Archive of SID

انتخاب ژنوتیپ‌های گندم متحمل به تنش خشکی پایان فصل برای عملکرد دانه و شاخص برداشت

مرتضی عسکر[۱]، امیر یزدان سپاس[۲] و محمدرضا داداشی[۳]

چکیده

به‌منظور بررسی واکنش ژنوتیپ‌های گندم نان نسبت به تنش خشکی پس از مرحله‌ی گل‌دهی و تعیین ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی، این آزمایش با ۱۸ ژنوتیپ گندم نان در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو شرایط نرمال و تنش خشکی طی سال‌های زراعی ۸۴-۱۳۸۳ و ۸۵-۱۳۸٤ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کرج اجرا شد. تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سال، آبیاری، ژنوتیپ، اثر متقابل ژنوتیپ × سال برای صفت عملکرد دانه معنی‌دار بودند. از نظر صفت شاخص برداشت فقط اثر آبیاری و ژنوتیپ معنی‌دار بود. بر اساس شاخص‌های حساسیت به تنش و تحمل، ژنوتیپ C-83-7 و بر اساس شاخص‌های تحمل به تنش، میانگین هندسی عملکرد و شاخص بهره‌وری ژنوتیپ C-83-8 به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل انتخاب شدند. ضرایب همبستگی این شاخص‌ها با یکدیگر در مورد MP و GMP و STI معنی‌دار شد و با توجه به این که شاخص STI با شاخص‌های GMP، MP، TOL و SSI همبستگی معنی‌دار داشت و هم چنین با توجه به این که این شاخص به طور مؤثر ژنوتیپ‌های گروه A را از سایر گروه‌ها تفکیک کرد، بنابراین به عنوان مناسب‌ترین شاخص برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی شناخته شد.

کلمات کلیدی: *تنش خشکی، شاخص برداشت، شاخص‌های حساسیت و تحمل به خشکی و عملکرد دانه.*

تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۲۸ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۱/۱

۱- فرهیخته کارشناسی ارشد اصلاح نباتات و عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان (نویسنده مسئول)
E - mail: Morteza_Askar@Yahoo.com
۲- عضو هیئت علمی بخش تحقیقات غلات، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، ایران
۳- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه و بررسی منابع علمی

ایران یکی از کشورهایی است که در اکثر نقاط آن تنش‌های مهم غیرزنده از جمله خشکی، شوری، گرما و سرما موجب کاهش عملکرد و از بین رفتن حاصل‌خیزی خاک گردیده است (اسماعیل و همکاران، ۱۹۹۹). گندم مهم‌ترین گیاه زراعی در ایران و جهان می‌باشد. گندم به عنوان منبع عمده‌ی تأمین کالری و پروتئین مورد نیاز جمعیت کشور بوده به‌طوری‌که ۷۵ درصد پروتئین و ٦٥ درصد کالری دریافتی روزانه‌ی هر فرد را تشکیل می‌دهد (خدابنده، ۱۳۷۷؛ عبدمیشانی و جعفری شبستری، ۱۳٦۷؛ کریمی، ۱۳۷۱). گندم علاوه بر تأمین انرژی مورد نیاز روزانه، قسمت اعظم پروتئین، املاح و ویتامین‌های گروه B را نیز تأمین می‌کند (رجب زاده، ۱۳۸۰).

تنش خشکی به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن سلول‌ها و بافت‌ها در وضعیتی قرار می‌گیرند که تورژسانس آن‌ها کامل نباشد. از طرفی این تنش، زمانی روی می‌دهد که آب موجود در خاک کاهش می‌یابد و شرایط جوی به دفع آب از طریق تبخیر و تعرق کمک می‌کند و به این ترتیب علت اصلی تنش در گیاه افزایش تلفات آب، کافی نبودن جذب آب و یا ترکیبی از این دو می‌باشد (وهاب زاده و علیزاده، ۱۳۷۳). برخی از محققین تنش خشکی را به معنی نبود یا کمبود رطوبت در مراحل حساس رشد گیاه تعریف نموده‌اند (ویتز، ۱۹۷۷) و برخی دیگر خشکی را به معنی کمبود طولانی رطوبت خاک و یا ذخیره ی آب در ریشه‌ی گیاه می‌دانند (برزعلی و همکاران، ۱۳۸۳). آسانا (۱۹۷٦) خشکی را به عنوان آب و هوای خشک ادامه دار برای مدتی (بدون بارندگی) تعریف می‌کند.

رینولدز و همکاران (۲۰۰۰) با بررسی گندم‌های مختلف در سیمیت به این نتیجه رسیدند که در گندم یک رابطه‌ی خطی بین تنش خشکی و عملکرد دانه وجود دارد که بیان گر متحمل بودن گندم نسبت به خشکی است. ولی در گیاهانی مثل ذرت اگر دوره‌ی گرده افشانی آن‌ها با یک بحران خشکی مواجه شود به کلی از بین می‌روند. فیشر و مورر (۱۹۷۸) در آزمایشی که به‌منظور بررسی مقاومت به خشکی تعدادی از واریته‌های گندم بهاره‌ی پا کوتاه و پا بلند در محیط‌هایی با شدت خشکی متفاوت انجام دادند، نتیجه گرفتند که تیمارهای خشکی، عملکرد دانه را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهند و تیمارهای خشکی ملایم‌تر منجر به کاهش نسبی بیشتر وزن دانه‌ها در مقایسه با تعداد دانه می‌شوند. در صورتی که خشکی شدید موجب کاهش بیشتر تعداد دانه می‌شود. در آزمایش آنان همبستگی بین Yp و شاخص حساسیت به خشکی مثبت و معنی‌دار بود. کمترین مقدار این شاخص مربوط به واریته‌های پا بلند بود در حالی که واریته‌های پا کوتاه تحمل نسبی نشان دادند. لذا به علت این که گندم‌های پا کوتاه پتانسیل عملکرد بالاتری نسبت به ارقام پا بلند داشتند، ارقام پا بلند تنها تحت شرایط تنش شدید خشکی می‌توانند بر ارقام پا کوتاه مزیت داشته باشند. در این آزمایش ارقام پا بلند ۱۹ درصد کاهش در Yp و ۱۵ درصد کاهش در Ys نسبت به ارقام پا کوتاه نشان دادند.

