"مجله علوم زراعي ايران"

جلد هشتم، شماره ۱، بهار ۱۳۸۵

ارزيابي تحمل به تنش خشكي در ژنوتيپ‌هاي اميدبخش گندم دوروم ديم

Evaluation for tolerance to drought stress in promising dryland durum wheat genotypes

داود صادق‌زاده اهـری*

چكيده

صادق‌زاده اهری، د. ۱۳۸۵. ارزیابی تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های امیدبخش گندم دوروم. مجله علوم زراعی ایران. جلد هشتم، شماره ۱، صفحه: ۳۰ تا ٤٥.

به منظور ارزيابي اثرات تنش خشكي بر ژنوتيپ‌هاي اميدبخش گندم دوروم ديم، اين آزمايش طي دو سال زراعي (۱۳۸۲-۱۳۸۰) در ايستگاه تحقيقات كشاورزي ديم مراغه انجام شد. مواد آزمايشي شامل هفت ژنوتيپ پيشرفتة گندم دوروم به همراه يك رقم شاهد دوروم (زرد ك) و سه ژنوتيپ گندم نان (يك ژنوتيپ بومي، آذر۲ و سرداري) بود (جمعاً يازده ژنوتيپ). آزمايش در قالب طرح بلوك هاي كامل تصادفي با چهار تكرار و در دو شرايط آبي و ديم انجام گرديد. براي ارزيابي واكنش ژنوتيپ‌ها نسبت به تنش از شاخص‌هاي حساسيت به تنش (SSI)، تحمل (TOL)، بهره‌وري متوسط (MP)، تحمل به تنش (STI) و ميانگين هندسي بهره‌وري (GMP) استفاده گرديد. نتايج بررسي نشان داد كه در شرايط ديم، سال و اثر متقابل سال * ژنوتيپ بر عملكرد دانه اثرات بسيار معنی‌داری ($P \leq 0.01$) دارد. در شرايط آبي نيز، اثرات سادة سال و ژنوتيپ بر عملكرد دانه از نظر آماري بسيار معني‌دار بود. ژنوتيپ‌هاي گندم نان از نظر تحمل به تنش وضعيت مطلوبتري نسبت به ژنوتيپ‌هاي دوروم داشتند. در بين ژنوتيپ‌هاي گندم دوروم لاين شمارة ٤ (61-130/414-44//377-2/4/Df21-72//61-130/Uvy/3/128-13ya05509-1A-9A-2A-3A-OA-OAp) داراي تحمل بالاتري نسبت به بقيه بود. در بين شاخص‌هاي مورد مطالعه MP، GMP و STI با عملكرد دانه در محيط تنش‌زا و عادي همبستگي مثبت و بالايي داشتند و به عنوان مناسب‌ترين شاخص‌ها براي تفكيك و شناسايي ژنوتيپ‌هاي حساس و مقاوم توصيه مي‌شوند.

واژه‌هاي كليدي: گندم دوروم، شاخص‌هاي تحمل، منطقة سردسير ديم.

تاريخ دريافت: ۱۳۸۳/۱/۱۹

* عضو هيأت علمی مؤسسه تحقيقات كشاورزی ديم مراغه. ايران.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

به طور متوسط هرسال حدود ۳۰۰-۲۰۰ هزارهکتار از اراضی دیم کشور زیر کشت گندم دوروم قرار می‌گیرد (Tahir *et al.*, 1999; Fabriani and Lintas, 1988). بیشترین مناطق کشت وکار گندم دوروم در ایران در مناطق گرمسیر و معتدل قرار دارد و در مناطق سردسیر نیز به صورت محدودی کشت می‌شود. تنش‌های سرما و خشکی از عمده‌ترین مسایل مرتبط با تولید در مناطق سردسیر دیم محسوب می‌گردند. عملکرد گیاهان زراعی تحت تأثیر ساختار ژنتیکی گیاه زراعی، شرایط محیطی و اثرات متقابل آن‌هاست. اگرچه همهٔ تنش‌های زنده و غیرزنده از عوامل مهم کاهش تولید محسوب می‌شوند ولی، در حال حاضر میزان بارندگی و یا آب آبیاری، تشعشع و دما مهمترین عوامل مؤثر در عملکرد گیاهان زراعی به شمار می‌روند (Entz and Fowler, 1990).

محققان عقیده دارند که، به دلیل شکل‌گیری کشاورزی اولیه در منطقه‌ای در خاورمیانه بین ایران و عراق (The Fertile Crescent) غلات از ابتدا تحت تأثیر خشکی قرار داشته‌اند (Araus *et al.*, 2002). خشکی مهمترین عامل غیرزنده‌ای (Abiotic) است که، بر عملکرد گندم تأثیر دارد (اهدایی، ۱۳۷۲؛ Araus *et al.*, 2002; Wood *et al.*, 1997). در مناطق خشک و نیمه خشک به علت کمبود منابع آب و در نتیجه خشکی محیط، عملکرد گندم شدیداً کاهش می‌یابد. از نظر هواشناسی خشکی زمانی اتفاق می‌افتد که مقدار بارندگی‌های سال از متوسط بارندگی‌های دراز مدت به مدت یک دورهٔ طولانی کمتر باشد ولی از نظر کشاورزی خشکی موقعی رخ می‌دهد که، میزان و توزیع بارندگی به حدی کم باشد که، موجب کاهش محسوسی در عملکرد گیاهان زراعی گردد (Baker, 1989).

تاریخ کاشت غلات دیم در مناطق سردسیر کشور با تاریخ اولین بارندگی مؤثر پاییزه (Opening rain) مصادف است. نتایج تحقیقات انجام شده در این مناطق نشان می‌دهد که، اولین بارندگی مؤثر پاییزه برای سبز شدن بذر (حداقل ۲۵ میلی‌متر) در فاصلهٔ نیمهٔ اول آبان ماه تا نیمهٔ اول آذر ماه برحسب مناطق مختلف نازل می‌شود (طلیعی، ۱۳۷۸). تأخیر در نزول بارندگی‌های پاییزه در مناطق سردسیر در واقع سبب تأخیر در تاریخ کاشت گندم شده و در اغلب سال‌ها کشت به صورت کرپه (دیر کاشت) در می‌آید. این امر موجب برخورد مراحل مختلف رشد و نمو گیاه (ظهور سنبله، گرده افشانی و تلقیح گل‌ها، پر شدن دانه‌ها و ...) با تنش خشکی موجود در مناطق دیم در بهار شده و در نهایت سبب کاهش عملکرد دانه می‌شود (صادق‌زادهٔ اهری و همکاران، ۱۳۸۲).

