یافته های نوین کشاورزی
سال سوم- شماره۱- پاییز ۱۳۸۷

ارزیابی تحمل به خشکی ارقام و لاین های مختلف گندم نان با استفاده از شاخص های تحمل به تنش خشکی

محمد حطیم *، فارغ التحصیل کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک
مجید مجیدیان، عضو هیات علمی دانشگاه گیلان
تقی بابایی، عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی پایان فصل بر عملکرد، اجزای عملکرد و انتقال مجدد مواد در هشت رقم و لاین گندم نان و همچنین تشخیص رقم ها و لاین های متحمل و حساس به خشکی، دو آزمایش مجزا در قالب طرح بلو ک های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ اجرا شد. در آزمایش اول شرایط تنش خشکی اعمال شد که قطع آبیاری در مرحله بعد از گرده افشانی بود، اما در آزمایش دوم تا آخر فصل رشد، آبیاری به صورت معمول منطقه انجام گرفت. صفت هایی از قبیل عملکرد دانه، وزن دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، انتقال مجدد مواد پرورده ذخیره شده قبل از گلدهی، میزان مواد پرورده انتقال یافته از پدانکل و ارتفاع بوته اندازه گیری شد. عکس العمل ارقام و لاین های مختلف گندم در دو آزمایش متفاوت بود. تنش خشکی موجب کاهش عملکرد دانه و وزن هزار دانه شد. نتایج این آزمایش نشان داد لاین های C-84-4 و C-82-12 مقاوم ترین لاین ها در دو شرایط بهینه و تنش و لاین C-78-14 و رقم شهریار دارای عملکرد خوب در شرایط بهینه و لاین های C-81-14 وC-83-7 عملکرد خوب در شرایط تنش دارند. همچنین شش شاخص شامل میانگین هارمونیک، شاخص تحمل تنش، شاخص تحمل، شاخص بهره وری متوسط، شاخص حساسیت به تنش و میانگین هندسی بهره وری مورد ارزیابی قرار گرفت.این شاخص ها همبستگی بالایی با عملکرد دانه و شاخص برداشت تحت شرایط آبیاری بهینه و تنش نشان دادند. با توجه به رابطه و همبستگی بین شاخص های مقاومت به خشکی شاخص های حساسیت به تنش، میانگین هندسی بهره وری و شاخص تحمل تنش مناسب ترین شاخص ها در هر دو شرایط بودند.

واژه های کلیدی: تنش خشکی، شاخص های ارزیابی تنش، عملکرد، گندم

---

* نویسنده رابط: Email: mohammad.hatim@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله:۸۸/۱۲/۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۶/۱۱

مقدمه

عملکرد گیاهان زراعی تحت تأثیر ساختار ژنتیکی گیاه، شرایط محیطی و برهم کنش آن‌ها می‌باشد. اگرچه همه تنش‌های زنده و غیر زنده از عوامل مهم کاهش تولید محسوب می شوند (۱۲). ولی تنش خشکی مهم‌ترین عامل محدود کننده تولید محصولات در سیستم‌های کشاورزی در این مناطق خشک و نیمه خشک به حساب می‌آید (۱۱). بخش عمده اراضی کشور ایران از نظر اقلیمی از مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می شود. در چنین مناطقی وقوع تنش خشکی در مراحل زایشی که بقای گیاه به آن وابسته است امری اجتناب ناپذیر است و عدم بارش و توزیع نامناسب بارندگی علل محدود کننده عملکرد غلات زمستانه به شمار می رود. یافتن رقم ها و لاین هایی که در شرایط بدون تنش و تنش خشکی از عملکرد مطلوبی برخوردار باشند، به علت معنی دار بودن بر هم کنش موجود میان ژنوتیپ و محیط امر پیچیده ای به نظر می رسد (۹، ۱۵ و ۱٦). محققین روش های بسیار مختلفی را برای ارزیابی ژنوتیپ ها در شرایط خشکی پیشنهاد کرده اند که می توان به گزینش بر اساس عملکرد بالقوه ژنوتیپها، گزینش بر اساس معیارهای پایداری، گزینش بر اساس تلفیقی از عملکرد و صفت هایی که با عملکرد همبستگی نشان می دهد و استفاده از عملکرد حاصل از هر دو شرایط فاقد و واجد تنش اشاره نمود (۱٦). ارزیابی عملکرد گیاه، مهم ترین شاخص برای شناسایی ارقام سازگار به محیط دارای تنش است. انتخاب بر اساس عملکرد ژنوتیپ ها در هر دو شرایط تنش و بدون تنش باعث انتخاب ژنوتیپ های دارای عملکرد بالا می گردد. چون انتخاب در شرایط بدون تنش به دلیل بالا بودن وراثت پذیری عملکرد حداکثر است ولی تنش خشکی در مرحله گرده افشانی، وزن دانه، پروتئین و تعداد دانه در سنبله را کاهش می دهد و این پدیده نشان دهنده این است که گندم به تنش خشکی در مرحله بعد از گرده افشانی حساس است (۱٦).

بررسی های انجام گرفته در محیط های کم آب و با آب کافی نشان داد که میزان حساسیت ارقام گندم به خشکی متفاوت بوده و این حساسیت بستگی به شدت تنش خشکی محیط دارد (۱۸). فرناندز (۱۹۹۲) ژنوتیپ ها را بر اساس عملکرد در شرایط محیطی تنش و بدون تنش به چهار گروه A (عملکرد بالا در هر دو محیط)، گروه B (عملکرد خوب صرفاً در شرایط بدون تنش)، گروه C (عملکرد خوب صرفاً در شرایط تنش دار) و گروه D (عملکرد ضعیف در هر دو محیط)، تقسیم کرد. به نظر فرناندز (۱۹۹۲) بهترین معیار آن است که بتواند گروه A را از سایر گروه ها تشخیص دهد. زیرا پایداری در عملکرد ژنوتیپ های مربوط به این گروه بیشتر است.