عملکرد یک رقم در شرایط تنش ممکن است مستقل از عملکرد آن در شرایط مطلوب باشد. جهت تعیین نحوه‌ی تظاهر و عکس العمل ژنوتیپ‌های مختلف در دو محیط تنش و بدون تنش، فرناندز (۱۹۹۲) چهار نوع واکنش را برای ژنوتیپ‌ها قائل شد:

www.SID.ir

Archive of SID

الف) ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالایی در هر دو محیط بدون تنش و تنش دارند (گروه A).

ب) ژنوتیپ‌هایی که صرفاً عملکرد خوبی در شرایط بدون تنش دارند (گروه B).

ج) ژنوتیپ‌هایی که صرفاً عملکرد خوبی در شرایط تنش دارند (گروه C).

د) ژنوتیپ‌هایی که تظاهر ضعیفی در هر دو محیط دارند (گروه D).

از نظر فرناندز (۱۹۹۲) مناسب‌ترین شاخص آن است که بتواند ژنوتیپ‌های گروه A را از سایر گروه‌ها مشخص نماید. یکی از شاخص‌های مورد نظر، شاخص حساسیت به خشکی[1] می‌باشد که برای اولین بار در سال ۱۹۷۸ توسط فیشر و مورر ارائه شد. مقدار کم شاخص حساسیت به خشکی، نشان دهنده‌ی حساسیت کم ژنوتیپ به تنش است. روزیل و هامبلین (۱۹۸۱) شاخص تحمل[2] را به صورت اختلاف عملکرد محیط تنش و بدون تنش و همچنین شاخص میانگین بهره‌وری[3] را به صورت میانگین عملکرد محیط تنش و بدون تنش معرفی نمودند. فرناندز (۱۹۹۲) شاخص STI را تحت عنوان شاخص تحمل به تنش[4] ارایه نمود تا جهت شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو محیط تنش و بدون تنش به کار گرفته شود. بیشتر بودن مقدار عددی این شاخص، نشانه‌ی تحمل بیشتر به تنش و پتانسیل عملکرد بالا در ژنوتیپ است.

فرناندز (۱۹۹۲) شاخص دیگری را تحت عنوان میانگین هندسی عملکرد[5] نیز معرفی نمود. بیشتر بودن مقدار عددی این شاخص، نشانه تحمل بیشتر به تنش می‌باشد. این شاخص در مقایسه با شاخص MP، در تفکیک ژنوتیپ‌های گروه A از سایر گروه‌ها قدرت بیشتری دارد.

همچنین میانگین رتبه ($\overline{R}$) و انحراف معیار رتبه (SDR) برای ۵ شاخص نیز محاسبه شد که میزان پایین ($\overline{R}$) و (SDR) بیانگر برتری ژنوتیپ‌های مورد بررسی است. تاری نژاد (۱۳۷۷) در آزمایشاتی که بر روی ۵۰۰ لاین و ۷۵ توده بومی گندم پاییزه انجام داد با محاسبه‌ی ضرایب همبستگی ساده بین شاخص‌های تحمل به خشکی از قبیل GMP، TOL، SSI، STI و MP مشاهده نمود که ضرایب همبستگی TOL با GMP غیر معنی‌دار و ضریب همبستگی MP با TOL مثبت و معنی‌دار بود. شاخص GMP نسبت به MP در جداسازی ژنوتیپ‌ها موثرتر بوده وMP صرفا ژنوتیپ‌هایی با قدرت تحمل کم به تنش را گزینش نمود. ضریب همبستگی ساده ی STI با Yp، Ys و SSI به‌ترتیب برابر با ۰/۷۷، ۰/۸۹ و ۰/۳۲ به دست آمد. بنابراین مقدار بیشتر STI برای یک ژنوتیپ، نشانگر تحمل نسبی به تنش و پتانسیل عملکرد بیشتر می‌باشد پس می‌توان اظهار داشت که این شاخص در جداسازی ژنوتیپ‌های پر محصول و پایدار، موثرتر از سایر شاخص‌ها است. از نظر کاربردی در صورتی که دو رقم دارای شاخص تحمل به خشکی (STI) تقریبا یکسانی باشند، رقمی مطلوب‌تر خواهد بود که TOL کمتری داشته باشد.

هدف از اجرای این آزمایش، مقایسه‌ی ۱۸ ژنوتیپ پیشرفته‌ی گندم نان زمستانه و بینابین با یکدیگر به منظور گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و دست یابی به ارقامی با عملکرد بالا و متحمل به تنش خشکی پس از

1 . *stress susceptibility index*
2 . *tolerance*
3 . *mean productivity*
4 . *stress tolerance index*
5 . *geometric mean productivity*