نتایج بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که برخورد مراحل رشد و نمو با تنش خشکی موجب کاهش در اکثر صفات وابسته به عملکرد در گندم می‌شود (Jain *et al.*, 1992) . کاهش تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله، تسریع در مراحل رشد و نمو و کاهش دوام آن‌ها، کاهش عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته، طول سنبله و وزن هزاردانه از تأثیرات مهمی هستند که در نتیجهٔ بروز تنش خشکی در گندم ایجاد می‌شوند (اهدایی و همکاران، ۱۳۷۳؛ رادمهر، ۱۳۷۳؛ رادمهر و همکاران، ۱۳۷۶).

تا کنون روش‌های مختلفی برای ارزیابی واکنش گیاهان زراعی نسبت به انواع تنش‌ها ابداع شده و مورد استفادهٔ به‌نژادگران قرار گرفته است. فیشر و مورر (Fischer and Maurer, 1978) استفاده از شاخص حساسیت به تنش (Stress Susceptibility Index = SSI) را برای ارزیابی ارقام متحمل به تنش ابداع کردند. بر مبنای روش آن‌ها ابتدا برای محیط آزمایشی از روی نسبت میانگین عملکرد در شرایط تنش بر میانگین عملکرد در شرایط بدون تنش، شدت تنش (Stress Intensity) محاسبه شده و شاخص حساسیت به تنش (SSI) با استفاده از رابطهٔ مخصوص محاسبه می‌شود. شاخص تحمل (Stress Tolerance = TOL) و

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص بهره‌وری متوسط (Mean Productivity = MP) که به ترتیب معادل اختلاف عملکرد محیط تنش‌زا و عادی (بدون تنش) و میانگین عملکرد در دو محیط تنش‌زا و عادی هستند، توسط روزیلی و هامبلین (Rosielle and Hamblin , 1981) برای ارزیابی توانایی تحمل ژنوتیپ‌ها در برابر تنش، ابداع و مورد استفاده قرار گرفت. فرناندز (Fernandez, 1992) در بررسی عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو محیط (تنش‌زا و عادی) واکنش گیاهان (عملکرد) را به ٤ گروه تقسیم کرد:

الف) ژنوتیپ‌های گروه A که در هر دو محیط دارای عملکرد یکسانی هستند.

ب) ژنوتیپ‌های گروه B که عملکرد خوبی در محیط عادی دارند.

ج) ژنوتیپ‌های گروه C که عملکرد خوبی در محیط تنش‌زا دارند.

د) ژنوتیپ‌های گروه D که عملکرد کمی در هر دو محیط دارند.

وی استفاده از شاخص تحمل به تنش (Stress Tolerance Index = STI) و میانگین هندسی بهره‌وری (Geometric Mean Productivity = GMP) را برای غربال کردن ژنوتیپ‌ها پیشنهاد کرد.

رادمهر و همکاران (۱۳۷۵) با ارزیابی ۲۵ ژنوتیپ گندم نان در شرایط آب و هوایی اهواز از نظر شاخص حساسیت محیطی پیشنهادی توسط فیشر و مورر (Fischer and Maurer, 1978)، ۱۲ ژنوتیپ که شاخص حساسیت محیطی کمتر از یک را داشتند به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش گرما معرفی کردند. استفاده از شاخص‌های SSI, STI, GMP, MP و TOL به منظور بررسی اثرات تنش خشکی و گرما در ١٦ لاین پیشرفتهٔ گندم دوروم نشان داد که شاخص‌های SSI, MP و TOL در مقایسه با دو روش دیگر قدرت تشخیص کمتری برای تفکیک لاین‌های متحمل دارند (خلیل‌زاده و کربلایی خیاوی، ۱۳۸۱).

ارزیابی واکنش لاین‌های پیشرفتهٔ گندم دوروم دیم به تنش خشکی، شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل و تعیین مناسب‌ترین شاخص تحمل به تنش خشکی در شرایط منطقهٔ سردسیر دیم مراغه از اهداف این پژوهش بود.

مواد و روش‌ها

این بررسی به مدت دو سال زراعی (۱۳۸۲-۱۳۸۰) بر روی ۷ ژنوتیپ گندم دوروم پیشرفته که در آزمایش‌های یکنواخت سراسری مناطق سردسیر دیم شرکت داشتند، به همراه یک رقم شاهد دوروم (زردک) و سه رقم گندم نان (آذر ۲، سرداری و تودهٔ بومی شمارهٔ ۹۹ بانک ژن گیاهی ملی ایران) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه انجام گردید. این ایستگاه در فاصلهٔ ۲۵ کیلومتری شرق شهرستان مراغه و طول و عرض جغرافیایی به ترتیب ٤٦ درجه و ۲۵ دقیقهٔ شرقی و ۳۷ درجه و ۱۲ دقیقهٔ شمالی قرار دارد و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۷۳۰ متراست. مطابق آمار هواشناسی ده ساله، میانگین دمای سالانه ایستگاه برابر ۹/۵ درجهٔ سانتی‌گراد و میانگین بالاترین و پایین‌ترین دمای ماهانه به ترتیب برابر ۲۳ درجهٔ سانتی‌گراد در مردادماه و٤/۳- درجهٔ سانتی‌گراد در بهمن ماه گزارش شده است. متوسط بالاترین دمای مطلق ۳٦/۳ درجهٔ سانتی‌گراد در تیرماه و متوسط پایین‌ترین دمای مطلق در بهمن ماه برابر ۱۷/۸- درجهٔ سانتی‌گراد است. خاک ایستگاه دارای بافت لومی رسی بوده و هیچگونه محدودیتی از نظر عمق یا طبقهٔ محدود کنندهٔ تحت الارضی ندارد. شوری خاک ناچیز و قابلیت هدایت الکتریکی آن کمتر از ۲ میلی موز بر سانتی‌متر و pH آن کمتر از ۸/۵ گزارش شده است (حقیقتی ملکی، ۱۳۸۱). افزایش دما در اواخر فصل (اواخر اردیبهشت تا تیر ماه) در این منطقه که معمولاً با قطع بارندگی همراه است زراعت دیم را با تنش خشکی مواجه می‌سازد. شرایط آب و هوایی ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه در طول دو سال بررسی (۱۳۸۲-۱۳۸۰) در جدول ۱ آمده است.

