸۸۶**	۰/۸۸۲**	-۰/۰۷۵ns	TOL
		۰/۴۹۳ns	۰/۹۹۳**	۰/۹۷۶**	۰/۱۶۱ns	۰/۸۴۴**	۰/۸۲۹**	GMP
	۰/۸۲۹**	۰/۰۷۵ns	۰/۸۳۴**	۰/۶۹۱**	-۰/۳۹۳ns	۰/۴۰۳ ns	۱**	YI
۰/۳۹۴ns	-۰/۱۶ns	-۰/۸۸۶**	-۰/۱۴۳ns	-۰/۳۴۷ns	-۱**	-۰/۶۲۶*	۰/۳۹۵ns	YSI

ns: غیر معنی‌دار. *, **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

در این بررسی مولفه اول همبستگی مثبت و معنی‌داری با شاخص‌های Yp, MP, STI و GMP داشت، به همین دلیل این مولفه به عنوان عملکرد بالقوه و تحمل به خشکی نامگذاری شد، مقادیر بالای این مولفه مطلوب است. مولفه دوم همبستگی منفی و معنی‌دار با SSI و TOL و همبستگی مثبت و معنی‌دار با YI و Ys داشت،

بنابراین به‌عنوان مولفه حساسیت به تنش نامگذاری شد، مقادیر پایین این مولفه مطلوب است. بردارهای ویژه مولفه‌های اول و دوم به صورت زیر است.

ماتریسی که ردیف‌های آن ارقام گندم و ستون‌های آن شاخص‌های مقاومت به خشکی بود (جدول ۶) به عنوان داده برای تجزیه به مولفه‌های اصلی با استفاده از ماتریس همبستگی استفاده شدند تجزیه داده‌های بدست آمده نشان داد (جدول ۷) که بیشترین تغییرات بین داده‌ها توسط دو مولفه بیان می‌شود (۹۸/۶). استفاده از این دو مولفه و چشم‌پوشی از سایر مولفه‌ها تنها موجب از دست رفتن بخش بسیار ناچیزی از تغییرات شده و تفسیر نتایج بر اساس دو مولفه اول و دوم دارای کارایی بالایی می‌باشد، بنابراین با استفاده از دو مولفه اول نمودار بای‌پلات ترسیم شد.

$$PC1 = 0.29Ys + 0.40Yp + 0.16SSI + 0.43MP + 0.41STI + 0.29TOL + 0.41GMP + 0.29YI + 0.16YSI$$

$$PC2 = -0.39Ys + 0.17Yp + 0.49SSI - 0.01MP - 0.13STI + 0.39TOL - 0.12GMP - 0.39YI - 0.49YSI$$

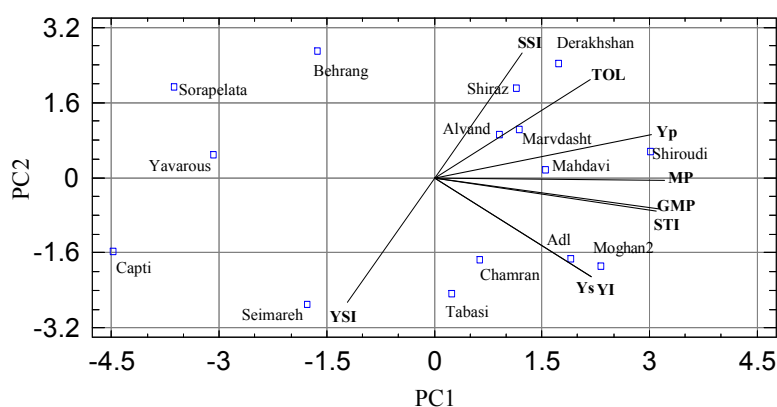
جدول ۶- شاخص‌های مقاومت به خشکی و عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش خشکی در گندم