www.SID.ir

Archive of SID

مرحله‌ی گل‌دهی جهت کشت در مناطق سردسیر کشور و بررسی همبستگی بین شاخص‌های محاسبه شده می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق بر روی ۱۸ ژنوتیپ گندم نان در یک آزمایش مقایسه‌ی عملکرد در سال‌های زراعی ۸۴- ۱۳۸۳ و ۸۵- ۱۳۸٤ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کرج به مورد اجرا گذاشته شد. شجره‌ی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. محل اجرای آزمایش دارای عرض جغرافیایی ۳٦/۵۷ درجه شمالی و ارتفاع ۱۲۳۱ متر از سطح دریا بود. این ارزیابی در دو آزمایش جداگانه شامل محیط تنش و بدون تنش بعد از گلدهی انجام شد. هر دو آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار بودند. کود مصرفی بر اساس آزمون خاک با فرمول ۵۰-۹۰-۱۲۰ بوده که کود پتاس از منبع سولفات پتاسیم، کود فسفره از منبع فسفات آمونیوم به صورت پایه و کود نیتروژنه از منبع اوره در دو نوبت پایه و سرک به مصرف رسید. در این آزمایش هر ژنوتیپ در یک کرت با ابعاد ٤/۸=۱/۲×٤ مترمربع با تراکم ٤۵۰ بذر در متر مربع و با در نظر گرفتن وزن هزار دانه برای هر ژنوتیپ کشت گردید و در زمان برداشت با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت مساحت برداشت ۳/٦ مترمربع در نظر گرفته شد. عملیات آبیاری در آزمایش بدون تنش به صورت نشتی شامل یک نوبت آبیاری پاییزه و ٤ نوبت آبیاری بهاره بود. آبیاری در آزمایش تنش شامل یک نوبت آبیاری پاییزه و ۲ نوبت آبیاری بهاره قبل از مرحله‌ی گل‌دهی انجام گرفت و عملیات آبیاری پس از مرحله‌ی گل‌دهی متوقف و تا زمان برداشت، آبیاری صورت نگرفت. صفات مورد اندازه‌گیری شامل عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار و شاخص برداشت بر حسب درصد بود. تجزیه واریانس مرکب بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. برای این کار از نرم افزارهای SAS و Excel استفاده شد. از شاخص‌های حساسیت و تحمل به خشکی مانند SSI، Tol، MP، GMP و STI نیز برای تشخیص ژنوتیپ (های) متحمل به خشکی و دارای عملکرد مطلوب در هر دو شرایط آزمایش استفاده گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- شجره ی ژنوتیپ‌های مورد استفاده در تحقیق

ژنوتیپ	شجره	منشا
C-83-1	Shahriyar	-
C-83-2	C-79-16	-
C-83-3	Spn/Mcd//Cama/3/Nzr/4/Passarinho	کرج
C-83-4	Ures81//HD2206/Hark"s"/3/Lov24/Coc75/4/MV17//Opata*2/Wao	کرج
C-83-5	Evwyt2/Azd//Rsh*2/10120/3/Ombu1/Alamo	کرج
C-83-6	Falat//Shi#4414/Crow"s"	مشهد
C-83-7	Alvand//NS732/Her	میاندوآب
C-83-8	130L1.11//F35.70/Mo73/4/Ymh/Tob//Mcd/3/Lira	WWON-IR
C-83-9	Vorona/Kauz	FEFWSN
C-83-10	Pnr2548/Star1	WWON-IR
C-83-11	Agri/Nac//Attila	WWON-IR
C-83-12	Alvd//Aldan/Ias58/3/40-73-17	کرج
C-83-13	GF-gy54/5/Gds/4/Anza/3/Pi/Nar//Hys/6/1-66-76/Passarinho	میاندوآب
C-83-14	GF-gy158/Zrn/4/Hys//Drc*2/7c/3/2*Rsh	میاندوآب
C-83-15	Ghk"s"/Bow"s"//Ning8201	اردبیل
C-83-16	V-83035/1-67-78	اردبیل
C-83-17	Nemura/Star1	WWON-IR
C-83-18	Tast/Sprw//Bll/3/Nwt	FAWWON

نتایج و بحث:

نتایج تجزیه واریانس مرکب برای دو سال در جدول ۲ ارایه شده است.

اثر سال در سطح احتمال ۵ درصد برای عملکرد دانه معنی‌دار گردید که این موضوع نشان می‌دهد شرایط سال‌های زراعی در کرج متفاوت بوده است. سی و سه مرده و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقات خود بر روی گندم نان، به معنی‌دار بودن اثر فوق در سطح احتمال یک درصد اشاره نمودند. اثر تنش بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد که بیان‌گر تفاوت معنی‌دار شرایط تنش (بدون تنش و تنش بعد از مرحله‌ی گل‌دهی) می‌باشد. احمدی و همکاران (۱۳۷۹) در تحقیقات خود بر روی ذرت، به معنی‌دار بودن اثر فوق در سطح احتمال یک درصد اشاره کردند. اثر ژنوتیپ بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. معنی‌دار شدن اثر فوق حاکی از اختلاف بین توان ژنتیکی ژنوتیپ‌ها در بروز صفت مورد بررسی می‌باشد. گل آبادی و همکاران (۲۰۰۶) و اهدایی (۱۹۹۵) نیز در تحقیقات مشابهی روی گندم اثر ژنوتیپ را معنی‌دار گزارش نمودند. اثر متقابل ژنوتیپ × سال در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود که این مورد با یافته‌های سی و سه مرده و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد. میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش در سال‌های زراعی ۸۵-۱۳۸۳ برابر با ۸۲۱۰ کیلوگرم در هکتار بود، در حالی که در شرایط تنش این میانگین برابر ۶۷۷۲ کیلوگرم در هکتار بود و عملکرد در شرایط تنش ۸۲ درصد عملکرد شرایط بدون تنش بود.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج تجزیه واریانس مرکب برای صفت شاخص برداشت در سال‌های زراعی ۸۴-۱۳۸۳ و ۸۵-۱۳۸٤ در جدول ۲ نشان داده شده است. اثر ژنوتیپ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. معنی‌دار شدن اثر فوق نشان دهنده‌ی تفاوت رفتار ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفت مورد مطالعه می‌باشد. اثر متقابل ژنوتیپ × تنش معنی‌دار نبود که این موضوع بیان گر عدم واکنش ژنوتیپ‌ها نسبت به شرایط آبیاری در مناطق تحت مطالعه می‌باشد. اهدایی (۱۹۹۵) نیز اثر متقابل یاد شده را در تحقیقات خود غیر معنی‌دار گزارش نمود.

جدول ۳ شاخص‌های حساسیت و تحمل به تنش خشکی را برای صفت عملکرد دانه نشان می‌دهد. بر اساس شاخص تحمل به تنش، ژنوتیپ‌های ۸، ۷ و ٦ در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها ضمن احراز بالاترین مقادیر شاخص STI، به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها انتخاب شدند. ژنوتیپ‌های یاد شده از لحاظ میانگین عملکرد نیز در هر دو شرایط بدون تنش و تنش در گروه ژنوتیپ‌های پر محصول قرار داشتند. دو ژنوتیپ ١٤ و ١ نیز بر اساس این شاخص به عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند. بنابر آن‌چه بیان گردید نتیجه گرفته می‌شود که شاخص STI به لحاظ گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو شرایط بدون تنش و تنش از کارایی بالایی برخوردار می‌باشد.

