ارزیابی تحمل به خشکی در برخی از ژنوتیپ‌های گندم دوروم

بهنام حبیبی خانیانی*[۱]، رحمت‌الله کریمی‌زاده[۲] و سیدعلی فاضل‌زاده دزفولی[۳]

۱و۳) اعضای هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دزفول، ایران.

۲) مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، ایستگاه گچساران، ایران.

* نویسنده مسئول مکاتبات: Habibib2001@Yahoo.com

تاریخ دریافت : ۹۰/۱۰/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۱/۲۰

چکیده

به منظور شناسایی لاین‌های متحمل به خشکی و غربال کردن شاخص‌های تحمل به خشکی تعداد ده لاین پیشرفته گندم دوروم به همراه رقم شاهد دهدشت در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو شرایط تنش شدید و تنش ملایم خشکی در منطقه گچساران مورد بررسی قرار گرفتند. بر مبنای صفت عملکرد در شرایط تنش ملایم(YP) و تنش شدید(YS)، شاخص‌های کمی تحمل به خشکی شامل میانگین بهره‌وری(MP)، شاخص تحمل(TOL)، میانگین هندسی بهره‌وری(GMP)، شاخص حساسیت به تنش(SSI) و شاخص تحمل تنش(STI) محاسبه گردیدند. ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۶ با داشتن میزان مؤلفه اصلی اول نسبتاً بالا و میزان مؤلفه پایین در هر دو محیط به عنوان بهترین ژنوتیپ‌ها انتخاب شدند. هم بستگی عملکرد بین دو محیط و شاخص‌های تحمل خشکی نشان داد که شاخص‌های GMP و STI مناسب‌ترین شاخص‌ها برای غربال‌سازی ژنوتیپ‌های گندم دوروم می‌باشند. نمودار چند متغییره بای پلات نشان‌داد که ژنوتیپ‌های ۱ و ۶ در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص‌های تحمل خشکی یعنی MP، GMP، STI قراردارند و به‌عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها انتخاب شدند در این تحقیق اختلاف دمای کانوپی گیاه با محیط(CTD) در سه مرحله رشد اندازه‌گیری گردید که ژنوتیپ‌های شماره ۹، ۱۰ و ۶ خنک‌ترین محیط رشد را دارا بودند. هم بستگی مثبت و معنی‌دار بین SSI وCTD نشان داد که شاخص دمای کانوپی می‌تواند در تعیین ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی نقش مهمی ایفا کند.

واژه‌های کلیدی: گندم دوروم، خشکی، شاخص‌های تحمل.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

گندم دوروم (*Triticum turgidum* L.) دومین گونه زراعی مهم گندم است. توسعه صنایع غذایی و تبدیلی در کشور به ویژه صنعت تولید ماکارونی به دلیل روند رو به رشد جمعیت کشور و نیاز مبرم به افزایش مواد اولیه مورد لزوم این صنعت، ضرورت افزایش تولید گندم دوروم را در کشور آشکار می‌سازد.

کمبود آب محدودیت اصلی کاهش عملکرد غلات در دنیا به ویژه در حوزه مدیترانه است. پنجاه درصد اراضی زیر کشت در کشورهای در حال توسعه و بیش از هفتاد درصد اراضی زیر کشت گندم این کشورها در معرض تنش خشکی قرار دارند (Trethowan and Pfieffer, 1999). در ایران میزان تولید گندم دیم از سطح ۳/۴ الی ۴/۲ میلیون هکتار معادل ۱/۹ تا ۳/۹ میلیون تن در سال‌های مختلف متفاوت بوده است. اختلاف دمای کانوپی گیاه با محیط اطراف به عنوان معیار وضعیت گردش آب در گیاه اولین بار توسط Ehler (1972) در علوم گیاهی به کار گرفته شد. اختلاف دمای کانوپی گیاه و محیط در مواردی چون ارزیابی پاسخ گیاه به تنش‌های محیطی (Jackson *et al*., 1981; Blum *et al*., 1982; Idso *et al*., 1984)، کارآیی روش‌های آبیاری (Hatfield, 1982; Pinter and Reginato, 1982; Evett *et al*., 1996)، مقایسه ارقام برای استفاده بهینه از آب (Hatfield *et al*., 1987)، تحمل به گرما (Reynolds *et al*., 1998) و تحمل به خشکی (Blum, 1988; Rashid *et al*., 1999) به‌صورت گسترده مورد استفاده قرار گرفت. در تحقیقی، کلیه مراحل رشد و نمو گندم به‌صورت معیاری با استفاده از اعداد که از دو صفر که مرحله کاشت بذر خشک گندم است تا ۹۴ که رسیدگی کامل دانه گندم است نام‌گذاری گردید (Zadoks *et al*., 1974). اخیراً هم Stapper (2007) تمامی این مراحل را به‌صورت شماتیک برای گندم ترسیم کرد و از این رو، این روش به نام مراحل رویش زادوکس معرفی گردید. همواره هدف از معرفی ارقام متحمل به خشکی دست یابی به ارقامی بوده که به طور نسبی در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها تنش را بهتر تحمل کرده و در شرایط یکسان افت عملکرد کم تری داشته باشند (Srivastava *et al*., 1987). حساسیت به خشکی یک ژنوتیپ معمولاً براساس میزان کاهش عملکرد در شرایط تنش خشکی برآورد می‌شود. برخی معتقدند معیار مقاومت به خشکی وضعیت عملکرد دانه در شرایط خشک می‌باشد و بر همین اساس شاخص حساسیت (SSI) به تنش را پیشنهاد کردند (Fischer and Mourer, 1987). عده‌ای از محققان نیز گزارش کرده‌اند که ارزیابی ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد دانه تحت شرایط تنش به تنهایی معیار خوبی برای تحمل به خشکی نمی‌تواند باشد زیرا ممکن است عملکرد ژنوتیپ‌های مقاوم در شرایط پتانسیل (بدون تنش خشکی) بالا نباشد و انتخاب ژنوتیپ‌ها برای عملکرد بالا تحت شرایط عدم تنش منجر به تولید عملکرد بالا در شرایط تحت تنش نمی‌شود (Baker, 1994). بنابراین عملکرد دانه در شرایط تنش هیچ‌گاه نتوانسته است ملاک مناسب و دقیقی جهت انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و تنش باشد و انتخاب برای مقاومت به خشکی بایستی با انتخاب