Archive of SID

www.SID.ir

عملیات تهیهٔ زمین آزمایشی شامل شخم با گاوآهن بدون برگردان در پاییز سال قبل و استفاده از ۳-۲ بار پنجه غازی در بهار بوده و به منظور تغذیهٔ گیاهان از فرمول کودی N_{50} P_{30} (۵۰ کیلوگرم ازت خالص و ۳۰ کیلوگرم فسفر خالص در هکتار) استفاده شد به این ترتیب که پس از انجام تجزیهٔ خاک و با در نظرگرفتن میزان عناصر موجود در کودهای شیمیایی، مقدار کمبود عناصر به خاک افزوده شد. مطابق توصیهٔ کارشناسان تغذیهٔ گیاهی، تمامی کود فسفره (سوپر فسفات تریپل) و کود ازته (اوره) قبل از کشت در قطعهٔ آزمایشی مصرف شد.

بررسی در قالب دو آزمایش و استفاده از طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۱ تیمار و در دو شرایط آبی و دیم اجرا گردید. عملیات کاشت به وسیلهٔ بذر کار آزمایشی وینتر اشتایگر (Wintersteiger) انجام شد. ابعاد کرت‌های آزمایشی ۱/۲×۶ متر بود (۶ خط کشت به طول ۶ متر و فاصلهٔ بین خطوط ۲۰ سانتی‌متر) و ژنوتیپ‌ها با تراکم بذری ۴۵۰ دانه در هر مترمربع کشت شدند. به منظور فراهم آوردن شرایط لازم برای اعمال تنش خشکی در اواخر بهار و اوایل تابستان، مطابق روش مورد استفاده در مرکز تحقیقات بین‌المللی کشاورزی در مناطق خشک (ICARDA) آزمایش‌ها در دو تاریخ مختلف کشت شدند (Nachit, 1998). بدین منظور، هر سال در آزمایش‌های آبی و پس از کشت بذر، اقدام به یک بار آبیاری (۳۰ میلی‌متر) گردید تا رطوبت کافی برای سبز کردن بذرها در خاک موجود باشد و آزمایش‌های دیم بدون آبیاری اولیه و تنها متکی به باران‌های فصل پاییز کشت گردیدند. تاریخ اولین بارندگی مؤثرپاییزه (۲۵ میلی‌متر) به عنوان تاریخ کشت آزمایش‌های دیم (گوپتا، ۱۳۷۱؛ Evans *et al.*, 1975; Cook and Veseth, 1991) ثبت گردید (جدول ۲). با این فرض که کمترین اثر تنش خشکی در طی مرحلهٔ پنجه‌زنی و بیشترین آن در طی مدت بین طویل شدن ساقه و مرحلهٔ ظهور بساک (Anthesis) است (Johanson and Kanemasu, 1982) هر ساله و زمانی‌که ژنوتیپ‌ها در مرحلهٔ ظهور سنبله قرار داشتند و به منظور جلوگیری از وارد آمدن اثرات تنش خشکی در آزمایش‌های آبی، اقدام به یک مرحله آبیاری و به میزان ۶۰ میلی‌متر گردید (زمان آبیاری مرحلهٔ دوم در جدول ۲ آمده است). پس از رسیدن دانهٔ ژنوتیپ‌های مورد آزمایش ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای کرت‌ها حذف و محصول دانه برداشت گردید (مساحت برداشت برابر ۱/۲×۵=۶ متر مربع بود). تجزیهٔ واریانس عملکرد دانه به طور سالیانه انجام شده و در پایان سال دوم تجزیهٔ مرکب برای هرآزمایش (دیم و آبی) انجام گرفت. مقایسه میانگین عملکرد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در دو سطح ۱٪ و ۵٪ انجام گرفت. سپس با استفاده از عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط آبی (Yp) و آزمایش دیم (Ys) شاخص‌های کمی مقاومت به تنش به شرح زیر محاسبه گردید: (Fischer and Maurer, 1978; Rosielle and Hamblin, 1981; Fernandez, 1992)

۱- شاخص حساسیت به تنش (Stress Susceptibility Index = SSI):

$$SSI = (1 - (Ys/Yp)) / SI \qquad SI = 1 - (\bar{Y}s / \bar{Y}p)$$

۲- شاخص تحمل (TOL) و شاخص بهره‌وری متوسط (MP):

$$TOL = Yp - Ys \qquad MP = (Ys + Yp) / 2$$

۳- شاخص تحمل به تنش (STI) و میانگین هندسی بهره وری (GMP):

$$STI = (Yp \times Ys) / (\bar{Y}p)^2 \qquad GMP = \sqrt{(Ys \times Yp)}$$

در روابط بالا $\bar{Y}s$ و $\bar{Y}p$ به ترتیب میانگین عملکرد دانه کلیهٔ ژنوتیپ‌ها در محیط‌های تنش و عادی است.