نتایج مطالعات قبلی نشان می دهد گزینش بر اساس شاخص های TOL و SSI سبب هدایت برنامه تحقیقات به سوی انتخاب ژنوتیپ های با عملکرد پایین می شود. ولی انتخاب بر اساس میانگین عملکرد (MP) سبب گزینش ژنوتیپ های با عملکرد بالا می گردد. شاخص هایTOL و SSI قادر به تفکیک

ژنوتیپ های گروه A از C و شاخص MP قادر به تفکیک بـه گـروه A از B نمـی باشـند (۲۱). سـیال و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی تأثیر تنش حرارت بالا بیش از ۳۵ درجه سانتی گراد در مرحلـه دانـه بنـدی بـر خصوصیات کیفی و کمی ارقام گندم، با اشاره به کاهش وزن هزار دانه و عملکرد دانه در اثـر کـاهش دوره پر شدن دانه در شرایط تنش، افزایش ٤ واحدی پروتئین دانه در شرایط تنش به علـت کـاهش وزن دانـه را گزارش کرده اند. پترسون و همکاران (۱۹۹۵) با اشاره به تفاوت واکنش ارقام مختلف گندم به وقوع تـنش، اعلام کردند که تنش دمای بالای بیش از ۳۲ درجه سانتی گراد در زمان پر شدن دانه بر کیفیت نانوایی تاثیر منفی شدیدی دارد. گودینگ و همکاران (۲۰۰۳) در آزمایش شدت و زمان اعمال تـنش خـشکی در گنـدم گزارش دادند که تنش خشکی با کوتاه کردن دوره پر شدن دانه باعث کاهش عملکرد دانه، وزن هزار دانه و وزن هکتولیتر شده و بیشترین تأثیر آن نیز در دوره پر شدن دانـه، بـین روزهـای اول تـا چهـاردهم بعـد از گرده افشانی می باشد. پی‌یری و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که تنش آبی در مرحله پر شدن دانه در ۹ ژنوتیپ گندم نان، باعث کاهش عملکرد، وزن هزار دانه و ضخامت دانه آنها شـد. ایـن تحقیـق بـه منظـور بررسی تنش خشکی آخر فصل بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی خـصوصیت هـای زراعـی تعـدادی از ارقام و لاین های گندم نان و کارایی شاخص های تحمل به تنش خشکی و همچنین یـافتن ژنوتیـپ هـای گندم متحمل به تنش خشکی در استان مرکزی و شهرستان اراک انجام شد.

مواد و روش ها

این تحقیق درسال زراعی۸۸- ۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان اراک به مورد اجرا در آمد. این ایستگاه با ارتفاع ۱۷۵۹ متر از سطح دریا در بین ۳۳ درجه و ٤٥ دقیقه عرض شمالی و ٤٨ درجه و ٥٧ دقیقه طول شرقی قرار دارد. در این بررسی ۸ ژنوتیپ گندم نان در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار و در دو شرایط بدون تنش خشکی و قطع آبیاری بعد از مرحله گرده افشانی در دو آزمایش جدا مورد بررسی قرار گرفتند. هر کرت آزمایشی شامل دو پشته به عرض٦٢/٥ سانتی متر و به طول شش متر بود و در روی هر پشته سه ردیف کشت شد. برداشت پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت و حذف حاشیه کنار هر کرت در سطح شش متر مربع انجام گرفت. کود مورد نیاز بر اساس آزمون خاک محل آزمایش مصرف شد. از زمان کاشت تا برداشت کلیه مراقبت های زراعی لازم به عمل آمد.

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

عمق نمونه برداری(cm)	بافت خاک	pH	هدایت الکتریکی (mμ/cm)	مواد خنثی شونده(درصد)	کربن آلی (درصد)	فسفر (mg/kg)	پتاسم (mg/kg)	نیتروژن (درصد)
۰تا۳۰	لومی رسی	۸/۱	۱/۱	۲۰	۰/۵۵	۱۰	۲۲۰	٪٦

آبیاری بر اساس تیمارهای آبیاری شامل: کشت در شرایط بدون تنش خشکی (پنج مرحله آبیاری در طول دوره رویش) و قطع آبیاری بعد از مرحله گرده افشانی (سه مرحله آبیاری تا قبل از مرحله گرده افشانی انجام شد و تا پایان فصل، آبیاری قطع شد) انجام شد. در این آزمایش انتقال مجدد مواد پرورده، میزان مواد پرورده قبل از مرحله گرده افشانی ذخیره شده، میزان مواد پرورده انتقال یافته از پدانکل، ارتفاع بوته، طول و عرض برگ پرچم، تراکم سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله، وزن پدانکل، عملکرد دانه، شاخص برداشت محاسبه شد. به منظور محاسبه انتقال مجدد مواد پرورده ذخیره شده در اندام ها به دانه نمونه گیری طی دو مرحله انجام گرفت. یکی در مرحله ۵۰ درصد گل دهی و دیگری در مرحله رسیدگی کامل ودر زمان برداشت (۲). برای نمونه گیری از هر رقم ۲۰ بوته کامل، شامل ساقه، برگ و سنبله از ۵ مکان تصادفی روی دو پشته صورت گرفت که بعد از انتقال به آزمایشگاه اندام های هوایی هر یک از رقم ها به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس در آون خشک شدند و سپس اندام های هوایی ساقه، برگ، پدانکل، پرچم برگ و سنبله از یکدیگر جدا شد. میزان مواد پرورده قبل از گل دهی ذخیره شده (PAPCG[1]) برابر است با (۲):

$$PAPCG = [BWA - (BWM - KWS)] / KWS \times 100$$

BWA[2]= وزن کل ماده خشک در زمان گلدهی

BWM[3]= وزن کل ماده خشک در زمان رسیدگی

KWS[4]= وزن دانه در سنبله

میزان مواد پرورده انتقال یافته از پدانکل (PTRR[5]) برابر است با (۲).

$$PTRR = [(PWA - PWM) / (BWA - (BWM - KWS))] \times 100$$

PWA[6] = وزن پدانکل در مرحله گلدهی

PWM[7] = وزن پدانکل در مرحله رسیدگی

داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزارهای آماری SAS و SPSS مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفتند و همچنین مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن صورت گرفت.

1- Pre-Anthesis Photo Assimilate Cotribution to Grain
2- Biomass Weight Anthesis
3- Biomass Weight Maturity
4- Kernel Weight Spicale
5- Peduncle to Total Retranslocation Ratio
6- Peduncle Weight Anthesis
7- Peduncle Weight Maturity

به منظور برآورد شاخص های تحمل و حساسیت به خشکی از عملکرد ژنوتیپ ها در هر یک از شرایط قطع آبیاری (YS) به صورت جداگانه با عملکرد ژنوتیپ ها در شرایط بدون تنش خشکی (YP) استفاده شد (۱۳، ۱٤ و۲۱). بدین ترتیب ژنوتیب های متحمل و حساس برای شرایط مختلف آبیاری مورد ارزیابی قرار گرفتند.