Archive of SID

www.SID.ir

مواد ژنتیکی برای پتانسیل عملکرد بالا تحت شرایط بدون تنش همراه باشد (Blum, 1988). برخی شاخص تحمل(TOL) را به صورت اختلاف عملکرد محیط تنش و بدون تنش تعریف کرده و شاخص متوسط محصول دهی را به صورت میانگین عملکرد(MP) در دو محیط تنش و بدون تنش پیشنهاد نمودند (Rosille and Hambilin, 1981). مقادیر کمتر شاخص TOL مطلوب بوده و ژنوتیپ‌های گزینش شده بر اساس آن در شرایط بدون تنش پتانسیل عملکرد نسبی پایین و در صورت تنش عملکرد نسبتاً بالایی دارند. Fernandez (1992) با بررسی عملکرد در دو محیط تنش و بدون تنش ارقام را از نظر واکنش به دو محیط به چهار گروه تقسیم بندی نمود:

الف) ژنوتیپ‌هایی که عملکرد مناسبی در هر دو محیط تنش و بدون تنش دارا هستند (گروه A)،

ب) ژنوتیپ‌هایی که فقط عملکرد خوبی در محیط بدون تنش دارند (گروهB)،

ج) ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالایی را در محیط دارای تنش می‌باشند (گروه C) و

د) ژنوتیپ‌هایی که عملکرد ضعیفی را در هر دو محیط دارا هستند (گروه D).

وی اظهار داشت که مناسب‌ترین معیار انتخاب برای تنش شاخصی است که قادر به تشخیص گروه A از سایر گروه‌ها باشد. بنابراین برای شناسایی ارقام گروه A، شاخص تحمل به تنش (STI) را ارائه نمود. مقدار بالای این شاخص برای ژنوتیپ نمایان‌گر تحمل به خشکی بیش تر و عملکرد بالقوه بیش تر آن ژنوتیپ است. شاخص‌های حساسیت و تحمل قادر به تفکیک گروه A از C نمی‌باشند، در حالی‌که شدت تنش(SI) در محاسبه STI منظور شده، بنابراین قادر به تفکیک ژنوتیپ‌های گروه A از گروه‌های B و C می‌باشد. در برخی تحقیقات جهت تعیین میزان حساسیت ژنوتیپ‌ها به تنش از میانگین هندسی (GMP) ژنوتیپ‌ها در دو محیط استفاده شده است (Fernandez, 1992; Kristin *et al*., 1997). هم چنین این محقق در بررسی روابط بین شاخص‌های تحمل از نمایش بای‌پلات چند متغیره استفاده کرد و گزارش کرد که در تنش متوسط مؤلفه اول ۶۹٪ از تنوع داده‌ها را توصیف کرد و مؤلفه پتانسیل عملکرد نام‌گذاری شد، مؤلفه دوم نیز حدود ۳۰٪ از تنوع بین داده‌ها را توصیف کرد، که مؤلفه تحمل به تنش نامیده شد. در شرایط تنش شدید نیز مؤلفه اول با ۶۳٪ تنوع بین داده‌ها به مؤلفه تحمل به تنش و میانگین محصول‌دهی و مؤلفه دوم با ۳۶٪ تنوع، به پتانسیل عملکرد نام‌گذاری کرد (Fernandez,1992). این تحقیق با هدف شناسایی ژنوتیپ‌های مختلف و دست‌یابی به ارقام مناسب در شرایط وجود تنش خشکی برای کشت گندم دوروم در مناطق نیمه‌گرمسیرکشور و تعیین ژنوتیپ‌های مناسب جهت انجام دورگ‌گیری در برنامه‌های اصلاحی آینده اجرا گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور ارزیابی میزان تحمل ۱۱ژنوتیپ پیشرفته گندم دوروم نسبت به تنش خشکی و انتخاب شاخص مناسب تحمل به این تنش به صورت دو طرح آزمایشی مجزا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در شرایط کاملاً دیم (تنش شدید) و هم چنین با سه‌بار آبیاری تکمیلی (در مراحل ظهور سنبله و پرشدن دانه) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم گچساران در تاریخ ۱۳۸۹/۹/۱۷ کشت گردید. بدین ترتیب به طور قراردادی، کشت در شرایط دیم، کشت در شرایط تنش رطوبتی شدید و کشت در شرایط آبیاری تکمیلی، کشت در شرایط تنش رطوبتی ملایم فرض می‌شود. این منطقه بین ۵۰ درجه و۵۰ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و۲۰ دقیقه عرض شمالی با ارتفاع ۷۱۰ متر از سطح دریا در شرق شهرستان گچساران قرار دارد. بر اساس میانگین ده ساله اداره هواشناسی، حداقل و حداکثر مطلق درجه حرارت آن ۲- و۴۸+ درجه سانتی‌گراد به ترتیب در دی ماه و مرداد ماه می‌باشد میانگین درجه‌حرارت سالانه آن ۲۱/۴ و میانگین حداقل و حداکثر آن به ترتیب ۱۳/۱و۷/ ۲۹درجه سانتی‌گراد می‌باشد. متوسط بارش سالانه آن ۴۶۰میلی متر است. میزان و پراکنش بارندگی در ماه‌ها و سال های مختلف در این منطقه بسیار متغیر است به طوری که میزان بارندگی در بعضی از سال ها به بیش از۷۰۰ میلی‌متر و در برخی سال ها به کمتر از۲۸۰ میلی‌متر تنزل می‌نماید. برای اجرای طرح قبل از فرا رسیدن فصل کشت با استفاده از گاوآهن و دیسک نسبت به شخم و نرم‌کردن خاک و کشت ژنوتیپ‌ها درکرت‌های آزمایشی اقدام شد. کود شیمیایی بر مبنای ۱۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم و ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار و در حد فاصل شخم با گاوآهن و دیسک با خاک مخلوط گردید. مبارزه با علف های هرز در مرحله ۵-۳ برگی با استفاده از علف‌کش‌های تاپیک و گیاه ستار انجام شد. در طول دوره رویش یادداشت‌برداری از صفات زراعی و مرفولوژیکی لاین‌های مورد بررسی نظیر تاریخ سبز شدن، تعداد پنجه، تاریخ ظهور سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله، ارتفاع بوته، تاریخ رسیدن، وزن هزاردانه، کیفیت پرشدن دانه، مقاومت در برابر بیماری‌ها و عملکرد دانه مطابق معیارهای معمول در مؤسسات تحقیقاتی داخلی و بین‌المللی اقدام شد. با استفاده از عملکرد گیاهان در شرایط تنش خشکی شاخص‌های تحمل برای هر ژنوتیپ محاسبه شد. شاخص‌های تحمل (TOL)، شاخص بهره‌وری متوسط (MP)، شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، حساسیت به تنش (SSI) و شاخص تحمل تنش (STI) با توجه به فرمول‌های زیر محاسبه گردیدند:

$$TOL = YP - YS$$

$$MP = (YS + YP) / 2$$

$$GMP = (YP.YS)^{1/2}$$

$$SSI = (1- (YS / YP)) / SI$$

Archive of SID

www.SID.ir

$$STI = (YP)\,(YS) / (\bar{Y}P)^2$$

$$SI = 1 - (\bar{Y}S / \bar{Y}P)$$

در این فرمول‌ها YS عملکرد هر ژنوتیپ تحت شرایط تنش،YP عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ تحت شرایط مطلوب، $\overline{YP}$ میانگین عملکرد تمامی ژنوتیپ‌های تحت شرایط مطلوب است، $\overline{YS}$ میانگین عملکرد تمامی ژنوتیپ‌های تحت شرایط تنش است و SI شدت تنش خشکی می‌باشد. در این تحقیق اختلاف دمای کانوپی گیاه با محیط(CTD) در سه مرحله‌ی ظهور نیمی از سنبله‌ها (معیار زادوکس ۵۴)، ظهور کامل سنبله (معیار زادوکس ۶۹) و پرشدن دانه (معیار زادوکس ۷۱) با استفاده از ترمومتر JQA مدل ۸۸۶۶ اندازه‌گیری گردید. زمان اندازه‌گیری برای همه ژنوتیپ‌ها رأس ساعت ۱۲ تا ۱۳ ظهر بود که در سه تاریخ پنجم و بیست و چهارم فروردین و نهم اردیبهشت ۱۳۹۰ اندازه‌گیری انجام شد. داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات موردنظر با استفاده از نرم‌افزارهای MSTATC وSPSS تجزیه واریانس‌گردیدند. میانگین صفات با استفاده از نرم افزارهای MSTATC وSPSS مورد مقایسه قرارگرفتند. برای تعیین هم بستگی صفات و شاخص‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده گردید. هم بستگی‌های ساده بین شاخص‌های مقاومت و عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش محاسبه و براساس تحلیل این هم بستگی‌ها، شاخص‌های مقاومت غربال و مناسب‌ترین شاخص با توجه به هم بستگی آن شاخص با عملکرد، انتخاب گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس عملکرد دانه نشان داد بین ژنوتیپ‌ها در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار بود (جداول ۱ و۲). حداکثر عملکرد در هر دو شرایط تنش شدید و ملایم مربوط به ژنوتیپ شماره شش به‌ترتیب به میزان ۴۶۹۹ و ۷۵۲۰ کیلوگرم در هکتار بود که نشان‌دهنده این مطلب است که این ژنوتیپ نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط برتر بود. در شرایط تنش شدید بعد از ژنوتیپ شماره شش بیش ترین عملکرد مربوط به ژنوتیپ شماره هفت به میزان ۴۶۱۱ کیلوگرم در هکتار بود و بعد از آن ژنوتیپ شماره ۱۰ با عملکردی معادل ۴۲۴۸ کیلوگرم در هکتار قرار گرفت کم ترین عملکرد در شرایط تنش شدید به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های شماره پنج و دو بود.

جدول۱: تجزیه واریانس ساده عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مورد پژوهش در شرایط دیم (تنش)

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F محاسبه شده
تکرار	۳	۸۱۹۷۲/۷	۲۷۳۲۴/۳	۲۱/۵**
تیمار	۱۰	۱۳۸۶۳۱	۱۳۸۶۳/۱	۱۰/۹**
خطا	۳۰	۳۸۱۱۹/۵	۱۲۷۵/۶۵	-
کل	۴۳	۲۵۸۳۲۷/۲	-	-
ضریب تغییرات (CV)			٪۱۶/۶	

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲: تجزیه واریانس ساده عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مورد پژوهش در شرایط آبیاری تکمیلی

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F محاسبه شده
تکرار	۳	۹۲۳۵۵	۳۰۷۸۵	۶/۱۶**
تیمار	۱۰	۲۵۵۶۲۳	۲۵۵۶۲/۳	۵/۱۱**
خطا	۳۰	۱۴۹۸۵۷	۴۹۹۵/۲	-
کل	۴۳	۴۹۷۸۲۷	-	-
ضریب تغییرات (CV)			٪ ۸/۶	

در شرایط آبیاری تکمیلی(تنش ملایم)، بالاترین عملکرد دانه در هکتار بعد از ژنوتیپ شماره شش، مربوط به ژنوتیپ شماره یک با عملکرد دانه ۷۱۱۷ کیلوگرم در هکتار بود و پس از آن هم ژنوتیپ شماره سه با عملکرد دانه ۶۵۱۶ کیلوگرم قرار گرفت که نسبت به ژنوتیپ‌های شماره چهار و هشت که کم ترین عملکرد را داشتند برتری معنی‌داری نشان دادند (جدول ۳). با محاسبه شاخص حساسیت به تنش (SSI) معلوم شد که ژنوتیپ شماره هفت در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها از حساسیت کم تری برخوردار بود و بیش ترین حساسیت مربوط به ژنوتیپ‌های شماره یک و سه بود. براساس شاخص میانگین بهره‌وری (MP) ژنوتیپ‌های شماره شش و یک به‌ترتیب به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند. براساس این شاخص ژنوتیپ‌های شماره دو، چهار و هشت با کسب کم ترین مقادیر شاخص مذکور به عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند. براساس شاخص تحمل به تنش (STI) و شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) بیش ترین تحمل مربوط به ژنوتیپ‌های شماره شش و یک بود. هم چنین ژنوتیپ‌های شماره دو، چهار و هشت به‌عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند. به نظر می‌رسد بتوان ژنوتیپ‌های شماره شش و یک را به عنوان ژنوتیپ‌های با عملکرد مطلوب برای کشت در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی در نظر گرفت. از سوی دیگر ژنوتیپ‌های شماره دو، چهار و هشت به لحاظ شاخص‌های MP، GMP و STI کم ترین مقادیر را به خود اختصاص دادند و به لحاظ عملکرد نیز در هر دو شرایط وضعیت مطلوبی نداشتند (جدول ۳). بنابراین، ژنوتیپ‌های فوق از وضعیت مناسبی برای کشت در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی برخوردار نیستند.