بر اساس شاخص حساسیت به تنش و با توجه به میانگین عملکرد در هر دو شرایط بدون تنش و تنش، ژنوتیپ ۷ در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها از وضعیت بهتری برخوردار بود و کمترین میزان این شاخص را به خود اختصاص داد. دو ژنوتیپ ١٤ و ١ نیز به‌ترتیب بر اساس این شاخص به عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند.

بر اساس شاخص تحمل (TOL)، ژنوتیپ‌های ۷ و ٦ به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها انتخاب شدند. بر اساس شاخص بهره‌وری (MP) به‌ترتیب دو ژنوتیپ ۸ و ٦ به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند. نورمند موید (۱۳۷٦) نیز قبلاً گزارش نموده بود که شاخص MP در یافتن ژنوتیپ‌هایی که پتانسیل عملکرد بالایی داشته و متحمل به تنش می‌باشند از سایر شاخص‌های معرفی شده موفق‌تر می‌باشد. بر اساس این شاخص دو ژنوتیپ ١٤ و ١٨ با کسب کمترین مقادیر شاخص مذکور به عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد ژنوتیپ‌هایی را که شاخص بهره‌وری گزینش نموده در هر دو شرایط بدون تنش و تنش از میانگین عملکرد بالایی برخوردار بودند، بنابراین این شاخص را می‌توان به‌عنوان یک شاخص مناسب جهت تعیین ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی معرفی نمود زیرا که بنا به اظهارات فرناندز (۱۹۹۲) و ریچاردز (۱۹۹٦) شاخص‌هایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش دارای همبستگی بالایی با عملکرد باشند به عنوان بهترین شاخص‌ها قابل معرفی می‌باشند. مقدم و هادی زاده (۱۳۷۹) در تحقیقاتی که بر روی گیاه ذرت انجام دادند، بین شاخص MP و عملکرد در شرایط تنش همبستگی مثبتی را مشاهده نکردند.

www.SID.ir

Archive of SID

محاسبه شاخص میانگین هندسی عملکرد (GMP) بیانگر تحمل بیشتر ژنوتیپ‌های ۸، ٦ و ۷ بود و دو ژنوتیپ ١٤ و ۱ به‌عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها ارزیابی شدند. به طور کلی در این تحقیق لاین‌های شماره ٦، ۷ و ۸ به‌عنوان لاین‌های برتر شناسایی شدند.

جدول ٤ ضرایب همبستگی ساده بین شاخص‌های حساسیت و تحمل به خشکی و عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها را نشان می‌دهد. شاخص میانگین هندسی عملکرد (GMP) همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار با شاخص‌های تحمل به تنش (STI) و شاخص بهره‌وری (MP) و همبستگی منفی و بسیار معنی‌دار با شاخص‌های تحمل (TOL) و حساسیت به تنش (SSI) داشت. شاخص بهره‌وری (MP) دارای همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار با شاخص تحمل به تنش (STI) و دارای همبستگی منفی و بسیار معنی‌دار با شاخص‌های تحمل (TOL) و حساسیت به تنش (SSI) بود. شاخص تحمل (TOL) همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار با شاخص حساسیت به تنش (SSI) و همبستگی منفی و بسیار معنی‌دار با شاخص تحمل به تنش (STI) داشت. تاری نژاد (۱۳۷۷) با آزمایش بر روی لاین‌ها و توده‌های بومی گندم پاییزه گزارش کرد که ضرایب همبستگی TOL با GMP غیر معنی‌دار و ضریب همبستگی MP با TOL مثبت و معنی‌دار است.

شاخص‌های میانگین هندسی عملکرد (GMP)، شاخص بهره‌وری (MP) و تحمل به تنش (STI) دارای همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار با عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش بودند. عبدمیشانی و جعفری شبستری (۱۳٦۷) نیز بین عملکرد ارقام گندم اصلاح شده تحت شرایط تنش و شاخص تحمل به تنش همبستگی معنی‌داری مشاهده کردند. سنجری (۱۳۷۷) در آزمایشی بر روی ارقام و لاین‌های گندم نتیجه گرفت که شاخص تحمل به تنش جهت انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا و متحمل به تنش بسیار مناسب است. نیکخواه (۱۳۷۸) و حق پرست (۱۳۷٤) در مطالعات خود بر روی ارقام گندم نان نتیجه گرفتند که شاخص‌های STI، GMP و MP همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری با عملکرد ارقام در شرایط تنش و بدون تنش خشکی داشته و به همین دلیل مناسب‌ترین شاخص‌ها برای غربال کردن ارقام دارای پتانسیل عملکرد بالا و متحمل به تنش خشکی می‌باشند. سی و سه مرده و همکاران (۲۰۰٦)، گل آبادی و همکاران (۲۰۰٦) و فرشادفر (۲۰۰۲) نیز در تحقیقات خود به این نتایج دست یافتند.

نارایان و میسرا (۱۹۸۹) در آزمایشی که به منظور بررسی مقاومت به خشکی واریته‌های گندم در دو محیط تنش و بدون تنش انجام دادند، میان شاخص حساسیت به خشکی و عملکرد ژنوتیپ‌ها تحت شرایط بدون تنش همبستگی مثبت و معنی‌داری گزارش کردند. همبستگی شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش با عملکرد دانه‌ی ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش به صورت منفی و بسیار معنی‌دار درآمد. اهدایی و همکاران (۱۹۸۸) نیز همبستگی منفی و معنی‌دار شاخص حساسیت به تنش با عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش در سطح احتمال یک درصد گزارش کردند.