فیشر و مورر (۱۹۷۸) شاخص حساسیت به تنش را پیشنهاد دادند که به شرح زیر محاسبه می‌شود:

شاخص حساسیت به تنش(SSI[1])

$$SI = 1 - \left(\frac{\overline{YP}}{\overline{YS}} \right)$$

$$SSI = \frac{1 - \left(\frac{YP}{YS} \right)}{SI}$$

در این فرمول SI[2] شدت تنش می‌باشد.

هر چه مقدار عددی شاخص حساسیت به تنش، کوچک تر باشد حساسیت به تنش کمتر و تحمل نسبی به تنش بیشتر است. و بین SSI و YP همبستگی مثبتی وجود دارد. $\overline{YS}$, $\overline{YP}$ به ترتیب عملکرد متوسط در شرایط بهینه و تنش خشکی می باشد (۱٤).

شاخص تحمل (Tol[3]) و شاخص بهره‌وری متوسط (MP[4])

شاخص تحمل به تنش (Tol) را به عنوان تفاوت بین عملکرد در شرایط تنش (YS) و بدون تنش (YP) و میانگین بهره‌وری (MP) را به عنوان عملکرد متوسط در دو محیط تنش و بدون تنش تعریف نمودند که طریقه محاسبه آن ها به شرح زیر است (۲۱):

$$Tol = YP - YS$$

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

مقادیر بالای شاخص تحمل، نشان دهنده حساسیت بیشتر ژنوتیپ‌ها به تنش خشکی است. بنابراین برای گزینش ژنوتیپ‌های مطلوب، پایین‌تر بودن مقدار شاخص تحمل، یک معیار مناسب محسوب می‌شود گزینش بر اساس این شاخص سبب انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد پایین تحت شرایط بهینه و عملکرد بالا تحت شرایط تنش می‌شود. گزینش بر مبنای شاخص میانگین بهره‌وری (MP) در شرایط بدون تنش و تنش با مقدار عددی بالاتری برای آن همراه است این شاخص تمایل به گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالقوه بالاتر و تحمل به تنش پایین‌تر دارد (۵).

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

شاخص تحمل تنش (STI[1])

فرناندز (۱۹۹۲) شاخص دیگری به نام تحمل تنش (STI) را برای شناسایی ژنوتیپ‌هایی که شرایط تنش و شرایط بهینه عملکرد بالایی دارند را ارائه داد که به صورت زیر محاسبه می‌شود:

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

میانگین هارمونیک (HARM)

همچنین فرناندز (۱۹۹۲) شاخص دیگری را به نام میانگین هارمونیک ارائه داد که جهت انتخاب ژنوتیپ ها در شرایط تنش مورد استفاده قرار می گیرد.

$$Harm = \frac{2(YP)(YS)}{YP + YS}$$

میانگین هندسی بهره‌وری (GMT[2])

فرناندز (۱۹۹۲) شاخص دیگری نیز تحت عنوان میانگین هندسی بهره‌وری GMP برای شناسایی ژنوتیپ های مقاوم به خشکی استفاده کرد و بیان داشت که همبستگی بین GMP و STI برابر ۱ می‌باشد.

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

مقدار بالای این دو شاخص حاکی از تحمل بیشتر ژنوتیپ به تنش است. این شاخص حساسیت کمتری به اختلاف بین YP و YS دارد در حالی که شاخص MP که براساس میانگین حسابی است در اختلافات نسبی بالا بین YP و YS دارای خطا به سمت YP خواهد بود بنابراین این شاخص نسبت به شاخص MP گروه A را از بقیه گروه‌ها بهتر تشخیص می‌دهد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد و صفت های مورفولوژیکی گیاه در شرایط بهینه و تنش خشکی در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است. در هر دو شرایط وزن هزاردانه و ارتفاع بوته در مرحله رسیدگی دارای اختلاف معنی داری بودند، علت این اختلاف در وزن هزار دانه و ارتفاع بوته به این دلیل می باشد که بین ارقام و لاین های مورد استفاده تنوع وجود داشت. همچنین در شرایط تنش بین ژنوتیپها برای عملکرد تفاوت معنی دار در سطح احتمال۱ درصد مشاهده شد. که هر ژنوتیپ در شرایط تنش عکس العمل نشان داده و اعمال تنش توانسته است در عملکرد آن ها اختلاف معنی داری را به وجود آورد.

1- Stress Tolerance Index
2- Geometric Mean productivity

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس عملکرد، اجزای عملکرد و صفت های مرفولوژیک در شرایط بهینه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		عملکرد دانه	وزن دانه در سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه	شاخص برداشت	انتقال مجدد مواد پرورده ذخیره شده قبل از گل دهی	میزان مواد پرورده انتقال یافته از پدانکل	ارتفاع بوته در مرحله رسیدگی
تکرار	۲	۸۹۸۳۵۲/۰۷	۰/۱۱۹	۲۲/۱۶	٤۹/۵۲	۸/۸۰	٦۳/٦۷	۱۷۵/۵۹	٤۲/۸۹
تیمار	۷	۸۳۲۳۸۰/۲۸^{ns}	۰/۰۲٤^{ns}	۲۹/۲۷ ^{ns}	۳۷/٤٤**	٤۲/۲۲^{ns}	۱۸۲/۵۱^{ns}	۱۱۷۰/۸۳^{ns}	٦٦/۹۹*
خطا	۱٤	٤۹۳۱۲۵/۳٤	۰/۰۱٦	۱۷/۸۳	٦/۳۹	۲۱/۷۲	۲۵۰/٤۳	٦۰۲/۳۲	۱۷/٤۳
ضریب تغییرات (٪)		۱۰/۵۹	۹/۹٦	۱۲/۹۱	٦/۲٤	۹/۹۳	۱۷/٦۹	۱۹/۹	٤/۳۹

ns، *و** به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار د ر سطح آماری ۵ درصد و ۱ درصد می باشند

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس عملکرد، اجزای عملکرد و صفت های مرفولوژیک در شرایط تنش خشکی