Archive of SID

www.SID.ir

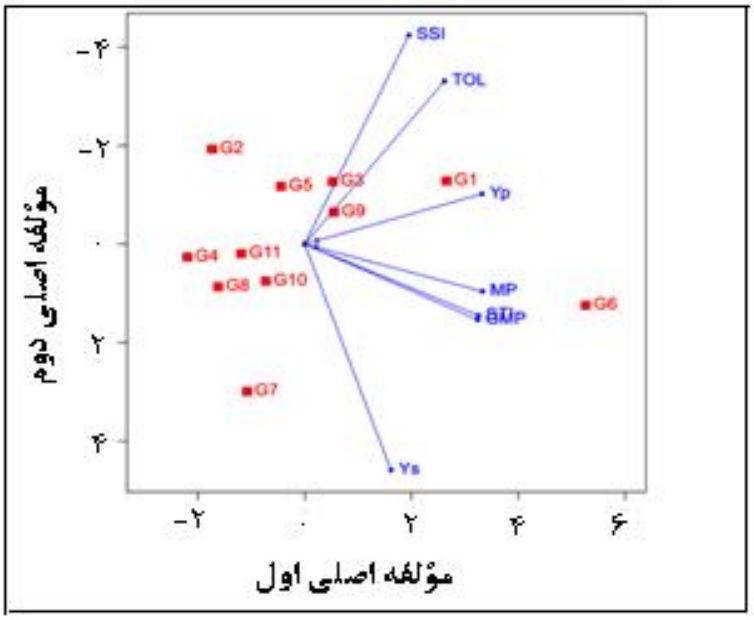
جدول ۳: مقادیر مؤلفه‌های اصلی اول و دوم و شاخص‌های تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های گندم دوروم

شماره	شجره ژنوتیپ‌ها	PCA_1	PCA_2	YS	YP	TOL	MP	GMP	STI	SSI
۱	BCR//MEMO/GOO/3/STJ7	۲/۶۶	-۱/۲۸	۴۰۸۸	۷۱۱۷	۳۰۲۸	۵۶۰۳	۵۳۷۴	۱/۰۹	۲/۱۱
۲	ALTAR84/STN/WDZ-2ICD92-MABL-0238-4AP-0AP-5AP-0TR-15AP-0AP	-۱/۷۳	-۱/۹۳	۳۷۱۶	۵۹۵۲	۲۲۳۷	۴۸۳۴	۴۶۹۱	۰/۸۳	۱/۹۰
۳	DON-MD 81-36	۰/۵۲	-۱/۲۷	۳۹۶۶	۶۵۱۶	۲۵۴۹	۵۲۴۱	۵۰۷۱	۰/۹۷	۱/۹۵
۴	STJ3//BCR/LKS4 ICD94-0994-CABL-10AP-0AP-2AP-0AP	-۲/۲۰	۰/۲۶	۴۰۶۱	۵۷۰۲	۱۶۴۱	۴۸۸۲	۴۷۶۱	۰/۸۵	۱/۳۶
۵	OUASERL-1 ICD96-0758-C-2AP-0AP-5AP-0AP	-۰/۴۴	-۱/۱۷	۳۹۳۶	۶۲۲۵	۲۲۸۹	۵۰۸۰	۴۹۳۲	۰/۹۲	۱/۸۸
۶	GA//2*CHEN/ALTAR 84	۵/۲۶	۱/۲۴	۴۶۹۹	۷۵۲۰	۲۸۲۱	۶۱۱۰	۵۹۴۱	۱/۳۳	۱/۹۲
۷	AGAR1/5/SHEA/STK//BIT3/KYP/4/CHAH	-۱/۰۸	۲/۹۹	۴۶۱۱	۵۷۶۶	۱۱۵۵	۵۱۸۹	۵۱۲۷	۰/۹۹	۰/۹۲
۸	D86135/ACO89//PORRON_ 4/3/SNITAN CDSS96Y00582S-1M-0Y-0M-0Y-0B-3Y	-۱/۶۲	۰/۸۶	۴۲۰۲	۵۷۶۷	۱۵۶۵	۴۹۸۴	۴۹۰۶	۰/۹۱	۱/۳۲
۹	DUKEM/3/RUFF/FGO//YAV79/6/CGEN/ALTAR 84/4/CDSS97Y00407S-9Y-0M-0Y-0B-0B-1Y	۰/۵۵	-۰/۶۵	۴۰۸۳	۶۴۴۸	۲۳۶۵	۵۲۶۶	۵۱۲۸	۰/۹۹	۱/۸۶
۱۰	SHAG_26/SNITAN CDSS96Y00415S-1Y-0M-0Y-1B-0Y-0B-0B	-۰/۷۳	۰/۷۵	۴۲۴۸	۵۹۸۹	۱۷۴۲	۵۱۱۸	۵۰۳۷	۰/۹۶	۱/۴۶
۱۱	DEHDASHT (CHECK)	-۱/۱۹	۰/۱۹	۴۱۳۱	۵۸۹۳	۱۷۶۳	۵۰۱۲	۴۹۲۷	۰/۹۲	۱/۵۶

Archive of SID

www.SID.ir

با استفاده از تجربه به مؤلفه‌های اصلی، دو مؤلفه اول در مجموعه ۹۹/۷ درصد از تغیرات موجود بین داده‌ها را توجیه نمودند. استفاده از این دو مؤلفه و چشم‌پوشی از سایر مؤلفه‌ها تنها موجب از دست رفتن بخش ناچیزی از تغییرات شده و بدین لحاظ ترسیم بای پلات بر اساس دو مؤلفه اول و دوم صورت گرفت (شکل ۱). برای بررسی رابطه بین شاخص‌های کمی تحمل به خشکی و عملکرد دانه در شرایط تنش شدید و ملایم از یک نمودار چند متغیره موسوم به بای‌پلات استفاده شد. در فضای بای‌پلات ژنوتیپ‌ها در گروه‌های مشخصی قرارگرفتند که مرتبط با میانگین عملکرد و تحمل آن‌ها به کمبود آب است. مؤلفه اول درصد بالایی از کل تغییرات را شامل می‌شود (جدول ۴). این مؤلفه هم‌بستگی مثبت و نسبتاً بالایی را با عملکرد در شرایط تنش رطوبتی شدید و ملایم و شاخص‌های GMP،MP و STI نشان داد که شاخص‌های مرتبط با عملکرد را در برمی‌گیرد و بنابراین، این مؤلفه به عنوان مؤلفه پتانسیل عملکرد نام گذاری می‌شود. مؤلفه اول، ژنوتیپ‌های دارای پتانسیل عملکرد بالا و متحمل به خشکی را از ژنوتیپ‌هایی با میانگین عملکرد پایین و حساس جدا می‌کند. ژنوتیپ‌های انتخاب شده براساس این مؤلفه دارای SSI و TOL پایین هستند. دومین مؤلفه ۲۹/۷ درصد از تغییرات کل داده‌ها را تفسیر نموده و با عملکرد در شرایط تنش هم‌بستگی منفی و با شاخص‌های TOL و SSI هم‌بستگی مثبت و بالایی داشت. بنابراین، این مؤلفه را می‌توان مؤلفه حساسیت به خشکی نام گذاری کرد، زیرا این مؤلفه قادر به جداسازی ژنوتیپ‌های با عملکرد پایین در شرایط تنش و مقادیر بالای TOL و SSI می‌شود. با توجه به دو مؤلفه، ژنوتیپ‌ها در گروه‌های مشخص قرار می‌گیرند که مرتبط با میانگین عملکرد دانه و تحمل به تنش آن‌ها است. نمودار بای‌پلات (شکل۱) نشان دادکه ژنوتیپ شماره شش در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص‌های مهم تحمل به خشکی و گرما یعنی GMP،MP و STI قراردارد.