جدول ۵ شاخص‌های حساسیت و تحمل به تنش خشکی برای صفت شاخص برداشت (HI) را در کرج نشان می‌دهد. بر اساس شاخص تحمل به تنش (STI) دو ژنوتیپ ۳ و ۹ با اختصاص مقادیر بالایی از شاخص یاد

www.SID.ir

Archive of SID

شده به‌عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند. این دو ژنوتیپ از لحاظ صفت شاخص برداشت در هر دو شرایط بدون تنش و تنش نیز از شرایط خوبی برخوردار بودند. هم چنین دو ژنوتیپ ۱۷ و ۱۳ با اختصاص پایین‌ترین میزان شاخص فوق به عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شده و از لحاظ صفت شاخص برداشت نیز در هر دو شرایط وضعیت مطلوبی نداشتند. از نظر شاخص حساسیت به تنش (SSI) ژنوتیپ‌های ۱۰، ٦ و ۱۲ با کمترین میزان SSI به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند. ژنوتیپ ۱۰ از نظر صفت مذکور در شرایط تنش وضعیت خوبی داشت اما در شرایط بدون تنش چندان قابل توجه نبود. بنابراین این ژنوتیپ علی رغم تحمل زیاد در برابر تنش نمی‌تواند به عنوان یک ژنوتیپ مطلوب در نظر گرفته شود و تنها ژنوتیپ‌های ٦ و ۱۲ با داشتن میانگین مناسب در هر دو شرایط بدون تنش و تنش از لحاظ این شاخص ژنوتیپ‌های برتر شناسایی شدند، زیرا که بنا به گفته فرناندز (۱۹۹۲) بهترین شاخص‌های تعیین ارقام مناسب جهت مناطق خشک آن‌هایی هستند که بتوانند ژنوتیپ‌هایی را که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد بالایی داشته‌اند را گزینش کنند. هم چنین بر اساس این شاخص، ژنوتیپ‌های ٥ و ۱۷ با کسب بیشترین میزان شاخص حساسیت به تنش به عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند. بر اساس شاخص تحمل (TOL) ژنوتیپ ۱۰ با کمترین میزان شاخص یاد شده به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ شناخته شد. بر اساس شاخص بهره‌وری (MP) ژنوتیپ ۳ با داشتن میانگین بالا در هر دو شرایط بدون تنش و تنش به عنوان متحمل‌ترین و برترین و ژنوتیپ ۱۷ با کسب کمترین مقدار MP و میانگین پایین صفت شاخص برداشت به عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ ارزیابی شد. نتایج حاصل از بررسی تحمل ژنوتیپ‌ها با استفاده از میانگین هندسی عملکرد (GMP) نشان داد که همانند شاخص قبلی ژنوتیپ ۳ متحمل‌ترین و برترین ژنوتیپ می‌باشد. هم‌چنین ژنوتیپ‌های ۱۳ و ۱۷ با اختصاص کمترین میزان این شاخص به عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند.

همان‌گونه که ذکر شد ژنوتیپ ۳ بر اساس شاخص‌های STI، MP و GMP و ژنوتیپ‌های ٦ و ۱۰ بر اساس شاخص‌های SSI و TOL به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند. با توجه به میانگین رتبه ($\overline{R}$) و انحراف معیار رتبه (SDR) شاخص‌های حساسیت و تحمل به تنش در کرج، ژنوتیپ‌های شماره ٦ و ۱۲ به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها شناسایی گردیدند.

جدول ٦ ضرایب همبستگی ساده میان شاخص‌های حساسیت و تحمل به خشکی و شاخص برداشت (HI) ژنوتیپ‌ها را در شرایط تنش و بدون تنش نشان می‌دهد. همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار میان شاخص میانگین هندسی عملکرد (GMP) با شاخص‌های تحمل به تنش (STI) و میانگین بهره‌وری (MP) به دست آمد. شاخص بهره‌وری (MP) دارای همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار با شاخص تحمل به تنش (STI) بود. شاخص تحمل (TOL) همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار با شاخص حساسیت به تنش (SSI) نشان داد. شاخص‌های میانگین هندسی عملکرد (GMP)، شاخص بهره‌وری (MP) و تحمل به تنش (STI) دارای همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار با شاخص برداشت در شرایط بدون تنش بود و همبستگی شاخص برداشت با شاخص‌های میانگین هندسی عملکرد (GMP)، شاخص بهره‌وری

www.SID.ir

Archive of SID

(MP) و تحمل به تنش (STI) مثبت و بسیار معنی‌دار و با شاخص حساسیت به تنش (SSI) منفی و معنی‌دار بود. اهدایی و همکاران (۱۹۸۸) نیز به همبستگی منفی و معنی‌دار شاخص حساسیت به تنش با شاخص برداشت اشاره داشتند.

نتیجه‌گیری کلی از بررسی شاخص‌های مورد استفاده در این تحقیق مؤید برتری شاخص‌های MP، GMP و STI در مقایسه با دو شاخص دیگر بود زیرا که سه شاخص یاد شده علاوه بر همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار با یکدیگر، در صفات مورد مطالعه قادر به گزینش ژنوتیپ‌هایی شدند که علاوه بر متحمل بودن به تنش، در هر دو شرایط بدون تنش و تنش از میانگین عملکرد مطلوبی نیز برخوردار بودند. قاجارسپانلو و همکاران (۱۳۷۹)، سنجری (۱۳۷۷) و پرویزی آلمانی و همکاران (۱۳۷۷) در تحقیقات خود به برتری شاخص‌های STI و GMP و نیکخواه (۱۳۷۸) به مطلوبیت هر سه شاخص MP، GMP و STI اشاره نموده بودند.