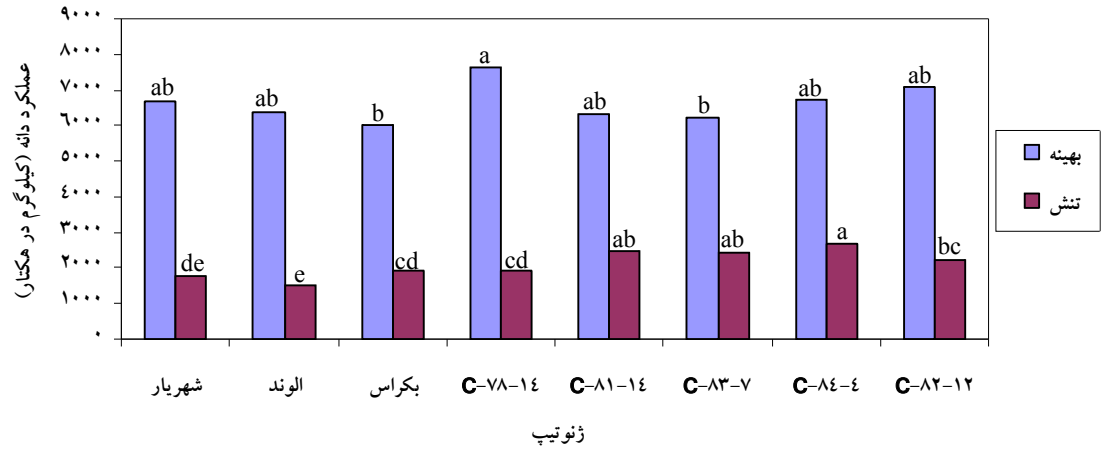
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		عملکرد دانه	وزن دانه در سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه	شاخص برداشت	انتقال مجدد مواد پرورده ذخیره شده قبل از گل دهی	میزان مواد پرورده انتقال یافته از پدانکل	ارتفاع بوته در مرحله رسیدگی
تکرار	۲	۱٤۱۱۸۳۵/۱۵	۰/۰٤۰	۸٤/۵۰	۰/۵۱	۵۲/۸٤	۷۲٤/۵۱	۲۷٤/۹۹	۳۰/۷۸
تیمار	۷	٤۷٤۸۷۳/۲٦**	۰/۰۲۳^{ns}	۵۸/۵۷^{ns}	٦/٤۹*	۹۰/۷٦^{ns}	۱٦٦٤/۷۱^{ns}	٦۷/٤۲^{ns}	۱۰۷/٤۷*
خطا	۱٤	۳۱۳۳۱/٤۹	۰/۰۱٦	۳۵/۵۰	۱/۸٦	٦۸/٤۵	۲۸۸/۰۸	۲۳۲/۸۰	۱٦/۳۰
ضریب تغییرات (٪)		۸/٤۰	۱۹/۲۸	۲۰/۵٤	۵/۹۷	۲۰/۷٤	۱٦/۹۱	۱۸/٦۳	٤/۵۸

ns، *و** به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار د ر سطح آماری ۵ درصد و ۱ درصد می باشند

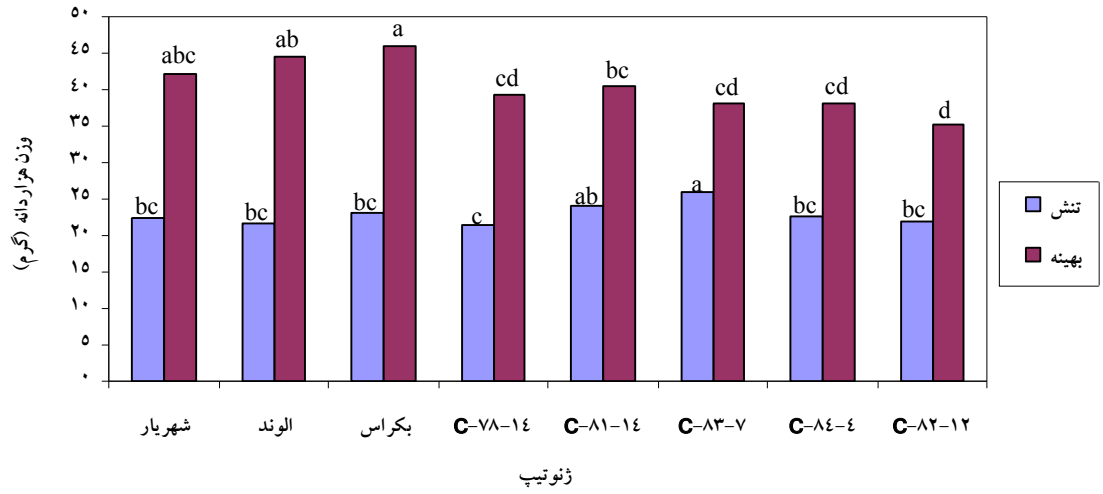
شاخص برداشت در هر دو شرایط معنی دار نشده است که دور از انتظار نیست چرا که در این آزمایش از ارقام امیدبخش استفاده شده است که ژنوتیپ های امروزی دارای شاخص برداشت بالایی هستند و بین ژنوتیپ ها تنوع مشاهده نمی شود. طالبی (۱۳۸٦) نیز در پژوهش های خود چنین نتایجی به دست آورد.

نتایج مقایسه میانگین ژنوتیپ ها در شرایط آبیاری بهینه تنوع بین ژنوتیپ ها را از نظر عملکرد دانه نشان می دهد و ژنوتیپ C-78-14 با عملکرد (۷٦۲۹/٤) کیلوگرم در هکتار نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها دارای عملکرد بیشتری می باشد. همچنین رقم بک‌کراس روشن با عملکرد (٦۰۰۷/۲) کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد را به خود اختصاص داده است (شکل۱). در صفت ارتفاع بوته در مرحله رسیدگی در شرایط آبیاری بهینه بیشترین مقدار به رقم الوند با ارتفاع ۱۰٤/٤ سانتی متر و کمترین مقدار نیز به ژنوتیپ C-83-7 با ارتفاع ۸۸/۹ سانتی متر اختصاص یافت و همچنین تراکم ساقه های بارور اندازه گیری شده در یک متر مربع در تمامی ارقام در شرایط بهینه اختلافی وجود نداشت. در سایر صفت های وزن هزار دانه و سهم مواد پرورده انتقال یافته از پدانکل در مرحله گرده افشانی، رقم بک‌کراس نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها

برتری دارد و نتایج مقایسه میانگین ژنوتیپ ها در صفت شاخص برداشت ژنوتیپ‌های شهریار و C-84-4 برتر از سایرین می‌باشد و در بقیه صفت ها بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده نشد و همه در یک سطح آماری قرار گرفتند (جدول٤). همچنین نتایج مقایسه میانگین در شرایط تنش خشکی نشان داد که عملکرد ژنوتیپ C-84-4 با عملکرد (٢٦٥٧/٧) کیلوگرم بر هکتار برتر از سایر ژنوتیپ‌ها می‌باشد (شکل۱). با توجه به دامنه تغییرات عملکرد بین دو شرایط بهینه و تنش خشکی تقوایی و همکاران (١٣٨٦) بیان کردند که تنش خشکی از گرده افشانی تا رسیدگی موجب کاهش طول دوره رشد و سرعت پر شدن دانه می شود که در نهایت منجر به کاهش وزن دانه می شود. تنش خشکی در مرحله گرده افشانی باعث کاهش عملکرد دانه می شود و همچنین رسیدن دانه ها را تسریع می نماید. این عکس العمل علاوه بر کاهش فتوسنتز باعث نقصان عملکرد غلات می شود و از آن جایی که عملکرد مهمترین و اقتصادی ترین خصوصیت گیاهان زراعی است که تحت تأثیر شرایط محیطی، ساختار ژنتیکی گیاه و بر همکنش آن ها است (۷). صفت ارتفاع بوته در مرحله رسیدگی در شرایط تنش خشکی بیشترین مقدار مربوط به الوند با ارتفاع ۹۹/۲۳ سانتی متر و کمترین ارتفاع بوته مربوط به C-83-7 با ارتفاع ۷۹/٦ سانتی متر اختصاص یافت. و همچنین تراکم ساقه بارور نیز در متر مربع محاسبه شد و در تمام ارقام اختلاف معنی داری مشاهده نشد. بیشترین مقدار در صفت های تعداد دانه در سنبله، مربوط به همین ژنوتیپ می باشد که این موضوع نشان می دهد تعداد دانه در سنبله یکی از مهمترین اجزای عملکرد گندم می باشد که نقش به سزایی در عملکرد دانه گندم دارد (جدول۵).



شکل۱- مقایسه عملکرد ژنوتیپ ها در شرایط بهینه و تنش



شکل۲- مقایسه وزن هزار دانه، ژنوتیپ ها در شرایط بهینه و تنش

گارسیادل (۲۰۰۳) بیان نمود تعداد دانه در سنبله یکی از مهمترین اجزای عملکرد دانه می باشد و این صفت سهم معنی داری در عملکرد دانه به ویژه تحت شرایط تنش خشکی دارد از آن جایی که در این آزمایش، تنش خشکی در مرحله بعد از گرده افشانی اعمال شده است و در آن زمان تعداد دانه در سنبله شکل گرفته است به همین دلیل در این آزمایش این صفت معنی دار نشده است.

همچنین در میزان انتقال مجدد مواد پرورده در مرحله گل دهی، رقم‌های برتر شامل C-78-14 و بک‌کراس و الوند بودند. معاونی و چنگیزی (۱۳۸٦) در پژوهش خود دریافت که بعضی ارقام با توجه به این که بیشترین انتقال مواد فتوسنتزی را داشتند ولی عملکرد آنها نسبت به سایر ارقام کمتر بود، عنوان کردند که انتقال مواد فتوسنتزی به طور گسترده ای تحت تأثیر تنش آب قرار گرفته که این امر انتقال نیافتن مواد ساخته شده به دانه را نشان می دهد.

همبستگی ژنوتیپی بین صفت ها در شرایط آبیاری بهینه و تنش خشکی در جداول (٦ و۷) بیان شده است. با توجه به نتایج به دست آمده در شرایط بهینه، وزن دانه در سنبله با وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد دارد هر چه وزن دانه در سنبله افزایش یابد در نتیجه وزن هزار دانه نیز افزایش می یابد. پیغمبری و همکاران (۱۳۸٤) نیز در پژوهش های خود به چنین نتایجی دست یافتند.

جدول ٤: مقایسه میانگین عملکرد، اجزای عملکرد و صفت های مورفولوژیک در شرایط بهینه

رقم	عملکرد (kg/ha)	وزن دانه در سنبله (gr)	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (gr)	شاخص برداشت (درصد)	ارتفاع گیاه در مرحله رسیدگی (cm)	انتقال مجدد مواد پرورده ذخیره شده قبل از گلدهی(درصد)	میزان مواد پرورده انتقال یافته از پدانکل(درصد)	تراکم ساقه بارور
شهریار	٦٦٨٧/٢ab	١/٢٦ ab	٣٠/٦ a	٤٢/١٥abc	٥١/٠١a	٩٣/٣ab	٣٢/٣٨ a	٢١/٥٣b	٤٦٦ a
الوند	٦٣٤٦/١ab	١/٣٩ ab	٣١ a	٤٤/٤٣ab	٤٨/٤٢ab	١٠٤/٤a	١٥/٠٧ a	١٤/٩٣b	٤٤٥ a
بک کراس	٦٠٠٧/٢b	١/٤٣ a	٣٠/٦ a	٤٥/٩٠a	٤٤/٦٨ ab	٩٩/١ab	١٥/٢٠ a	٧٥/٦٧a	٥٠٢/٦٧ a
C-78-14	٧٦٢٩/٤a	١/٢٢ ab	٣٠/٦ a	٣٩/٤٠cd	٤٢/٥١ ab	٩٢/٩b	١١/١٧ a	١٩/٩٠b	٤٣٨/٦٧ a
C-81-14	٦٣٢٨/٩ab	١/٣٥ ab	٣٣ a	٤٠/٤١bc	٤٩/٩٣ ab	٩٢/٦b	٢٠/١٣ a	٣٩/٧٠ab	٤٥٥/٦٧ a
C-83-7	٦٢٢٦/١b	١/١٧ b	٣٠/٦ a	٣٨/١٤cd	٤٧/٣٤ ab	٨٨/٩b	٢٩/٩٤ a	٣٧/٤٠ab	٤٣١/٣٣ a
C-84-4	٦٧٠٦/١ab	١/٣١ ab	٣٨/٦ a	٣٨/٠٤cd	٥٠/٣٩a	٩٤/٢ab	٢٥/٣٣ a	٣١/١٧ab	٤٦٧ a
C-82-12	٧٠٩٠/٥ab	١/٢٢ ab	٣٦/٣ a	٣٥/٢٩d	٤١/١١b	٩٣/٨ab	٢٧/٣٧ a	١٨/٢٣b	٤٨٦/٦٧ a

میانگین های با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشند

جدول۵: مقایسه میانگین عملکرد، اجزای عملکرد و صفت های مورفولوژیک در شرایط تنش خشکی