شکل۱: بای‌پلات حاصل از دو مؤلفه اول تجزیه به مؤلفه‌های اصلی شاخص‌های تحمل به خشکی، YP و YS

www.SID.ir

جدول۴: مقادیر و بردارهای ویژه شاخص‌های مورد استفاده در تجزیه به مؤلفه اصلی در شرایط تنش شدید و ملایم

شاخص‌های	مؤلفه اصلی	
مورد استفاده	اول	دوم
مقادیر ویژه	۴/۹۰	۲/۰۷
سهم تجمعی(درصد)	۰/۷۰	۰/۲۹۷
YS	-۰/۲۱۷	-۰/۶۰۸
YP	-۰/۴۴۲	۰/۱۳۸
TOL	-۰/۳۴۷	۰/۴۴۱
MP	-۰/۴۴۴	-۰/۱۲۵
GMP	-۰/۴۳۲	-۰/۲۰۲
SSI	-۰/۲۵۷	۰/۵۶۶
STI	-۰/۴۳۲	-۰/۱۹۸

ژنوتیپ‌های شماره نه، سه و پنج در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص‌های مهم تحمل به خشکی قرار نداشتند و بیش تر به سمت بردارهای SSI و TOLتمایل داشتند، بنابراین، حساس به خشکی ارزیابی شدند. ژنوتیپ شماره یک بین این دو گروه ژنوتیپ و در مجاورت بردار YP قرار گرفت که زاویه کم تری با شاخص‌های GMP،MP و STI داشت. بنابراین، این ژنوتیپ نیمه‌حساس به خشکی می‌باشند. هم‌چنین، نمودار بای‌پلات زاویه بین شاخص‌های انتخابی GMP،MP و STI را حاده نشان می‌دهد که دلالت بر وجود هم‌بستگی بالا بین این شاخص‌ها است. وجود هم‌بستگی بالا بین دو شاخص TOL و SSI نسبت به سایر شاخص‌ها نیز در نمودار بای‌پلات مشهود است. ضرایب هم بستگی بین شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد ژنوتیپ‌های گندم دوروم در دو شرایط تنش شدید و ملایم در جدول شماره پنج درج گردیده است. شاخص‌هایی که در شرایط تنش شدید و ملایم هم بستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه داشته باشند به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها انتخاب می‌گردند، زیرا قادر به تفکیک ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو شرایط هستند (Fernandez, 1992). ضرایب هم بستگی بین شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم در شرایط تنش شدید و ملایم نشان داد که بین شاخص‌های میانگین بهره وری(MP)، شاخص تحمل به تنش(STI) و میانگین هندسی بهره‌وری(GMP) با عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش ملایم (آبیاری تکمیلی) هم بستگی مثبت و بسیار معنی‌دار مشاهده می‌شود و شاخص‌های تحمل به تنش(STI) و میانگین هندسی بهره‌وری(GMP) با عملکرد در شرایط تنش شدید (دیم) هم بستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ نشان دادند. بنابراین، می‌توان شاخص‌های شاخص تحمل به تنش و میانگین هندسی بهره وری را به عنوان بهترین شاخص‌ها برای انتخاب لاین‌های متحمل به خشکی که در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۵: ضرایب همبستگی بین شاخص‌های تحمل به خشکی، مقادیر اختلاف دمای کانوپی و عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها

شاخص	YP	TOL	MP	GMP	SSI	STI	ZG49R	ZG54R	ZG71R	ZG49IR	ZG54IR
YP											
TOL	۰/۹۳۶**										
MP	۰/۷۸۲**	۰/۶۵۵*									
GMP	۰/۷۱۸**	۰/۵۸۲*	۰/۹۹۱**								
SSI	۰/۸۶۴**	۰/۹۵۵**	۰/۴۸۲	۰/۴۰۰							
STI	۰/۶۸۰*	۰/۵۴۳*	۰/۹۸۲**	۰/۹۹۵**	۰/۳۷۰						
ZG49R	-۰/۲۸۲	-۰/۳۲۳	-۰/۰۵۵	-۰/۰۰۹	-۰/۴۲۴	۰/۰۲۷					
ZG54R	۰/۰۷۴	۰/۲۴۴	-۰/۰۹۲	-۰/۰۹۲	۰/۲۸۰	-۰/۰۶۲	۰/۱۶۱				
ZG71R	-۰/۱۱۴	-۰/۳۱۵	-۰/۱۵۵	۰/۲۱۰	-۰/۵۱۶*	۰/۲۱۱	۰/۷۰۷**	۰/۲۶۳			
ZG49IR	-۰/۱۴۶	-۰/۲۲۸	۰/۰۰۵	۰/۰۸۲	-۰/۱۹۶	۰/۱۳۸	۰/۴۳۵	۰/۳۱۲	۰/۳۲۳		
ZG54IR	-۰/۳۳۴	-۰/۱۴۲	-۰/۲۱۵	-۰/۱۷۳	-۰/۰۱۸	-۰/۱۲۴	۰/۱۵۶	۰/۳۹۸	-۰/۳۴۹	۰/۴۶۰	
ZG71IR	-۰/۰۸۷	-۰/۰۶۴	۰/۲۱۹	۰/۲۵۱	۰/۲۲۸	۰/۲۴۳	۰/۷۳۵**	-۰/۲۵۱	۰/۸۹۷**	۰/۳۰۰	-۰/۱۹۷

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد بیش تری دارند، معرفی نمود. این نتایج با نتایج حاصل از بررسی‌های محققان زیادی مطابقت داشته وآنها را تأیید می‌کند (۱۳۸۰ ،همکاران و نورمند موید ؛۱۳۸۰ ،همکاران و فرشادفر ؛۱۳۷۷ ،کانونی Fernandez,1992; Khalili *et al.*, 2004;).