ارقام گندم	Ys (g/m ²)	Yp (g/m ²)	MP (g/m ²)	GMP (g/m ²)	TOL (g/m ²)	SSI	STI	YI	YSI
الوند	۳۰۳/۵۷	۷۳۷/۶۹	۵۲۰/۶۳	۴۷۳/۲۳	۴۳۴/۱۱	۱/۱۶	۰/۵۶	۰/۹۷	۰/۴۱
چمران	۴۰۱/۱۸	۶۱۳/۳۵	۵۰۷/۲۷	۴۹۶/۰۵	۲۱۲/۱۷	۰/۶۸	۰/۶۱	۱/۲۹	۰/۶۵
درخشان	۲۵۹/۶۹	۸۹۴/۷۱	۵۷۷/۲۰	۴۸۲/۰۲	۶۳۵/۰۲	۱/۴۰	۰/۵۸	۰/۸۳	۰/۳۹
شیراز	۲۶۸/۶۳	۸۱۰/۷۴	۵۳۹/۶۸	۴۶۶/۶۸	۵۴۲/۱۱	۱/۳۲	۰/۵۴	۰/۸۶	۰/۳۳
شیرودی	۳۶۴/۶۴	۹۰۵/۵۴	۶۳۵/۰۹	۵۷۴/۶۲	۵۴۰/۹۱	۱/۱۸	۰/۸۲	۱/۱۷	۰/۴۰
طیسی	۴۱۷/۶۳	۵۶۳/۱۲	۴۹۰/۴۱	۴۸۴/۹۸	۱۴۵/۵۷	۰/۵۱	۰/۵۹	۱/۳۴	۰/۷۴
عدل	۴۳۳/۰۸	۷۱۰/۲۳	۵۷۱/۶۵	۵۵۴/۶۰	۲۷۷/۱۵	۰/۷۷	۰/۷۷	۱/۳۹	۰/۶۱
مروذشت	۳۰۵/۲۰	۷۶۹/۱۴	۵۳۷/۱۷	۴۸۴/۵۰	۴۶۳/۹۴	۱/۱۹	۰/۵۸	۰/۹۸	۰/۴۰
مغان ۲	۴۵۰/۰۵	۷۳۶/۹۱	۵۹۳/۴۸	۵۷۵/۸۸	۲۸۶/۸۶	۰/۷۷	۰/۸۳	۱/۴۴	۰/۶۱
مهدوی	۳۴۸/۴۰	۷۵۸/۹۰	۵۵۳/۶۵	۵۱۴/۲۰	۴۱۰/۵۰	۱/۰۷	۰/۶۶	۱/۱۲	۰/۴۶
بهرنگ	۱۷۵/۱۴	۵۸۱/۱۷	۳۷۸/۱۵	۳۱۹/۰۳	۴۰۶/۰۳	۱/۳۸	۰/۲۵	۰/۵۶	۰/۳۰
سوراپلاتا	۱۴۹/۷۴	۳۶۲/۳۷	۲۵۶/۰۶	۲۳۲/۹۴	۲۱۲/۶۳	۱/۱۶	۰/۱۴	۰/۴۸	۰/۴۱
سیمره	۳۶۱/۶۴	۴۲۰/۱۷	۳۹۰/۹۰	۳۸۹/۸۰	۵۸/۵۳	۰/۲۷	۰/۳۸	۱/۱۶	۰/۸۶
کاپتی	۲۲۵/۵۶	۲۵۶/۰۰	۲۴۰/۷۸	۲۴۰/۳۰	۳۰/۴۴	۰/۲۳	۰/۱۴	۰/۷۲	۰/۸۸
یاواروس	۲۱۳/۵۸	۳۸۳/۴۷	۲۹۸/۵۲	۲۸۶/۱۸	۱۶۹/۸۹	۰/۸۷	۰/۲۰	۰/۶۸	۰/۵۶

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری با هم ندارند

جدول ۷- تجزیه به مولفه‌های اصلی برای شاخص‌های مقاومت به تنش خشکی در گندم

مولفه	مقادیر ویژه	درصد واریانس	درصد تجمعی واریانس
PC1	۵/۴۲	۶۰/۳	۶۰/۳
PC2	۳/۴۵	۳۸/۳	۹۸/۶
PC3	۰/۱	۱/۱	۹۹/۸
PC4	۰/۰۱۳	۰/۱۵	۹۹/۹
PC5	۰/۰۰۰۶	۰/۰۱	۱۰۰



شکل ۴- نمایش گرافیکی بای‌پلات ارقام گندم مورد مطالعه در شاخص‌های مقاومت بر اساس اولین و دومین مولفه اصلی