رقم	عملکرد (kg/ha)	وزن دانه در سنبله (gr)	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (gr)	شاخص برداشت (درصد)	ارتفاع گیاه در مرحله رسیدگی (cm)	انتقال مجدد مواد پرورده ذخیره شده قبل ازگلدهی(درصد)	میزان مواد پرورده انتقال یافته از پدانکل(درصد)	تراکم ساقه بارور
شهریار	١٧٦٣/٣de	٠/٧٢٣ a	٣١/٣٣ab	٢٢/٤٦bc	٤٢/٤٢a	٨٦/٣bc	٤٨/٧٧ab	١٨/٦٠a	٤٧٧a
الوند	١٥٠١/١e	٠/٥٦٨ a	٢٦/٣٣ab	٢١/٧٠bc	٣٢/٣٦a	٩٩/٢٣a	٦١/١٠ a	٢٣/٥٣a	٤٣١/٦٧ a
بک کراس	١٨٩٨/٩cd	٠/٦٦٧ a	٢٨/٣٣ab	٢٣/٠٨bc	٣٩/٤٩ a	٩١/٢٥ab	٦٨/٠٧ a	١١/٤٣a	٤٦٤ a
C-78-14	١٩٢٨/٣cd	٠/٦٠٤ a	٢٧/٦٦ab	٢١/٣١c	٣٥/٢٥ a	٨٧/٨٣bc	٧٢/٣٧ a	٢٣/٤٣a	٤٥٠/٣٣ a
C-81-14	٢٤٥٦/٦ab	٠/٦٩٠ a	٢٨/٦٦ ab	٢٤/٠٧ab	٤٣/٥٥ a	٩١/٤٣ab	٩/٩٣ c	١١/٨٣a	٤٤٤/٣٣ a
C-83-7	٢٤٤٢/٢ab	٠/٥٦٣ a	٢١ b	٢٥/٨٤a	٣٤/١٣ a	٧٩/٦٦c	٤٧/١٧ ab	١٦/٩٥a	٤٣١ a
C-84-4	٢٦٥٧/٧a	٠/٨٠٦ a	٣٥ a	٢٢/٦٧bc	٤٧/٩٦a	٨٥/٥٨bc	٢٣/٢٠ bc	٢١/٢٧a	٤٨٥/٣٣ a
C-82-12	٢٢٠٤/٩bc	٠/٧٥٦ a	٣٣/٦٦ a	٢١/٩٧bc	٤٣/٨٠a	٨٣/٠٦bc	١٩/٨٧ bc	١٦a	٤٥٨/٦٧ a

میانگین های با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشند

همچنین همبستگی بعضی از صفت ها در شرایط تنش هم به این صورت بود که عملکرد دانه با انتقال مجدد مواد پرورده ذخیره شده قبل از گرده افشانی همبستگی منفی در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار هستند که این موضوع نشان می دهد هر چه انتقال مواد پرورده به ساقه و برگ و پدانکل و سایر اندام ها بیشتر باشد در عملکرد موثر می باشد.

جدول ٦: همبستگی صفت ها در شرایط بهینه

	(۱)	(۲)	(۳)	(٤)	(٥)	(٦)	(۷)
عملکرد (۱)	۱						
تعداد دانه در سنبله (۲)	۰/۲۱۳	۱					
وزن دانه در سنبله (۳)	۰/۵۵۵	-۰/۰٦۱	۱				
وزن هزار دانه (٤)	۰/۵٤٤	-۰/٦۱٦	۰/۷۸۲*	۱			
شاخص برداشت (٥)	۰/٤۷۱	۰/۰۳۳	۰/۲٤۷	۰/۲٦٦	۱		
انتقال مجدد مواد پرورده ذخیره شده قبل از گلدهی (٦)	-۰/۱۳٥	۰/۲۸۷	-۰/٥۱٥	-۰/٤٦٤	۰/۳٦۲	۱	
میزان مواد پرورده انتقال یافته از پدانکل (۷)	-۰/٦۳۰	-۰/۱۷۹	۰/٤۹۹	۰/٤٦۰	-۰/۰۳۷	-۰/۱۹۱	۱

*: همبستگی در سطح احتمال ٥ درصد

جدول ۷: همبستگی صفت ها در شرایط تنش خشکی

	(۱)	(۲)	(۳)	(٤)	(٥)	(٦)	(۷)
عملکرد (۱)	۱						
تعداد دانه در سنبله (۲)	۰/۱۷٦	۱					
وزن دانه در سنبله (۳)	۰/٤٤٦	۰/۹۲۸**	۱				
وزن هزار دانه (٤)	۰/٥٦۲	۰/٥٥۹	۰/۲۱۷	۱			
شاخص برداشت (٥)	۰/٥۷۳	۰/۸۴٦**	۰/۹۷۴**	-۰/۰٥۱	۱		
انتقال مجدد مواد پرورده ذخیره شده قبل از گلدهی (٦)	-۰/۷۱۲*	-۰/٤٦٦	-۰/٦۳۸	-۰/۲۷٤	-۰/۷۳۱*	۱	
میزان مواد پرورده انتقال یافته از پدانکل (۷)	-۰/۳۰٤	۰/۰۳۳	-۰/۲۰۲	-۰/٥۳۰	-۰/۳۲۹	۰/۳٥٥	۱

*: همبستگی در سطح احتمال ٥ درصد و **: همبستگی در سطح احتمال ۱ درصد

در شرایط تنش تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله با شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد داشتند. وزن دانه در سنبله با شاخص برداشت نیز در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است و همبستگی مثبت وجود دارد.

چنین به نظر می رسد که تعداد دانه و وزن دانه در شرایط تنش در رقابت با سایر اندام های رویشی در جذب مواد فتوسنتزی موفق تر عمل کرده اند و سهم اندام های رویشی در انتقال مواد فتوسنتزی ناچیز به نظر می رسد و همین امر موجب همبستگی مثبت تعداد دانه و وزن دانه در سنبله با شاخص برداشت شده است. همچنین در شرایط تنش بین شاخص برداشت و انتقال مجدد مواد پرورده ذخیره‌ای در مرحله قبل از گرده افشانی همبستگی منفی و معنی دار در سطح احتمال ٥ درصد وجود دارد. امام و همکاران (۱۳۸٦) نیز بیان نمود که در گیاهان کم رشد، تا ٤۰ درصد از مواد مورد نیاز برای پر شدن دانه ها را در شرایط تنش خشکی از منابع ذخیره شده قبل از گلدهی تأمین می نمایند. فیروزآبادی و همکاران (۱۳۸٥) بر این باورند که چنانچه پر شدن دانه گندم با تنش خشکی همراه باشد دانه ها از ذخایر موجود در ساقه و پدانکل به طور مطلوب تری در حمایت از پر شدن دانه خود استفاده می کنند.