شاخص‌های تحمل به خشکی(TOL) و حساسیت به تنش(SSI) با عملکرد در شرایط تنش شدید هم بستگی منفی(به‌ترتیب ۰/۲۲- و ۰/۳۶-) و غیرمعنی‌دار نشان دادند ولی هم بستگی این شاخص‌ها با عملکرد دانه در شرایط تنش ملایم (آبیاری تکمیلی) مثبت (به‌ترتیب ۰/۷۸۲ و ۰/۸۶۴) و کاملاً معنی‌دار بود.

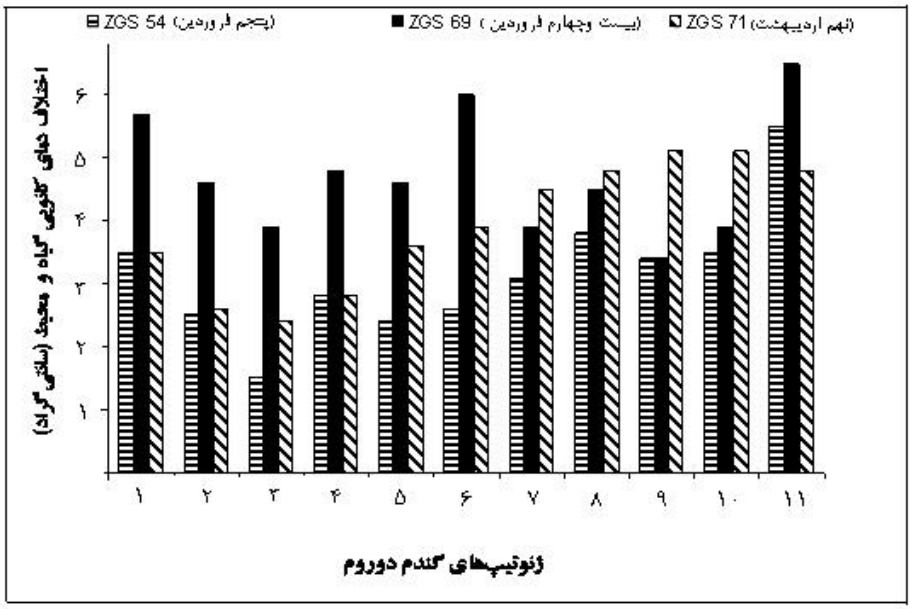
این نتایج با نتایج حاصل از بررسی‌های برخی محققان مطابقت داشته و آن‌ها را تأیید می‌کند (۱۳۸۰ ،همکاران و فرشادفر ;Karimizadeh and Mohammadi, 2011; Zarea-Fizabady *et al.*, 2004).

عملکرد دانه در شرایط تنش شدید با شاخص‌های تحمل (TOL) و حساسیت به تنش (SSI) هم‌بستگی منفی و غیرمعنی‌دار و با شاخص‌های میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) و تحمل به تنش (STI) هم بستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ داشت. عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش ملایم با کلیه شاخص‌ها هم بستگی مثبت و معنی‌دار داشت و بیش ترین هم بستگی عملکرد دانه در این شرایط مربوط به شاخص تحمل (TOL) و حساسیت به تنش(SSI) به‌ترتیب به میزان ۰/۹۳۶ و ۰/۸۶۴ بود که از نظر آماری مثبت و کاملاً معنی‌دار بود. نتایج این بررسی با نتایج تحقیقات نورمند موید و همکاران(۱۳۸۰)، سمیع‌زاده لاهیجی(۱۳۷۵)، نیک‌خواه و همکاران(۱۳۸۵)، گل‌پرور(۱۳۷۹) مطابقت داشت. همان طور که در جدول۵ نشان داده شده است، شاخص (STI) با شاخص‌های GMP، MP هم بستگی مثبت و کاملاً معنی‌دار و با شاخص TOL و عملکرد در شرایط تنش شدید و ملایم هم بستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و با شاخص SSI هم بستگی مثبت و غیرمعنی‌دار نشان داد. شاخص MP با شاخص‌های STI، GMP و عملکرد در شرایط تنش ملایم هم بستگی مثبت و کاملاً معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و با شاخص TOL هم بستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و با شاخص SSI هم‌بستگی مثبت و غیرمعنی‌داری نشان داد که این نتایج با یافته‌های برخی محققین مطابقت داشت (۱۳۸۶ ،یوسفی و رضایی ؛۱۳۷۹ ،گل‌پرور ;Mohammadi *et al.*, 2011). شاخص TOL با شاخص‌های SSI و عملکرد در شرایط تنش رطوبتی ملایم هم بستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، با شاخص GMP، MP و STI هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪، و با عملکرد دانه در شرایط تنش شدید هم‌بستگی منفی و غیرمعنی‌دار نشان دادند. شاخص SSI با شاخص TOL و عملکرد در شرایط تنش ملایم هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، با شاخص‌های MP، STI و GMP هم بستگی مثبت و غیرمعنی‌دار و با عملکرد در شرایط تنش شدید رطوبتی هم بستگی منفی و غیرمعنی‌دار نشان داد. شاخص GMP با شاخص‌های MP، STI و عملکرد در شرایط تنش رطوبتی ملایم هم‌بستگی

Archive of SID

www.SID.ir

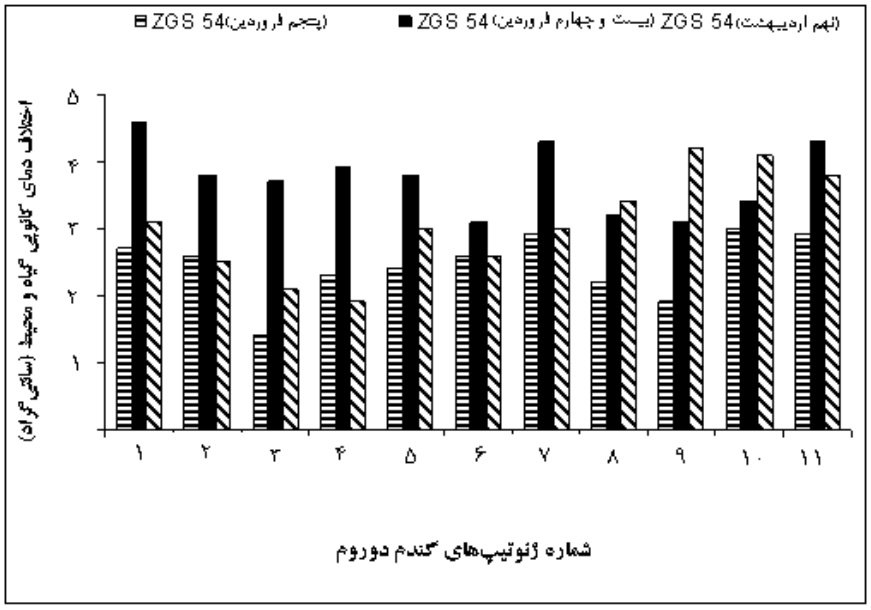
مثبت و کاملاً معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و با شاخص SSI هم بستگی مثبت و غیرمعنی‌دار و با شاخص TOL و عملکرد در شرایط تنش رطوبتی شدید هم بستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ نشان داد. بنابراین برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی بهتر است از شاخص‌های GMP، STI و MP استفاده شود و برای شناسایی ژنوتیپ‌های پرمحصول از شاخص‌های GMP، STI، MP و TOL استفاده گردد و برای شناسایی ژنوتیپ‌های پر محصول و متحمل به خشکی از شاخص‌های GMP، STI و MP استفاده شود. دمای کانوپی گیاهی در سه مرحله رشد گیاهی یعنی ظهور نیمی از سنبله‌ها (معیار زادوکس ۵۴)، ظهور کامل سنبله (معیار زادوکس ۶۹) و پرشدن دانه (معیار زادوکس ۷۱) اندازه‌گیری شد و اختلاف این دما با دمای محیط محاسبه گردید. مقادیر اختلاف دمای کانوپی گیاه و محیط برای دو شرایط دیم(تنش شدید) و آبیاری تکمیلی به‌صورت نمودار در شکل‌های ۲ و ۳ درج شده است.