به منظور تعیین مناسبترین شاخص برای تشخیص ارقام و لاین‌های متحمل به تنش همبستگی ساده (Correlation) بین عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش و شاخص‌های مختلف استخراج گردید و شاخص‌هایی

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- آمار هواشناسی مربوط به فصل‌های زراعی ۱۳۸۱-۱۳۸۰ و ۱۳۸۲-۱۳۸۱ ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغــه

Table 1 . Meteorological details in Maragheh Agricultural Research Station for two successive growing seasons (2001-2003)

ماه	2001-2002(۱۳۸۰- ۱۳۸۱)					2002-2003(۱۳۸۱- ۱۳۸۲)				
	بارندگی	دمای مطلق(درجهٔ سانتی‌گراد)		متوسط دما	تعداد روز یخبندان	بارندگی	دمای مطلق (درجهٔ سانتی‌گراد)		متوسطدما	تعداد روز یخبندان
Month	Precipitation	Absolute temp.(C°)		Mean temp.	No. freezing days.	Precipitation	Absolute temp. (C°)		Mean temp.	No. freezing days
	(mm)	Min.	Max.			(mm)	Min.	Max.		
Oct.	9.4	-1.5	25.2	10.2	2	15.5	1.0	31.6	13.1	1
Nov.	35.5	-15.5	18.2	3.3	16	38.8	-6.5	17.0	4.5	18
Dec.	50.5	-11.5	10.4	1.3	21	75.4	-20.6	6.4	3.7	30
Jan.	74.0	-21.0	9.0	-4.6	28	14.2	-16.5	6.4	-2.7	28
Feb.	13.2	-14.5	11.4	-1.3	24	41.7	-14.5	6.0	-2.8	28
Mar.	39.0	-9.5	18.6	3.8	21	55.6	-17.5	9.6	0.6	21
Apr.	109.5	-1.0	19.2	8.4	2	98.0	-6.0	22.0	8.5	7
May	49.5	1.5	28.0	12.3	0	11.8	-2.0	25.2	13.4	1
Jun.	1.2	4.0	32.6	18.3	0	0	6.0	34.5	19.5	0
Jul.	0	6.5	34.2	20.1	0	0	8.0	35.0	21.0	0
Total	381.8	-	-	-	114	351	-	-	-	134

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- مشخصات آزمایش‌ها در دو فصل زراعی (۱۳۸۲-۱۳۸۰) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه

Table 2. Experimental details in Maragheh Agricultural Research Station in two growing seasons (2001-2003)

سال Year	آزمایش Experiment	تاریخ کاشت (اولین بارندگی مؤثر پاییزه یا آبیاری) Sowing Date	تاریخ دومین آبیاری Second irrigation	میزان آبیاری (میلی‌متر) Irrigation (mm)
2001-2002	دیم Rainfed	Nov.18,1999(۱۳۸۰/۸/۲۷)	--	0
	آبی Irrigated	Oct.2 ,1999 (۱۳۸۰/۷/۱۰)	Jun.7 ,2000 (۱۳۸۱/۳/۱۷)	90
2002-2003	دیم Rainfed	Nov.1 ,2000 (۱۳۸۱/۸/۱۰)	--	0
	آبی Irrigated	Oct.11 ,2000 (۱۳۸۱/۷/۱۸)	Jun.1 , 2001 (۱۳۸۲/۳/۱۱)	90

Sowing Date = Date of first effective precipitation (25 mm) or first irrigation.

Archive of SID

www.SID.ir

که در هر دو محیط دارای همبستگی نسبتاً بالایی با عملکرد بودند به عنوان بهترین شاخص شناسایی گردیدند (نورمند مؤید، ۱۳۷٦).

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس ساده (یک ساله) عملکرد دانه در جدول ۳ آمده است. در آزمایش دیم اثر ژنوتیپ بر عملکرد دانه در هر دو سال از نظر آماری بسیار معنی‌دار بود ($P \leq 0.01$) ولی در سال اول و در آزمایش آبی عامل ژنوتیپ بر عملکرد دانه فاقد اثرات معنی‌داری است در حالی که، این عامل در سال دوم اثرات بسیار معنی‌داری بر عملکرد داشته است (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها در سال اول نشان داد که در شرایط دیم ارقام شمارهٔ ۱۰ و ۱۱ (به ترتیب گندم نان آذر۲ و سرداری) با متوسط عملکرد دانهٔ ۲/٦۰ و ۲/۵۰ تن در هکتار در بین ژنوتیپ‌های آزمایشی دارای بیشترین عملکرد دانه بوده و در رتبهٔ اول قرار داشتند. سه ژنوتیپ شمارهٔ ٦، ۸ و ۱ به ترتیب با میانگین عملکرد دانهٔ ۱/۳۵، ۱/۳۰ و ۱/۳۰ تن در هکتار کمترین عملکرد را داشتند (جدول٤). همچنین در شرایط آبی در سال اول ارقام شمارهٔ ۱۰ و ۱۱ به ترتیب با میانگین عملکرد دانهٔ ۳/۹۰ و ۳/٦۰ تن در هکتار در بین ارقام و لاین‌های آزمایشی بیشترین عملکرد دانه و سه ژنوتیپ با شماره‌های ۵، ۲ و ۹ (زردک) به ترتیب با متوسط عملکرد ۲/۸۰، ۲/۸۰ و ۲/۲۰ تن در هکتار کمترین عملکرد را داشتند. نتایج مندرج در جدول ٤ نشان می‌دهد که در سال دوم اجرای آزمایش و در شرایط دیم همانند سال اول دو ژنوتیپ شمارهٔ ۱۱ و ۱۰ با متوسط عملکرد ۱/٤۰ تن در هکتار دارای بیشترین عملکرد بوده و سه ژنوتیپ با شماره‌های ۹ (زردک)، ۸ و ۵ به ترتیب با میانگین عملکرد ۰/۹۹۰، ۰/۹۸۰ و ۰/۹۷۰ تن در هکتار کمترین عملکرد دانه را تولید کردند. جدول ٤ همچنین نشان می‌دهد که، در سال دوم اجرای آزمایش در شرایط آبی نیز ارقام شماره ۱۰ و ۱۱ به ترتیب با متوسط عملکرد ۲/۲۰ و ۲/۱۰ تن در هکتار دارای بیشترین عملکرد و ژنوتیپ‌های شمارهٔ ۲، ٦ و ۹ به ترتیب با متوسط عملکرد دانهٔ ۱/۷۰، ۱/٦۰ و ۱/۵۰ تن در هکتار کمترین عملکرد دانه را تولید کردند (جدول ٤).

نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس مرکب (دو ساله) عملکرد دانه در شرایط دیم و آبی در جدول ۵ درج گردیده است. این نتایج حاکی از آن است که طی دو سال بررسی در شرایط دیم اثر سادهٔ سال و اثرات متقابل سال × ژنوتیپ بر عملکرد دانه از نظر آماری بسیار معنی‌دار ($P \leq 0.01$) است. همچنین در شرایط آبی نیز در حالی‌که اثر سال و ژنوتیپ بر عملکرد دانه موجب ایجاد اختلافات بسیار معنی‌داری شد ولی از نظر آماری اثر

جدول ۳ – تجزیهٔ واریانس سادهٔ (یک ساله) عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم در دو شرایط دیم و آبی

Table 3. Analysis of variance (one year) for grain yield in wheat genotypes under rainfed and irrigated conditions

			شرایط دیم Rainfed condition		شرایط آبی Irrigated condition	
S.O.V	منابع تغییرات	درجهٔ آزادی (df)	سال اول 1st. year	سال دوم 2nd. year	سال اول 1st year	سال دوم 2nd. year
Rep.	تکرار	3	1.12**	0.05ns	1.70**	0.14ns
Genotype	ژنوتیپ	10	1.01**	0.102**	0.80ns	0.19**
Error	خطا	30	0.06	0.02	0.40	0.07
C.V%	ضریب تغییرات	--	13.70	12.03	20.5	14.03

ns و ** : به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

ns and ** : Non significant and Significant at 1% probability level, respectively.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ٤ – مقایسهٔ میانگین عملکرد دانه در دو شرایط دیم و آبی طی دو سال زراعی (۱۳۸۲-۱۳۸۰)

Table 4. Comparison of mean grain yield under rainfed and irrigated conditions in two cropping seasons (2001-2003)

شماره No.	ژنوتیپ Genotype	میانگین عملکرد دانه در سال اول (تن در هکتار) Mean grain yield in 1st. year (t.ha $^{-1}$)		میانگین عملکرد دانه در سال دوم (تن در هکتار) Mean grain yield in 2nd. year (t.ha $^{-1}$)	
		شرایط دیم (R.C)	شرایط آبی (I.C)	شرایط دیم (R.C)	شرایط آبی (I.C)
1	G-1252	1.30 d*	3.13 ab	1.20 ab	2.00 ab
2	No.99 IRGB77	2.30 ab	2.82ab	1.30 ab	1.70 bc
3	Pg-s//Chap/21563//Alti./Binama	1.50 cd	3.13 ab	1.10 cd	1.80 ab
4	61-130/414-44//377-2/4/Df21-72//61-130/Uvy/3/128-13ya05509-1A-9A-2A-3A-OA-OAp	2.10 b	3.50 a	1.20 ab	2.00 ab
5	61-130/414-44//377-2/4/Df21-72//61-130/Uvy/3/128-13ya05509-1A-8A-1A-OA-OAp	1.70 c	2.80 ab	0.97 f	1.75 bc
6	Standard3/Berk	1.35 cd	3.30 a	1.20 bc	1.60 cd
7	Df9-71/3/Vz466//61-130/414-4/4/ Ergen	1.50 cd	2.80 ab	1.00 de	2.05 ab
8	Knd1149//6811/Wad/3/Df17-72	1.32 cd	3.00 ab	0.98 ef	1.75 bc
9	Zardak (D.W check)	1.40 cd	2.20 b	0.99 ef	1.50 d
10	Azar 2 (B.W Check)	2.60 a	3.90 a	1.40 ab	2.20 a
11	Sardari (B.W Check)	2.50 a	3.60 a	1.43 a	2.10 ab

R.C = Rainfed condition and I.C = Irrigated condition.

* بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ، میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

* Means followed by similar letters, in each column are not significantly different at 5% level, using Dancan's Multiple Range Test.

متقابل سال × ژنوتیپ برعملکرد دانه معنی‌دار نیست (جدول ۵). با توجه به نتایج مندرج در این جدول معلوم می‌گردد که، در هر دو شرایط (دیم و آبی) سال‌ها اثرات مختلفی بر عملکرد دانه داشته‌اند. آمار هواشناسی سال‌های اجرای آزمایش در جدول ۱ آمده است و نشان می‌دهد که مقدار بارندگی در سال زراعی اول (۸۱-۱۳۸۰) نسبت به سال دوم بیشتر است و همچنین میزان بارش در بهار سال اول از پراکنش و میزان مطلوب‌تری نسبت به سال دوم برخوردار است . این جدول نشان می دهد که سال دوم با وجود بارش کمتر نسبت به سال اول گرم‌تر بوده و ضمناً تعداد روزهای یخبندان در بهار سال دوم نسبت به بهار سال اول بیشتر بوده است که این امر موجب توقف رشد گیاهان در اوایل بهار و در نتیجه عدم استفادهٔ مطلوب از بارش‌های اول فصل بهار گردیده است. بنابرین می‌توان چنین استنباط کرد که، اختلاف معنی‌دار بین سال ها در هردو شرایط دیم و آبی به دلیل تغییرات شرایط آب و هوایی باشد. در جدول ۵ معنی‌دار بودن اثر ژنوتیپ در شرایط آبی نشان می‌دهد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد دانه تنوع ژنتیکی وجود دارد. معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ × سال در آزمایش دیم بیانگر آن است که ژنوتیپ‌های مختلف در سال‌های متفاوت تظاهر عملکرد متفاوتی داشته‌اند (اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط وجود دارد).