معاونی و همکاران (۱۳۸٤) عنوان نمود که انتقال مواد فتوسنتزی تحت تأثیر تنش خشکی قرار می گیرد که این امر به معنی انتقال نیافتن مواد ساخته شده به دانه می باشد در نتیجه کاهش انتقال مجدد مواد پرورده باعث تجمع این مواد در ساقه و پدانکل می شود. همچنین صفت هایی مانند وزن دانه در سنبله و تعداد دانه در سنبله با شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی داری در شرایط تنش خشکی با هم داشتند. در شرایط تنش و آبیاری بهینه دامنه تغییرات عملکرد به ترتیب ۱۱۵۷ کیلوگرم در هکتار و ۱٦۲٤ کیلوگرم در هکتار می باشد. دامنه تغییرات عملکرد کم در شرایط تنش نسبت به شرایط بهینه ناشی از تنش خشکی می باشد که بستگی به زمان بروز تنش دارد. رسیل و همکاران (۱۹۸۷) نیز چنین نتیجه ای گرفت که تنش خشکی از گرده افشانی تا رسیدگی موجب کاهش طول دوره رشد و سرعت پر شدن دانه می شود که در نهایت منجر به کاهش وزن دانه می شود.

با توجه به جدول (۸) و نتایج به دست آمده در شاخص TOL کمترین مقدار عددی مربوط به ژنوتیپ C-83-7 (۳۷۸۳/۹)، ژنوتیپ C-81-14 (۳۸۷۲/۳) و ژنوتیپ C-84-4 (٤۰٤۸/٤) می‌باشد که نشان‌دهنده تحمل به خشکی این ژنوتیپ ها می‌باشد با توجه به عملکرد بالای C-84-4 در هر دو شرایط، این لاین در سال‌های خشکسالی می‌تواند به عنوان لاین متحمل به خشکی به کار رود. از نظر شاخص SSI نیز ژنوتیپ‌های C-84-4، C-83-7 و C-81-14 پایین‌ترین مقادیر را داشته و از این لحاظ به عنوان رقم های مقاوم تلقی می‌شود. بنابراین شاخص های SSI و TOL ژنوتیپ های متحمل و یا حساسیت کمتر به تنش خشکی را نشان می دهد و این دو شاخص قدرت تشخیص یکسان دارند و بهتر است از این شاخص ها در حذف ارقام حساس و نه برای گزینش ارقام متحمل استفاده شود. بررسی مقاومت از نظر شاخص‌های MP، Harm، STI و GMP نمایانگر مقاومت بالاتر و عملکرد بالقوه بیشتر آن ژنوتیپ ها می‌باشد. لذا این شاخص‌ها قادر به تفکیک گروه A از B و C می‌باشند که با توجه به جدول ۹ ژنوتیپ C-84-4 و C-78-14 از نظر هر چهار شاخص، بالاترین مقادیر را داشته که نمایان گر عملکرد قابل قبول و مقاومت بالا در شرایط بهینه و تنش خشکی می‌باشد.

ژنوتیپ های C-81-14، C-83-7 و C-84-4 نیز در سه شاخص Harm ، GMP و STI نیز دارای مقادیر بالایی هستند و ژنوتیپ های C-81-14 و C-84-4 که در دو شاخص Harm و GMP دارای مقادیر بالایی هستند بعد از ژنوتیپ‌های فوق دارای مقاومت بالا می‌باشد. با توجه به گروه بندی فرناندز ژنوتیپ های C-84-4 و C-82-12 در گروه A، ژنوتیپ های C-78-14 و شهریار در گروه B، ژنوتیپ C-81-14 و C-83-7 در گروه C و ژنوتیپ های الوند و بک کراس در گروه D قرار می گیرند.

جدول۸: تخمین حساسیت رقم ها و لاین ها با استفاده از شاخص های مختلف تحمل به خشکی

رقم	YP	YS	Tol	MP	SSI	STI	GMP	Harm
شهریار	٦٦٨٧/٢	١٧٦٣/٣	٤٩٢٣/٩	٤٢٢٥/٣	٠/٧٩٢	٠/٢٧٢	٣٤٢٩/٥	٢٧٨٦
الوند	٦٣٤٦/١	١٥٠١/١	٤٨٤٥	٣٩٢٣/٦	١/٠٢٨	٠/٢١٥	٣٠٧٢/٩	٢٤١٤/٥
بک کراس	٦٠٠٧/٢	١٨٩٨/٩	٤١٠٨٣/٣	٣٩٥٣/٠٥	٠/٤٨٥	٠/٢٥٩	٣٣٧١/٥	٢٨٧٨/٣
C-78-14	٧٦٢٩/٤	١٩٢٨/٣	٥٧٠١/١	٤٧٧٨/٩	٠/٨٤٥	٠/٣٣٤	٣٨٣١/٦	٣٠٧٤/٤
C-81-14	٦٣٢٨/٩	٢٤٥٦/٦	٣٨٧٢/٣	٤٣٩٢/٧	٠/٢٠٢	٠/٣٥٣	٣٩٤٠/٧	٣٥٣٦/١
C-83-7	٦٢٢٦/١	٢٤٤٢/٢	٣٧٨٣/٩	٤٣٣٤/٢	٠/١٩٦	٠/٣٤٦	٣٨٩٧/٣	٣٥٠٥/٣
C-84-4	٦٧٠٦/١	٢٦٥٧/٧	٤٠٤٨/٤	٤٦٨١/٩	٠/١٨٠	٠/٤٠٦	٤٢١٧/٣	٣٨٠٠/٤
C-82-12	٧٠٩٠/٥	٢٢٠٤/٩	٤٨٨٥/٦	٤٦٤٧/٧	٠/٥١٠	٠/٣٥٥	٣٩٤٤/٧	٣٣٥٢/٤

جدول ۹: همبستگی بین عملکرد بهینه و تنش خشکی و شاخص های ارزیابی تنش

همبستگی	YP	YS	Tol	MP	GMP	STI	Harm	SSI
YP	١							
YS	-٠/٠٣٤	١						
Tol	٠/٨٠٥*	-٠/٦١٩	١					
MP	٠/٧٩٠*	٠/٥٨٥	٠/٢٧٣	١				
GMP	٠/٣٥٥	٠/٢٩١**	-٠/٢٦٧	٠/٨٥٣**	١			
STI	٠/٣٥٠	٠/٩٢٢**	-٠/٢٧١	٠/٨٥٠**	٠/٩٩٨**	١		
Harm	٠/٠٩٦	٠/٩٩٠**	-٠/٥١١	٠/٦٨٥	٠/٩٦٤**	٠/٩٦٤**	١	
SSI	٠/٣٤٠	-٠/٩٣٧**	٠/٨٢٣*	-٠/٢٩٧	-٠/٧٤٩*	-٠/٧٤٦*	-٠/٨٩٣**	١