شکل۲: مقادیر اختلاف دمای کانوپی گیاه و محیط در شرایط دیم (تنش شدید)

با توجه به شکل ۲ در شرایط تنش شدید و در مرحله ظهور نیمی از سنبله‌ها (معیار زادوکس ۵۴) بیش ترین اختلاف دمای کانوپی گیاه و محیط (CTD) مربوط به ژنوتیپ شماره یازده و کم ترین میزان متعلق به ژنوتیپ شماره سه بود. در شرایط آبیاری تکمیلی در مرحله ظهور نیمی از سنبله‌ها هم نتایج تقریباً مشابه با نتایج شرایط دیم بود (شکل ۳). در مرحله ظهور کامل سنبله (معیار زادوکس ۶۹) در شرایط تنش شدید، بیش ترین میزان CTD به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های شماره یازده، شش و یک بود و کم ترین میزان متعلق به ژنوتیپ‌های شماره نه، ده و سه بود (شکل ۲). در شرایط دیم به دلیل آبیاری، اختلاف دمای کانوپی و محیط کم تر از شرایط دیم شد ولی نتایج تقریباً مشابه با شرایط دیم بود (Evett *et al.*, 1996) (شکل ۳).

www.SID.ir



شکل۳: مقادیر اختلاف دمای کانوپی گیاه و محیط در شرایط آبیاری تکمیلی (تنش ملایم)

نتایج نشان داد که در مرحله ظهور کامل سنبله که یکی از حساس‌ترین مراحل نمو گندم است کانوپی ژنوتیپ‌های شماره یازده، شش و یک کم ترین دما را داشته و بنابراین عمل تنفس گیاهی و سایر فعالیت‌های متابولیکی گیاهی به طور مطلوب‌تری انجام گرفته و باعث افزایش کارایی گرده‌افشانی، زنده‌مانی بیشتر دانه‌های گرده روی مادگی و باروری بیش تر مادگی گل در گندم خواهد شد (Balota *et al*., 2008). در مرحله پرشدن دانه (معیار زادوکس ۷۱) بیشترین میزان CTD به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های شماره نه، ده و یازده بوده و ژنوتیپ شماره شش هم اختلاف یک ۱/۱ درجه سانتی گرادی با این ژنوتیپ‌ها نشان داد. کم ترین میزان CTD متعلق به ژنوتیپ‌های شماره سه، چهار و پنج بود. در این مرحله خنکی هوا در آخر فصل رشد باعث شد که گیاه در شرایط مطلوبی قرار گیرد و از طرفی ژنوتیپ‌هایی که بتوانند خنک‌ترین دمای را برای کانوپی خود فراهم کنند، میزان پرشدن دانه را افزایش داده و موجب بالارفتن وزن هزاردانه گندم خواهند شد. البته صرف نظر از شرایط آبی در خاک، ساختار هندسی یک ژنوتیپ و خصوصیات برگ و آرایش آنها از عوامل بسیار مهم در CTD می‌باشد و احتمالاً ژنوتیپ‌های برتر در این زمینه دارای فرم مطلوب کانوپی بودند که موجب کاهش نفوذ نور به داخل کانوپی گیاه و کاهش دما در این منطقه شده است، هم چنین جذب مطلوب آب از خاک توسط گیاه و داشتن تعرق مناسب به عنوان یک مکانیسم خنک‌کننده بسیار مهم می‌تواند موجب کاهش دما در منطقه کانوپی گردد. در این مرحله سه ژنوتیپ ذکر شده (نه، ده و یازده) به همراه ژنوتیپ شماره شش دارای خنک‌ترین کانوپی بوده و توانستند به‌عنوان ژنوتیپ‌های منتخب برای عملکرد بالا در نظر گرفته شوند. ضرایب هم بستگی اسپیرمن مقادیر CTD در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی با شاخص‌های

Archive of SID

www.SID.ir

تحمل به خشکی و عملکرد دانه نشان داد که هیچکدام از مراحل اندازه‌گیری CTD هم بستگی معنی‌دار با شاخص‌های خشکی نداشت به‌جز ZG71 در شرایط دیم که با شاخص SSI هم بستگی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال۵٪ نشان داد. میزان CTD در مرحله زادوکس ۴۹ در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی و هم چنین در مرحله زادوکس ۷۱ شرایط دیم هم بستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه در شرایط دیم نشان دادند بنابراین هر چه میزان CTD در این مراحل بیش تر باشد میزان عملکرد دانه نیز بیش تر خواهد بود این نتایج با یافته‌های برخی محققین تطابق دارد (Karimizadeh and Mohammadi, 2001; Mohammadi *et al*., 2011; Pinter and Reginato, 1982). با توجه به راحتی استفاده از دماسنج کانوپی پیشنهاد می‌شود این صفت در تحقیقات مورد استفاده قرار گیرد تا بتوان ژنوتیپ‌های با پتانسیل بالا را بهتر شناسایی کرد.

منابع

-**سمیع‌زاده لاهیجی، ح.، ۱۳۷۵**. بررسی تنوع فنوتیپی وژنوتیپی صفات کمی وکیفی و هم‌بستگی آن‌ها با عملکرد نخود سفید. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

-**فرشادفر، ع.، زمانی، م.، مطلبی، م. و امام‌جمعه، ع.، ۱۳۸۰**. انتخاب برای مقاومت به خشکی در لاین‌های نخود. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۲، صفحات ۷۶-۶۵.