در جدول‌های ٦ و ۷ نتایج مقایسهٔ میانگین عملکرد دانه (اثر ساده ژنوتیپ و اثر متقابل سال × ژنوتیپ) طی دو سال بررسی (تجزیهٔ مرکب) آمده است. جدول ٦ نشان می‌دهد که طی دو سال بررسی در شرایط دیم (Ys)

Archive of SID

www.SID.ir

ژنوتیپ شمارهٔ ۱۰ (آذر ۲) با متوسط عملکرد دانهٔ ۲/۰۰۷ تن در هکتار بیشترین عملکرد دانه را در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی داشته و ژنوتیپ شمارهٔ ۸ با متوسط عملکرد دانهٔ ۱/۱۵۰ تن در هکتار کمترین عملکرد دانه را دارد. همچنین نتایج مندرج در جدول ٦ نشان می‌دهد که در طول دو سال بررسی در شرایط آبی(Yp)، آذر ۲ (ژنوتیپ شمارهٔ ۱۰) با متوسط عملکرد دانهٔ ۳/۰۲۵ تن در هکتار بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داده و در مقایسه میانگین در رتبه اول (کلاس a) قرار گرفته است و در این شرایط (آبی) کمترین عملکرد دو ساله مربوط به ژنوتیپ شمارهٔ ۹ (زردک) و برابر ۱/۸۶۷ تن در هکتار است که در کلاس d قرار دارد. نتایج مقایسهٔ میانگین عملکرد دانهٔ ژنوتیپ‌های گندم در مدت دو سال بررسی (اثرات متقابل سال × ژنوتیپ) نشان می‌دهد که در شرایط دیم رقم آذر ۲ در سال اول با متوسط عملکرد دانهٔ ۲/٦٤٥ تن در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشته و در کلاس a قرار دارد (جدول ۷) و ژنوتیپ شمارهٔ ۵ در سال دوم با میانگین عملکرد دانهٔ ۰/۹٦٦ تن در هکتار، کمترین عملکرد دانه را در بین ارقام و لاین‌های آزمایشی به خود اختصاص داده و در کلاس d قرار دارد. همچنین جدول ۷ نشان می‌دهد که در شرایط آبی بیشترین عملکرد دانه متعلق به رقم آذر ۲ در سال اول (۳/۸۵۹ تن در هکتار) بوده که در کلاس a قرار دارد و کمترین عملکرد دانه در این شرایط (آبی) متعلق به رقم زردک (شمارهٔ ۹) در سال دوم (۱/۵۱۳ تن در هکتار) است که درکلاس f قرار دارد (جدول ۷).

نتایج حاصل از برآورد شاخص‌های مختلف تحمل به تنش ژنوتیپ‌های آزمایشی در جدول ٦ آمده است. این جدول نشان می‌دهد که در شرایط آبی و دیم بیشترین عملکرد دانه متعلق به ژنوتیپ‌های شمارهٔ ۱۰ و ۱۱ (آذر ۲ و سرداری) است. گندم نان سرداری از ارقامی است که سابقهٔ اصلاحی بسیار قدیمی داشته و از بین توده‌های بومی غرب کشور انتخاب و معرفی شده است و مهمترین رقم گندم نان مورد کشت در مناطق سردسیر دیم کشور است و از ویژگی‌هایی نظیر سرعت رشد کند در زمستان و سرعت رشد بالا در اوایل بهار، برگ‌های باریک و کم عرض به رنگ سبز روشن برخوردار است. همچنین داشتن سیستم ریشه‌ای قوی و پرانشعاب و نیز کلئوپتیل طویل، سرعت پر شدن دانه بالا و در نتیجه زودرسی آن موجب افزایش مقاومت به سرما و خشکی حاکم بر مناطق سردسیر دیم شده و مجموعهٔ این عوامل سبب سازگاری، پایداری و ثبات عملکرد دانهٔ سرداری در مناطق مذکور می‌گردد (روستایی، ۱۳۷٦. صادق‌زادهٔ اهری وهمکاران،۱۳۸۲؛ Ketata *et al.*,1998). گندم نان آذر۲ نیز یکی از نتاج سرداری است که به دلیل داشتن خواص مطلوبی چون زودرسی، مقاومت به خشکی و سرما، عملکرد بالا و پایدار در شرایط مناطق سردسیر دیم کشور اخیراً توسط مؤسسهٔ تحقیقات کشاورزی دیم کشور معرفی شده و رفته رفته بر سطح زیر کشت آن افزوده می‌گردد (روستایی و همکاران، ۱۳۷۹).

بر اساس روش‌های به کار رفته در این بررسی هرگاه ژنوتیپی دارای شاخص‌های STI، GMP و MP بیشتری بوده و از مقادیر TOL و SSI کمتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار باشد، تحمل بهتری نسبت به شرایط تنش خواهد داشت. با ملاحظهٔ جدول ٦ مشخص می‌گردد که گندم آذر۲ از نظر شاخص‌های STI، GMP و MP متحمل‌ترین رقم نسبت به تنش خشکی است. از نظر شاخص‌های مذکور گندم نان سرداری در مرتبهٔ بعدی قرار می‌گیرد (جدول ٦). در بین ژنوتیپ‌های گندم دوروم مورد بررسی در این مطالعه بیشترین مقادیر شاخص‌های STI، GMP و MP به ترتیب متعلق به لاین‌های شمارهٔ ٤ ، ۳ و ۱ است و از نظر شاخص‌های مذکور جزو لاین‌های متحمل محسوب می‌گردند. از نظر شاخص‌های SSI و TOL گندم نان سرداری نسبت به آذر۲ دارای برتری بوده و به تنش متحمل‌تر است (جدول ٦). ارزیابی ژنوتیپ‌ها با استفاده از شاخص حساسیت محیطی (SSI) مواد آزمایشی را صرفاً بر اساس

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- تجزیهٔ واریانس مرکب عملکرد دانهٔ ژنوتیپ‌های گندم طی دوسال بررسی

Table 5. Combined analysis of variance for grain yield in wheat genotypes under rainfed (RF) and irrigated (IR) conditions in two cropping seasons (2001-2003)

S.O.V	منابع تغییرات	درجهٔ آزادی Df	میانگین مربعات در شرایط دیم MS (RF)	میانگین مربعات در شرایط آبی MS (IR)
Year (Y)	سال	1	8.49**	34.20**
Rep./Year (Error a)	خطای a	6	0.59	0.90
Genotype (G)	ژنوتیپ	10	0.81^{ns}	0.79**
G × Y	سال × ژنوتیپ	10	0.30**	0.20^{ns}
Error (b)	خطایb	60	0.04	0.23
CV%	ضریب تغییرات (٪)	-	13.50	19.60

ns و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

ns and ** : Non significant and Significant at 1% probability level, respectively.