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار) و شاخص برداشت در شرایط نرمال و تنش خشکی در کرج در سال‌های زراعی ۸۵-۱۳۸۳

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		عملکرد دانه	شاخص برداشت
سال	۱	۴۳۶۰۷۸۰۰*	۰/۳۰
شرایط آزمایش	۱	۱۱۱۷۳۶۹۲۶*	۰/۵۲۴
سال × شرایط آزمایش	۱	۲۲۴۹۷۶	۰/۰۵۲
تکرار	۸	۱۱۹۵۱۴۰	۰/۰۲۳
ژنوتیپ	۱۷	۱۹۵۹۴۳۲**	۰/۰۱۳**
ژنوتیپ×سال	۱۷	۱۴۲۸۴۴۹**	۰/۰۰۵**
ژنوتیپ × شرایط آزمایش	۱۷	۷۵۱۳۰۶	۰/۰۰۲
ژنوتیپ × سال × شرایط	۱۷	۴۳۸۶۷۷	۰/۰۰۲
خطای کل	۱۳۶	۵۷۷۰۷۴	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات (٪)		۱۰/۱	۹/۷۳

* و ** : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- شاخص‌های حساسیت و تحمل به خشکی و رتبه‌بندی آن‌ها برای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم مورد مطالعه در سال‌های زراعی ۸۵-۱۳۸۳

ژنوتیپ	Yp (kg/ha)	R	Ys (kg/ha)	R	STI	R	SSI	R	TOL	R	MP	R	GMP	R	$\overline{R}$	SDR
۱	۸۳۱۴	۸	۵۹۳۱	۱۷	۰/۷۳	۱۷	۱/۶۴	۱۷	۲۳۸۳	۱۷	۷۱۲۳	۱۷	۷۰۲۲	۱۵	۱۶/۶	۰/۸۹
۲	۷۹۲۸	۱۶	۶۷۶۷	۸	۰/۸۰	۱۰	۰/۸۴	۹	۱۱۶۰	۹	۷۳۴۸	۱۰	۷۳۲۵	۱۰	۹/۶	۰/۵۵
۳	۸۰۰۴	۱۴	۶۹۶۹	۷	۰/۸۳	۸	۰/۷۴	۶	۱۰۳۵	۴	۷۴۸۶	۹	۷۴۶۸	۹	۷/۲	۲/۱۷
۴	۸۰۵۱	۱۳	۶۴۰۴	۱۴	۰/۷۶	۱۴	۱/۱۷	۱۳	۱۶۴۶	۱۳	۷۲۲۸	۱۴	۷۱۸۰	۱۴	۱۳/۶	۰/۵۵
۵	۷۶۰۳	۱۸	۶۶۲۹	۱۱	۰/۷۵	۱۵	۰/۷۳	۴	۹۷۴	۳	۷۱۱۶	۱۶	۷۰۹۹	۱۵	۱۰/۶	۶/۵
۶	۸۵۲۹	۳	۷۵۹۷	۳	۰/۹۶	۲	۰/۶۲	۲	۹۳۲	۲	۸۰۶۳	۲	۸۰۵۰	۲	۲/۰۰	۰
۷	۸۴۸۰	۴	۷۶۰۶	۲	۰/۹۶	۲	۰/۵۹	۱	۸۷۵	۱	۸۰۴۳	۳	۸۰۳۱	۳	۲/۰۰	۱/۰۰
۸	۸۷۶۰	۱	۷۶۴۱	۱	۰/۹۹	۱	۰/۷۳	۴	۱۱۱۹	۸	۸۲۰۱	۱	۸۱۸۲	۱	۳/۰۰	۳/۰۸
۹	۸۳۰۱	۹	۶۷۶۵	۹	۰/۸۳	۸	۱/۰۶	۱۱	۱۵۳۶	۱۱	۷۵۳۳	۸	۷۴۹۴	۸	۹/۲	۱/۶۴
۱۰	۸۵۴۲	۲	۷۴۶۰	۴	۰/۹۵	۴	۰/۷۲	۳	۱۰۸۲	۶	۸۰۰۱	۴	۷۹۸۲	۴	۴/۲	۱/۱۰
۱۱	۸۲۷۱	۱۰	۷۱۶۶	۵	۰/۸۸	۵	۰/۷۶	۷	۱۱۰۵	۷	۷۷۱۸	۵	۷۶۹۸	۵	۵/۸	۱/۱۰
۱۲	۸۱۳۶	۱۱	۶۵۳۹	۱۳	۰/۷۹	۱۱	۱/۱۲	۱۲	۱۵۹۸	۱۲	۷۳۳۷	۱۱	۷۲۹۴	۱۱	۱۱/۴	۰/۵۵
۱۳	۷۹۵۰	۱۲	۶۳۹۶	۱۵	۰/۷۷	۱۲	۱/۲۲	۱۵	۱۷۳۷	۱۵	۷۲۶۵	۱۳	۷۲۱۳	۱۲	۱۳/۴	۱/۵۲
۱۴	۸۳۲۷	۱۵	۵۴۳۱	۱۸	۰/۶۴	۱۸	۱/۸۱	۱۸	۲۵۱۹	۱۸	۶۶۹۱	۱۸	۶۵۷۱	۱۸	۱۸/۰۰	۰
۱۵	۸۳۹۸	۷	۶۲۴۶	۱۶	۰/۷۷	۱۲	۱/۴۳	۱۶	۲۰۸۱	۱۶	۷۲۸۷	۱۲	۷۲۱۲	۱۳	۱۳/۸	۲/۰۵
۱۶	۸۴۳۱	۶	۷۰۴۵	۶	۰/۸۸	۵	۰/۹۲	۱۰	۱۳۵۳	۱۰	۷۷۲۲	۶	۷۶۹۲	۶	۷/۴	۲/۴۱
۱۷	۷۶۳۱	۵	۶۷۱۰	۱۰	۰/۸۴	۷	۱/۱۷	۱۳	۱۷۲۱	۱۴	۷۵۷۰	۷	۷۵۲۱	۷	۹/۶	۳/۵۸
۱۸	۷۶۳۱	۱۷	۶۵۹۴	۱۲	۰/۷۵	۱۵	۰/۷۸	۸	۱۰۳۷	۵	۷۱۱۲	۱۷	۷۰۹۳	۱۶	۱۲/۲	۵/۳۶

R = رتبه، $\overline{R}$ = میانگین رتبه برای ۵ شاخص، **SDR** = انحراف معیار رتبه برای ۵ شاخص

جدول ۴- همبستگی شاخص های حساسیت و تحمل به خشکی و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم مورد مطالعه در شرایط تنش و بدون تنش