-**کانونی، ه.، ۱۳۷۷**. بررسی و تجزیه علیت صفات موثر بر عملکرد دانه در ارقام نخود تحت شرایط دیم استان لرستان. چکیده مقالات کنگره زراعت و اصلاح‌نباتات، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال کرج، ص۳۲۹.

-**گل‌پرور، ا.ر.، ۱۳۷۹**. ارزیابی تعدادی از ژنوتیپ‌های گندم در دو محیط بدون تنش و تنش خشکی و تعیین بهترین صفات گزینش در دو محیط. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح‌نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

-**نورمند موید، ف.، رستمی، م.ع. و قنادها، م.، ۱۳۸۰**. ارزیابی شاخص‌های مقاومت به خشکی درگندم نان. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد۳۲، شماره ۴، صفحات ۸۰۵-۷۹۵.

-**نیک‌خواه، ر.ا.، کوچکی، ع. و یزدان‌سپاس، ا.، ۱۳۸۵**. اثر تنش خشکی آخر فصل روی عملکرد دانه و برخی صفات مورفولوزیکی در ژنوتیپ‌های گندم. مجله علوم زراعی ایران، جلد ۸، شماره ۱، صفحات ۲۹-۱۴.

-**یوسفی، آ. و رضایی، ع. ۱۳۸۶**. ارزیابی تحمل به خشکی در لاین‌های گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۴۲، شماره ۱، صفحات ۱۳۴-۱۲۳.

-**Baker, R.J., 1994.** Breeding methods and selection indices for improved tolerance to biotic and abiotic stresses in cool season food legumes Euphytica 73: 49-59.

Archive of SID

www.SID.ir

-**Balota, M., Peters, T.R., Payne, W.A., Evett, S.R., 2008.** Morphological and physiological traits related with canopy temperature depression in three-closely related wheat lines. Crop Sci. 48:1897-1910.

-**Blum, A., 1988.** Plant Breeding for Stress Environments. CRC press, Boca Raton, FL. pp. 38-78.

-**Blum, A., Mayer, J. and Gozlan, G., 1982.** Infrared thermal sensing of plant canopies as a screening technique for dehydration avoidance in wheat. Field Crops Res 5: 137-146.

-**Ehrler, W.L., 1972.** Cotton leaf temperatures as related to soil water depletion and meteorological factors. Agron. J. 65: 404-409.

-**Evett, S.R., Howell, T.A., Schneider, A.D., Upchurch, D.R. and Wanjura, D.F., 1996.** Canopy temperature based automated irrigation control. pp. 207–213. In Camp C.R., (ed) Proc. Int. Conf. Evaporation and Irrigation Scheduling, San Antonio, TX 3-6 Nov 1996. Am. Soc. Agric. Eng. St. Joseph MI.

-**Fernandez, G.C.J., 1992.** Effective Selection Criteria for Assessing Plant Stress Tolerance. In: C.G. Kuo. (eds), Adaptation of food crops to temperature and water-stress, AVRDC, Shanhua, Taiwan. pp. 257-270.

-**Fischer, R. and Mourer, R., 1987.** Drought resistant in spring wheat cultivar. I. Grain responses. Australian Journal of Agriculture research 29: 895-97.

-**Hatfield, J.L., 1982.** The utilization of thermal infrared inputs from grain sorghum as methods of assessing irrigation requirements. Irrig. Sci. 3: 259-268.

-**Hatfield, J.L., Quinsenberry, J.E. and Dilbeck, R.E., 1987.** Use of canopy temperature to identify water conservation in cotton germplasm. Crop Sci. 27: 269-273.

-**Idso, S.B., Reginato, R.J., Clawson, K.L. and Anderson, M.G., 1984.** On the stability of non-water-stressed baselines. Agric. For. Meteorol. 32: 177-182.

-**Jackson, R.D., Idso, S.B., Reginato, R.J. and Pinter, P.J., 1981.** Canopy temperature as a crop water stress index. Water Resour. Res. 17: 1133-1138.

-**Karimizadeh, R. and Mohammadi, M., 2011.** Association of canopy temperature depression with yield of durum wheat genotypes under supplementary irrigated and rainfed conditions. Australian Journal of Crop Science. 5: 138-146.

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

Archive of SID

www.SID.ir

-**Mohammadi, M., Karimizadeh, R. and Abdipour, M., 2011.** Evaluation of drought tolerance in bread wheat genotypes under dryland and supplemental irrigation conditions. Australian Journal of Crop Science, 5(4), 487-493.

-**Pinter, P.J. and Reginato, R.J., 1982.** A thermal infrared technique for monitoring cotton water stress and scheduling irrigations. Trans. ASAE. 25: 1651-1655.

-**Ramirez, and J.D. Kelly, J.D., 1998.** Traits related to drought resistance in common bean. Euphytica 99: 127-136.Sands, D. M. 1986. Farming sYStem research: Clarification farms and concepts. EXP. Agric.22:87-104.

-**Rashid, A., Stark, J.C., Tanveer, A. and Mustafa, T., 1999.** Use of canopy temperature measurements as a screening tool for drought tolerance in spring wheat. J. Agron. Crop Sci. 182: 231-237.

-**Reynolds, M.P., Singh, R.P., Ibrahim, A., Ageeb, O.A.A., Larque Saavedra, A. and Quick, J.S., 1998.** Evaluating Physiological traits to complement empirical selection for wheat in warm environments. Euphytica 100: 84-95.

-**Rosille, A.A. and Hambilin, J., 1981.** Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Sci. 21: 43-46.

-**Srivastava, J.P., Acevedo, E. and Varma, S., 1987.** Drought tolerance in winter cereal. John Wiley. Chapter 6: 79-87.

-**Stapper, M., 2007.** Crop Monitoring and Zadoks Growth Stages for Wheat. CSIRO, Australia.

-**Trethowan, R. and Pfieffer, W., 1999.** Challenges and future strategies in breeding wheat for adaptation to drought stress environments. http://www.cimmyt. org / ABC/Map/ research -tools-results/wsmolecular.

-**Zadoks, J.C., Chang, T.T. and Konzak, C.F., 1974.** A decimal code for growth stages of cereals. Weed Res. 14: 415-421.

-**Zarea-Fizabady, A. and Ghodsi, M., 2004.** Evaluation of yield components of facultative and winter bread wheat genotypes (*Triticum aestivm* L.) under different regimes in Khorasun province in Iran. Agron. J. 3:184-187.

Archive of SID

www.SID.ir