راست و پایین) قرار دارند ارقامی با پتانسیل عملکرد بالا و حساسیت پایین نسبت به تنش خشکی آخر فصل هستند و کشت آن‌ها در شرایط با و بدون تنش خشکی آخر فصل توصیه می‌شود. ارقام شیرودی، مهدوی،

با توجه به رابطه مولفه‌ها و شاخص‌های مورد بررسی، مقادیر بالاتر مولفه اول و مقادیر پایین مولفه دوم مدنظر می‌باشد، بنابراین، ارقام مغان ۲، عدل، چمران و طیسی که در ناحیه چهارم نمودار بای‌پلات (سمت

می‌توان از آنها در برنامه‌های اصلاحی برای افزایش مقاومت به خشکی استفاده کرد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش به نظر می‌رسد که، در شرایط مذکور کشت ارقام گندم نان نسبت به کشت ارقام گندم دوروم برتری دارد، چراکه در شرایط با و بدون تنش خشکی میزان عملکرد دانه بیشتری دارند. همچنین ارقام مغان ۲، عدل، چمران و طبسی ارقامی با پتانسیل عملکرد بالا و حساسیت پایین نسبت به تنش خشکی آخر فصل هستند و کشت آنها در شرایط با و بدون تنش خشکی آخر فصل توصیه می‌شود.

مروذشت، الوند، شیراز و درخشان که در ناحیه سوم نمودار بای‌پلات (سمت راست و بالا) قرار دارند ارقامی با پتانسیل عملکرد بالا و حساس به تنش خشکی آخر فصل هستند و کشت آنها در صورتی که از عدم وقوع تنش خشکی آخر فصل اطمینان باشد توصیه می‌گردد. ارقام به‌رنگ، یواروس و سوراپلاتا که در ناحیه دوم نمودار بای‌پلات (سمت چپ و بالا) قرار دارند ارقامی با پتانسیل عملکرد پایین و حساسیت بالا نسبت به تنش خشکی هستند و کشت آنها توصیه نمی‌شود. ارقام کاپتی و سیمره که در ناحیه اول نمودار بای‌پلات (سمت چپ و پایین) قرار دارند، ارقامی با پتانسیل عملکرد پایین و حساسیت کم به تنش خشکی آخر فصل هستند

REFERENCES

1. Bouslama, M., & W. T. Schapaugh. (1984). Stress tolerance in soybean. I: Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Sci*, 24, 933-937.
2. Dhanda S. S. & G. S. Sethi. (2002). Tolerance to drought stress among selected Indian wheat cultivars. *J. Agric. Sci*, 139; 319-326.
3. Emam, Y. (2007). *Cereal Production*. Shiraz University Press. Third edition. 190 pages. (In Farsi).
4. Emam, Y., A. Ranjbari & M J Bahrani. (2006). Evaluation of yield and yield components in wheat cultivars under post-anthesis drought stress. *J. Agric. Sci. Tech. Nat. Res.* 11, 317 - 328. (In Farsi).
5. Evans, L. T. & R. L. Dunstone. (1970). Some physiological aspects of evolution in wheat. *Aust. J. Biol. Sci.* 23, 725-741.
6. Fernandez, G. C. J. (1992). *Effective selection criteria for assessing stress tolerance*. pp. 257-270. In: 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.
7. Fischer, R. A., & R. Maurer. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. I: grain yield response. *Aust. J. Agric. Res.* 29, 897- 912.
8. Foulkes M. J., R. Sylvester-Bradley, R. Weightman & J.W. Snape. (2007). Identifying physiological traits associated with improved drought resistance in winter wheat. *Field Crops Res*, 103,11-24.
9. Foulkes, M. J., R. K. Scott & R. Syvester-Bradley. (2001). The ability of wheat cultivars to withstand drought in UK conditions: resource capture. *J. Agric. Sci*, 137,1-16.
10. 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 J*, 26, 233-252.
11. 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. J*, 95, 266-274.
12. Gavuzzi, P., F. Rizza, , M. Palumbo, R. G. Campaline, G. L. Ricciardi, & B. Borghi. (1997). Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. *Can. J. Plant Sci*, 77, 523- 531.
13. Golabadi, M., A. Arzani, & S. A. M. Mirmohamadi maibody. (2006). Assessment of drought tolerance in segregation population in durum wheat. *Afric. J. Agric. Res*, 1, 162-171.
14. Gonzalez, A., V. Bermjo & B. S. Gimeno. (2010). Effect of different physiological traits on grain yield in barley grown under irrigated and terminal water deficit conditions. *J. Agric. Sci*, 148, 319-328.
15. Johnson, R. C. & E.T. Kanemasu. (1982). The influence of water availability on winter wheat yields. *Can. J. Plant Sci*, 62, 831-833.
16. Johnston, A. M. & D.E. Fowler. (1992). Response of no-till winter wheat to nitrogen fertilization and drought stress. *Can. J. Plant Sci*, 72, 1075-1089.
17. Kirigwi, F. M., van M. Ginkel, R. Trethowan, R.G. Sears, S. Rajaram, & G.M. Paulsen. (2004). Evaluation of selection strategies for wheat adaptation across water regimes. *Euphytica*. 135: 361-371.
18. Marc, E. N., M. G. Roslyn & M. J. Dalling. (1985). Effect of post-anthesis drought on cell division and starch accumulation in developing wheat grains. *Ann. Bot.* 55, 433-444.