جدول ٦- مقایسهٔ میانگین عملکرد دانه و برآورد شاخص‌های تحمل به تنش ژنوتیپ‌های گندم در دو سال زراعی (۱۳۸۰-۱۳۸۲)

Table 6. Comparison of mean grain yield and estimates of stress tolerance indices for wheat genotypes in two cropping seasons (2001-2003)

شماره ژنوتیپ	عملکرد دانـه (تن در هکتار)		شاخص‌های تحمل				
Genotype No.	Yp (t.ha^{-1})	Ys (t.ha^{-1})	MP	GMP	TOL	SSI	STI
1	2.576 abc*	1.253 bc	1.914	1.774	1.323	1.198	0.537
2	2.244 cd	1.783 ab	2.014	1.972	0.461	0.387	0.686
3	2.462 bc	1.305 bc	1.883	1.783	1.157	1.084	0.544
4	2.743 abc	1.649 abc	2.196	2.101	1.094	0.883	0.765
5	2.290 cd	1.334 bc	1.812	1.731	0.956	0.953	0.523
6	2.460 bc	1.261 bc	1.861	1.740	1.199	1.055	0.517
7	2.444 bc	1.261 bc	1.853	1.740	1.184	1.153	0.508
8	2.387 bc	1.150 bc	1.769	1.621	1.237	1.115	0.446
9	1.867 d	1.215 bc	1.541	1.455	0.652	0.556	0.355
10	3.025 a	2.007 a	2.515	2.459	1.018	0.839	1.071
11	2.840 ab	1.967 a	2.403	2.343	0.872	0.700	0.952
میانگینMean	2.485	1.471	1.978	1.884	1.014	0.902	0.628

* بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ، میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

* Means followed by similar letters, in each column are not significantly different at 5% level, using Dancan's Multiple Range Test.

مقاومت و حساسیت به تنش دسته‌بندی می‌کند و به عبارت دیگر با استفاده از این شاخص می‌توان ژنوتیپ‌های حساس و متحمل را بدون توجه به پتانسیل عملکرد آن‌ها مشخص کرد و به منظور یافتن ژنوتیپ‌های متحمل این شاخص کارآیی بسیار بالایی دارد (نادری و همکاران، ۱۳۷۸).

جدول ٦ نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های شمارهٔ ۲، ۹ (زردک)، ۱۱ (سرداری)، ۱۰ (آذر۲)، ٤ و ٥ کمترین مقادیر شاخص SSI را به خود اختصاص داده و لذا در بین ارقام و لاین‌های گندم دوروم متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها شامل زردک با ۰/۵۵٦ = SSI، لاین شمارهٔ ٤ با ۰/۸۸۳ = SSI و لاین شمارهٔ ٥ با ۰/۹۵۳ = SSI هستند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷- مقایسهٔ میانگین عملکرد دانهٔ ژنوتیپ‌های گندم طی دوسال زراعی (اثر متقابل سال × ژنوتیپ) تحت شرایط دیم و آبی
Table 7. Comparison of wheat genotypes grain yield (interaction effects of Y* G) in two cropping seasons (2001-2003) under rainfed(RF) and irrigated(IR) conditions

سال Year	ژنوتیپ Genotype	میانگین عملکرد دانه در شرایط دیم (تن در هکتار) Mean grain yield under RF condition (t.ha $^{-1}$)	میانگین عملکرد دانه در شرایط آبی (تن در هکتار) Mean grain yield under IR condition (t.ha $^{-1}$)
1	1	1.295 bcd*	3.129 abc
1	2	2.279 abc	2.819 bcd
1	3	1.499 abc	3.135 abc
1	4	2.073 abc	3.471 ab
1	5	1.702 abc	2.831 bcd
1	6	1.353 bcd	3.283 ab
1	7	1.486 abc	2.833 bcd
1	8	1.317 bcd	3.028 abc
1	9	1.444 abc	2.221 cde
1	10	2.645 a	3.859 a
1	11	2.508 ab	3.581 ab
2	1	1.210 cd	2.023 ef
2	2	1.288 bcd	1.668 f
2	3	1.110 cd	1.788 f
2	4	1.225 cd	2.014 ef
2	5	0.966 d	1.750 f
2	6	1.169 cd	1.638 f
2	7	1.035 cd	2.056 def
2	8	0.983 d	1.746 f
2	9	0.985 d	1.513 f
2	10	1.368 bcd	2.190 cde
2	11	1.427 abc	2.098 def

*بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند .

* Means followed by similar letters, in each column are not significantly different at 5% level, using Dancan's Multiple Range Test.

جدول ٦ نیز نشان می‌دهد که از نظر شاخص TOL به ترتیب ژنوتیپ‌های شمارهٔ ۲، ۹، ۱۱، ۵، ۱۰ و ٤ دارای کمترین مقادیر بوده و لذا لاین‌های متحمل به تنش خشکی محسوب می‌شوند. در بین ژنوتیپ‌های دوروم لاین شمارهٔ ۵ با TOL = ۰/۹۵٦ حتی نسبت به آذر۲ (TOL = ۱/۰۱۸) دارای تحمل بهتری است (جدول ٦).

محققان عقیده دارند بهترین شاخص برای غربال کردن ژنوتیپ‌های متحمل به تنش شاخصی است که در هر دو شرایط تنش و عادی دارای همبستگی نسبتاً بالایی با عملکرد دانه باشد (رادمهر، ۱۳۷۵. نورمند مؤید، ۱۳۷٦. فرشادفر و همکاران، ۱۳۸۰. خلیل‌زاده و کربلایی‌خیاوی، ۱۳۸۱؛ Fernandez,1992; Blum,1988). بنابر این با استفاده از مطالعهٔ همبستگی بین عملکرد در شرایط آبی و دیم و شاخص‌های کمی تحمل به تنش می‌توان شاخص‌های تحمل به تنش را ارزیابی کرده و بهترین شاخص را انتخاب نمود.