	GMP	MP	TOL	SSI	STI	Y_P	Y_S
GMP		۰/۹۹۹ **	-۰/۶۷۹ **	-۰/۷۴۲ **	۰/۹۹۹ **	۰/۷۵۲ **	۰/۹۶۲ **
MP			-۰/۶۳۹ **	-۰/۷۰۶ **	۰/۹۹۸ **	۰/۷۸۶ **	۰/۹۴۶ **
TOL				۰/۹۹۶ **	-۰/۶۸۴ **	-۰/۰۲۷	-۰/۸۵۴ **
SSI					-۰/۷۴۶ **	-۰/۱۱۶	-۰/۸۹۷ **
STI						۰/۷۴۷ **	۰/۹۶۳ **
Y_P							۰/۵۴۴ *

* و ** : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- شاخص‌های حساسیت و تحمل به خشکی و رتبه‌بندی آن‌ها برای صفت شاخص برداشت ژنوتیپ‌های گندم مورد مطالعه در سال‌های زراعی ۸۵-۱۳۸۳

ژنوتیپ	Yp	R	Ys	R	STI	R	SSI	R	TOL	R	MP	R	GMP	R	$\overline{R}$	SDR
۱	۰/۴۷	۱۲	۰/۴۵	۷	۰/۸۸	۱۱	۰/۷۰	۷	۰/۰۲	۶	۰/۴۶	۱۱	۰/۴۶	۱۱	۹/۲	۲/۴۹
۲	۰/۴۹	۶	۰/۴۵	۷	۰/۹۲	۸	۱/۳۴	۱۲	۰/۰۴	۱۱	۰/۴۷	۸	۰/۴۷	۵	۸/۸	۲/۷۷
۳	۰/۵۵	۱	۰/۵۱	۱	۱/۱۷	۱	۱/۱۹	۱۱	۰/۰۴	۱۱	۰/۵۳	۱	۰/۵۳	۱	۵/۰۰	۵/۴۸
۴	۰/۴۷	۱۲	۰/۴۳	۱۵	۰/۸۴	۱۳	۱/۴۰	۱۵	۰/۰۴	۱۱	۰/۴۵	۱۳	۰/۴۵	۱۲	۱۲/۸	۱/۴۸
۵	۰/۴۸	۹	۰/۴۳	۱۵	۰/۸۶	۱۲	۱/۷۱	۱۸	۰/۰۵	۱۷	۰/۴۶	۱۱	۰/۴۵	۱۲	۱۴/۰	۳/۲۴
۶	۰/۵۱	۳	۰/۵۰	۲	۱/۰۶	۳	۰/۳۲	۲	۰/۰۱	۲	۰/۵۱	۲	۰/۵۰	۳	۲/۴	۰/۵۵
۷	۰/۴۹	۶	۰/۴۵	۷	۰/۹۲	۸	۱/۳۴	۱۲	۰/۰۴	۱۱	۰/۴۷	۸	۰/۴۷	۵	۸/۸	۲/۷۷
۸	۰/۴۸	۹	۰/۴۷	۵	۰/۹۴	۵	۰/۳۴	۴	۰/۰۱	۲	۰/۴۸	۵	۰/۴۷	۵	۴/۲	۱/۳
۹	۰/۵۲	۲	۰/۵۰	۲	۱/۰۸	۲	۰/۶۳	۶	۰/۰۲	۶	۰/۵۱	۲	۰/۵۱	۲	۳/۶	۲/۱۹
۱۰	۰/۴۵	۱۸	۰/۴۵	۷	۰/۸۴	۱۳	۰	۱	۰	۱	۰/۴۵	۱۳	۰/۴۵	۱۲	۸/۰۰	۶/۴
۱۱	۰/۴۸	۹	۰/۴۷	۵	۰/۹۴	۵	۰/۳۴	۴	۰/۰۱	۲	۰/۴۸	۵	۰/۴۷	۵	۴/۲	۱/۳
۱۲	۰/۵۱	۳	۰/۵۰	۲	۱/۰۶	۳	۰/۳۲	۲	۰/۰۱	۲	۰/۵۱	۲	۰/۵۰	۲	۲/۴	۰/۵۵
۱۳	۰/۴۶	۱۴	۰/۴۳	۱۵	۰/۸۲	۱۷	۱/۰۷	۱۰	۰/۰۳	۱۰	۰/۴۵	۱۳	۰/۴۴	۱۷	۱۳/۴	۳/۵۱
۱۴	۰/۴۹	۶	۰/۴۵	۷	۰/۹۲	۸	۱/۳۴	۱۲	۰/۰۴	۱۱	۰/۴۷	۸	۰/۴۷	۵	۸/۸	۲/۷۷
۱۵	۰/۴۶	۱۴	۰/۴۴	۱۳	۰/۸۴	۱۳	۰/۷۱	۸	۰/۰۲	۶	۰/۴۵	۱۳	۰/۴۵	۱۲	۱۰/۴	۳/۲۱
۱۶	۰/۵۰	۵	۰/۴۵	۷	۰/۹۴	۵	۱/۶۴	۱۷	۰/۰۵	۱۷	۰/۴۸	۵	۰/۴۷	۵	۹/۸	۶/۵۷
۱۷	۰/۴۶	۱۴	۰/۴۲	۱۸	۰/۸۰	۱۸	۱/۴۳	۱۶	۰/۰۴	۱۱	۰/۴۴	۱۸	۰/۴۴	۱۷	۱۶/۰	۲/۹۲
۱۸	۰/۴۶	۱۴	۰/۴۴	۱۳	۰/۸۴	۱۳	۰/۷۱	۸	۰/۰۲	۶	۰/۴۵	۱۳	۰/۴۵	۱۲	۱۰/۴	۳/۲۱

R = رتبه ، $\overline{R}$ = میانگین رتبه برای ۵ شاخص ، **SDR** = انحراف معیار رتبه برای ۵ شاخص

جدول ۶- همبستگی شاخص‌های حساسیت و تحمل به خشکی برای صفت شاخص برداشت ژنوتیپ‌های گندم مورد مطالعه در شرایط تنش و بدون تنش