19. Mary, J. G., C. S. Jeffrey, O. B. Katherine & S. Edward. (2001). Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit. *Crop Sci*, 41,327-335.
20. Moayedi, A. A., A. Nasrulhaq Boyce & S. S. Barakbah. (2009). Influence of water deficit during different growth and developmental stages on the contribution of stored pre-anthesis assimilates to grain in selected durum and bread wheat genotypes. *Aust. J. Basic Appl. Sci*, 3(4), 4408-4415.
21. Mohammadi, A., A. Majidi, R. Bihamta & H. Heidari Sharifabad. (2006). Evaluation of drought stress on agro - morphological characteristics in some wheat cultivars. *Pajouhesh & Sazandegi*. 73: 184-192.(In Farsi).
22. Passioura, J. B. (2006). Increasing crop productivity when water is scarce – from breeding to field management. *Agric. Water Manage*, 80, 176–196.
23. Pireivatlou, A. S., B. Dehdar Masjedlou & T. A. Ramiz. (2010). Evaluation of yield potential and stress adaptive trait in wheat genotypes under post anthesis drought stress conditions. *Afric. J. Agric. Res*, 5, 2829-2836.
24. Rajala, A., K. Hakala, P. M. Kela, S. Muurinen & P. Peltonen-Sainio. (2009). Spring wheat response to timing of water deficit through sink and grain filling capacity. *Field Crops Res*. 114: 263–271.
25. Rebetzke, G.J., Richards, R.A., Condon, A.G., & G.D. Farquhar. (2006). Inheritance of carbon isotope discrimination in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Euphytica*. 14: 324-341.
26. Rossielle, A., & A. J. Hamblin. (1981). Theoretical aspects of selection for stress and non-stress environment. *Crop Sci*. 21, 1441- 1446.
27. Royo, C., N. Aparicio, R. Blanco & D. Villegas. (2004). Leaf and green area development of durum wheat genotypes grown under Mediterranean conditions. *Eur. J. Agron*, 20, 419–430.
28. Siani, H. S. & D. Aspinall. (1981). Effects of water deficit on sporogenesis in wheat. *Ann. Bot*. 43: 623-633.
29. Sio-Se Mardeh, A., A. Ahmadi, K. Poustini & V. Mohammadi. (2006). Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. *Field Crops Res*. 98: 222–229.
30. Sterling, J. D. E. & H. G. Nass. (1981). Comparison of tests characterizing varieties of barley and wheat for moisture resistance. *Can. J. Plant Sci*, 61: 283-292.
31. Takeda, S. & Matsuoka, M. (2008). Genetic approaches to crop improvement: responding to environmental and population change. *Nature*. 9, 444-457.
32. Wang, Z. M., A. L. Wei, & D. M. Zheng. (2001). Photosynthetic characteristic of non leaf organs of winter wheat cultivar differing in ear type and their relationship with grain mass per ear. *Photosynthetica*, 39, 239-244.