*: همبستگی در سطح احتمال ۵ درصد و **: همبستگی در سطح احتمال ۱ درصد

همچنین طبق جدول ۹ و نتایج حاصل از همبستگی شاخص های مقاومت به خشکی TOL و MP مناسب ترین شاخص ها برای شرایط بهنیه و GMP، STI، Harm و SSI مناسب ترین شاخص ها برای شرایط تنش خشکی شناسایی شدند و با توجه به رابطه و همبستگی بین شاخص های مقاومت به خشکی شاخص های SSI، GMP و STI مناسب ترین شاخص ها برای شناسایی ژنوتیپ ها در هر دو شرایط بهینه و تنش خشکی می باشند. با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش و با توجه به شرایط آب و هوایی استان مرکزی، (شهرستان اراک) پیشنهاد می شود از لاین های C-84-4 و C-82-12 به جای سایر رقم های رایج در منطقه استفاده شود.

منابع

۱- امام، ی.، رنجبری، ع. و بحرانی، م. ج. ۱۳۸٦. ارزیابی دانه و اجزای آن در ژنوتیپ‌های گندم تحت تأثیر تنش خشکی پس از گل‌دهی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۱. شماره ۱. صفحه ۳۲۷-۳۱۷.

۲- بابایی، ت. ۱۳۸۱. مطالعه پایداری شاخص برداشت و عملکرد دانه در ژنوتیپ های پیشرفته گندم نان زمستانه و بنیامین. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته اصلاح نباتات. دانشکده کشاورزی دانشگاه کرج.

۳- پیغمبری، ع.، یزدی صمدی، ب.، عبدمیشانی، س.، صرافی، ا.، طالعی، ع. و قنادها، م. ۱۳۸٤. ارزیابی تحمل به خشکی و صفت های مربوط به عملکرد دانه در لاین‌های جو هاپلوئید مضاعف شده. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳٦. شماره ٤. صفحه ۹٦۷-۹۵۵.

٤- تقوایی، م.، چائی چی، م.، شریف زاده، ف. و احمدی، ع. ۱۳۸٦. ارزیابی تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد و شاخص های مقاومت به خشکی در رقم های لخت و پوشش دار جو. مجله علوم کشاورزی ایران. دوره ۱-۳۸. شماره ۱. صفحه ۷۸-٦۷.

۵- طالبی، ع. ۱۳۸٦. تجزیه و تحلیل چند متغیره عملکرد، انتقال اسمیلات‌ها و بررسی شاخص‌های مقاومت به خشکی در گندم نان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات. دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل.

٦- فیروزآبادی، م.، شکیبا، م.، خوئی، ف.، طباطبائی، ج. و تورچی، م. ۱۳۸۵. تأثیر نیتروژن و تنش خشکی بر تجمع کربوهیدرات های غیر ساختی پیش از گلدهی و انتقال مجدد آنها در دانه جو. مجله دانش کشاورزی. جلد ۱٦. شماره ٤. صفحه ۷۱-۵۹.

۷- معاونی، پ.، حبیبی. د و حیدری، ی. ۱۳۸٤. بررسی اثر تنش خشکی بر سازگاری و عملکرد دانه چهار رقم گندم پاییزه در ایرانشهر. مجله زراعت و اصلاح نباتات، جلد ۱، شماره ۱، صفحات ٤۵-۳۷.

۸- معاونی، پ. و چنگیزی، م . ۱۳۸٦. مبانی فیزیولوژی گیاهان زراعی در شرایط خشک و شور. انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک.

9- Bram, H., Pfeiffer, W. H. and Pollmer, W. C. 1992. Environments for selecting widely adapted spring wheat. Crop Sci. 22:1420-1427.

10- Ceccarelli, S., Aceredo, E. and Grando, S. 1991. Breeding for yield stability in unpredictable environments: single traits, interaction between traits and architecture of genotype. Euphtica. 56:169-185.

11- Debaeke, P. and Abdellah, A. 2004. Adaptation of crop management to water-limited environments. Europ. J. Agronomy. 21: 433-446.

12- Eberhart, S. A. and Russel, W. A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6: 36-40.

13- Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress, Kuo, C.G. (Ed.). AVRDC Publication, Shanhua, Taiwan, p_p: 257-270.

14- Fischer, A. T. and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I: Grain yield responses. Aus. J. Agric. Res. 29:897-912.

15- Garcia del Moral, L. F., Rharrabit, Y., Villeg as, D. and Royo, C. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions, Agron. J. 65: 266-274.

16- Garuzzi, P. R., Dalumbo, M., Gampani le, R. G., Ricciarid, G. L. and Borgh, 1997. Evaluation of field and laboratory predictor of drought and heat tolerance in winter cereals. Can. J. Sci. 77:523-531.

17- Gooding, M. J., Ellis, R. H., shewry, P. R. and Schofield, J. D. 2003. effects of restricted water availability and increased temperature on grain filling, drying and quality of water wheat. J, of cereal Sci. 37.295-309.

18- Gupta, U. S. 1995. Physiological aspects of dry lands farming. Translated; (Sarmad Nia, Q. H. and A. Koocheki). Published by Jahad Daneshgahei Mashad, Iran. 424 P.

19- Peterson, C. J., Graybosch, R. A., Shelton, D. R. and Baenziger, P. S. 1998. Baking quality of hard winter wheat: Response of cultivars to environment in the Great plain. Euphytica. 100: 157-162.

20- Pierre, C. S., Petersona, J., Rossa, A., Ohma, J., Verhoerena, M., Larsona, M. and Hoefera, B . 2008. White wheat grain quality changes with genotype, nitrogen fertilization, and water stress. Agron. J. 100: 414-420.

21- Rosielle, A. A. and Hamblin, J. 1987. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Sci. 21: 943.946.

22- Sial. M. A., Arain, M. A., Naqari, S. K. M., Dahoti, M. and Nizamani, N. A. 2005. Yield and quality parameters of wheat genotypes an affected by sowing dated and high temperature stress. Pak. J. Bot. 37(3): 573-584.

22- Yoshida, S. 1983. Rice. In: Smith, W.H., Banta, S.J. (eds.) Potential productivity of Field Crops Under Different Environments. International Rice Research Institute, Los Banos Philippines, pp. 103-127.