	GMP	MP	TOL	SSI	STI	Y_P	Y_S
GMP		۰/۹۸۱ **	-۰/۱۲۳	-۰/۲۱۰	۰/۹۹۶ **	۰/۹۵۶ **	۰/۹۵۲ **
MP			-۰/۱۴۹	-۰/۲۳۳	۰/۹۹۵ **	۰/۹۴۵ **	۰/۹۵۹ **
TOL				۰/۹۹۵ **	-۰/۱۳۰	۰/۱۵۲	-۰/۴۰۸
SSI					-۰/۲۱۷	۰/۰۶۶	-۰/۴۸۶ *
STI						۰/۹۵۶ **	۰/۹۵۸ **
Y_P							۰/۸۳۷ **

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

منابع مورد استفاده

✓ احمدی، ج.، ح. زینالی خانقاه.، م. ع. رستمی. و ر. چوگان. ۱۳۷۹. بررسی مقاومت به خشکی در هیبریدهای دیررس تجاری ذرت دانه‌ای. مجله علوم کشاورزی ایران. (٤) ۳۱.

✓ برزعلی، م.، ز. طهماسبی.، ه. پیردشتی.، ع. قلی پور. و س. ر. موسوی. ۱۳۸۳. ارزیابی و تعیین ضرایب همبستگی و برخی صفات زراعی ارقام گندم دوروم با عملکرد دانه تحت شرایط تنش خشکی. چکیده مقالات هشتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۵-۳ شهریور، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان. ٤۷۰ صفحه.

www.SID.ir

Archive of SID

✓ پرویزی آلمانی، م.، س. ی. صادقیان.، د. فتح الله طالقانی. و ر. محمدیان. ۱۳۷۷. بررسی شاخص تحمل به خشکی برای صفات مهم چغندرقند. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۱۳-۹ شهریور، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج. ٦٥٦ صفحه.

✓ تاری نژاد، ا. ۱۳۷۷. ارزیابی و واکنش لاین‌های حاصل از توده‌های بومی گندم پاییزه به شرایط آبی و تنش کمبود آب. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۱۳-۹ شهریور، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج. ٦٥٦ صفحه.

✓ حق پرست، ر. ۱۳۷٤. انتخاب برای مقاومت به خشکی در گندم. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات. دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز. ۱۱۰ صفحه.

✓ خدابنده، ن. ۱۳۷۷. غلات، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۳۸ صفحه.

✓ رجب زاده، ن. ۱۳۸۰. تکنولوژی نان، انتشارات دانشگاه تهران، ٤٣٤ صفحه.

✓ سنجری، ا. ق. ۱۳۷۷. ارزیابی منابع متحمل به تنش خشکی و پایداری عملکرد ارقام و لاین‌های گندم در منطقه نیمه خشک کشور. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۱۳-۹ شهریور، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج. ٦٥٦ صفحه.

✓ عبدمیشانی، س. و ج. جعفری شبستری. ۱۳٦۷. ارزیابی ارقام گندم برای مقاومت به خشکی. مجله علوم کشاورزی ایران، (۲ و ۱) ۱۹: ٤۲ -۳۷.

✓ قاجارسپانلو، م.، ح. سیادت.، م. میرلطیفی. و س. خ. میرنیا. ۱۳۷۹. اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و کارایی مصرف آب و مقایسه چند شاخص مقاومت به خشکی در چهار رقم گندم، خاک و آب، (۱۰) ۱۲: ۷۵ -٦٤.

✓ کریمی، ه. ۱۳۷۱. گندم، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ۳۵۲ صفحه.

✓ مقدم، ع. و م. ح. هادی زاده. ۱۳۷۹. بررسی استفاده از تنش تراکم در گزینش ارقام متحمل به تنش خشکی در ذرت. مجله علوم زراعی ایران، (۳) ۲: ۳۸ -۲۵ .

✓ نورمند موید، ف. ۱۳۷٦. بررسی تنوع صفات کمی و رابطه آن‌ها با عملکرد نان در شرایط دیم و آبی و تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. ۱۱۷ صفحه.

✓ نیکخواه، ح. ر. ۱۳۷۸. ارزیابی و مطالعه توارث پذیری مقاومت به خشکی در گندم نان. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. ۱۲٦ صفحه.

✓ وهاب زاده، ع. ح و ا. علیزاده. ۱۳۷۳. آخرین واحه: آب، مایه حیات (ترجمه). جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۵۷ صفحه.

www.SID.ir

Archive of SID

✓ Asana, R.D. 1976. Physiological approaches to breeding of drought resistant crops. Indian Council of Agricultural Research. Technical Report (Agriculture). No. 52.

✓ Ehdaie, B. 1995. Variation in water-use efficiency and its components in wheat: II. Pot and field experiments. Crop Sciences. 35: 1617- 1626.

✓ Ehdaie, B., J.G. Wains. and A.E. Hall. 1988. Differential responses of landrace and improved spring wheat genotypes to stress environments. Crop Science. 28: 838- 842.

✓ Farshadfar, E. 2002. Multivariate analysis of drought tolerance in wheat substitution lines. Cereal Research Commun. 31: 33- 39.

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

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

✓ Golabadi, M., A. Arzani. and S.A.M. Mirmohammadi Maibody. 2006. Assessment of drought tolerance in segregation populations in durum wheat. African Journal of Agriculture Research. 1 (5): 162- 171.

✓ Ismail, M.I., M. Duwayri., M. Nachit. and O. Kafawin. 1999. Drought susceptibility index and predicted yield among related durum wheat genotypes subjected to water stress at various growth stages. Dirasat Agriculture Science. 26: 320- 328.

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

✓ Reynolds, M., B. Skoumand., R. Terthowan. and W. Pfeiffer. 2000. Wheat Program, CIMMYT, Mexico.

✓ Richards, R.A. 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. Plant Growth Regulation. 20: 157- 166.

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

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

✓ Viets, F.G. 1977. Effective drought control for successful dry land agriculture. CCSA Special Publication Number 2. Crop Science American. Madison, Wisconsin. Pp: 57- 76.

www.SID.ir