نتایج حاصل از تعیین همبستگی بین شاخص‌های تحمل مورد بررسی و عملکرد دانه در شرایط دیم و آبی در این مطالعه در جدول ۸ درج شده است . بیشترین میزان همبستگی عملکرد دانه در شرایط دیم با

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص‌های تحمل تنش (STI) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) وجود دارد . مقادیر ضرایب این همبستگی‌ها به ترتیب برابر **۰/۸۷۱ = r و **۰/۸۶۲ = r بوده که مثبت و از نظر آماری نیز بسیار معنی‌دار ($P \leq 0.01$) است. این یافته با نتایج به‌دست آمده از تحقیقات سایر محققان مطابقت داشته و آن‌ها را تأیید می‌کند (اهدایی، ۱۳۷۲؛ رادمهر و همکاران، ۱۳۷۵؛ سنجری، ۱۳۷۷). همچنین نتایج بررسی همبستگی بین عملکرد دانه در شرایط آبی و شاخص‌های تحمل به تنش نشان داد که در این شرایط بیشترین مقدار ضریب همبستگی مربوط به میانگین بهره‌وری (MP) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) با عملکرد دانه است. مقادیر این ضرایب به ترتیب برابر **۰/۹۱۹ = r و **۰/۸۵۱ = r است که مثبت بوده و از نظر آماری بسیار معنی‌دارند (جدول ۸).

وجود همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار بین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های آزمایشی در شرایط تنش و عادی و شاخص‌های STI، GMP و MP حاکی از آن است که، این شاخص‌ها توانایی تشخیص و تعیین ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط (تنش و عادی) دارای عملکرد دانهٔ بالایی هستند را دارند (ژنوتیپ‌های گروه A) و لذا می‌توان شاخص‌های مذکور را به عنوان بهترین شاخص‌های ارزیابی تحمل به تنش معرفی کرد.

جدول ۸- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به تنش و عملکرد دانه در دو شرایط آبی و دیم

Table 8. Correlation coefficient between stress tolerance indices and grain yield under rainfed and irrigated conditions (n = 88)

	Ys	Yp	SSI	TOL	MP	STI	GMP
Ys	-						
Yp	0.478**	-					
SSI	-0.474**	0.456**	-				
TOL	-0.174^{ns}	0.781**	0.848**	-			
MP	0.784**	0.919**	0.110^{ns}	0.474**	-		
STI	0.871**	0.819**	-0.022^{ns}	0.300**	0.968**	-	
GMP	0.862**	0.851**	0.004^{ns}	0.342**	0.986**	0.989**	-

ns و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

ns and **: Non significant and Significant at 1% probability level, respectively.

سنجری (۱۳۷۷) طی انجام تحقیقی بر روی ژنوتیپ‌های گندم اعلام کرد که بین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و شاخص‌های MP و TOL همبستگی مثبت و بسیار قوی وجود داشته و از طرفی بین عملکرد دانه در شرایط تنش و شاخص‌های STI و MP همبستگی مثبت و قوی موجود است. وجود همبستگی مثبت و قوی بین عملکرد در شرایط بدون تنش و شاخص‌های MP و GMP در این بررسی با نتایج به دست آمده توسط محققان دیگر مطابقت داشته و آن‌ها را تأیید می‌کند (نورمند مؤید، ۱۳۷٦. سنجری، ۱۳۷۷). مطالعات انجام شده توسط حق‌پرست (۱۳۷٤) و گلپرور و همکاران (۱۳۸۳) نشان داد که سه شاخص STI، GMP و MP همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری با عملکرد ژنوتیپ‌های گندم در شرایط تنش و بدون تنش خشکی داشته و به همین دلیل شاخص‌های مناسبی برای غربال کردن ژنوتیپ‌های دارای پتانسیل عملکرد بالا و متحمل به تنش خشکی هستند که با نتایج حاصل از این بررسی مطابقت داشته و آن را تأیید می‌کند.

برخی محققان نشان داده‌اند که، استفاده از شاخص‌های میانگین هندسی (GMP) و شاخص تحمل به

Archive of SID

www.SID.ir

خشکی (STI) با توجه به همبستگی‌های معنی‌دار و بالای موجود بین آن‌ها و عملکرد دانه در محیط‌های تنش و عادی به عنوان شاخص‌های مناسبی برای تخمین پایداری عملکرد و گزینش ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا قابل توصیه‌اند (مظفری، ۱۳۷٤. سمیع‌زاده، ۱۳۷۵. نورمند مؤید، ۱۳۷٦؛ Fernandez , 1992). مطالعات انجام شده در خصوص بررسی اثرات تنش خشکی و گرما بر روی لاین‌های پیشرفتهٔ گندم دوروم گرمسیری نشان داد که شاخص‌های GMP و STI در مقایسه با شاخص‌های SSI ، MP و TOL از قدرت تمایز بالاتری برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل برخوردارند (خلیل‌زاده و کربلایی‌خیاوی، ۱۳۸۱).

نتایج دو سال بررسی در مرکز بین المللی تحقیقات در مناطق خشک (ICARDA) بر روی جو نشان داد که، همبستگی منفی و معنی‌داری بین عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی و شاخص SSI وجود دارد (Ceccarelli *et al*., 1987) که با نتایج حاصل از این بررسی مطابقت داشته و آن را تأیید می‌کند. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و شاخص‌های STI، GMP و MP در نتایج تحقیقات انجام شده توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Bidinger and Witcombe, 1989; Nachi and Quassou,1988).

جمع‌بندی نتایج حاصل از بررسی همبستگی عملکرد دانه در شرایط وجود تنش خشکی آخر فصل و بدون تنش با شاخص‌های تحمل به تنش در این بررسی نشان می‌دهد که، مناسب‌ترین شاخص برای غربال کردن ژنوتیپ‌های گندم دوروم و تعیین ارقام و لاین‌های متحمل به تنش خشکی در منطقهٔ سردسیر دیم مراغه شاخص‌های MP ، GMP و STI هستند.

منابع مورد استفاده References

اهدایی، ب. ۱۳۷۲. انتخاب برای مقاومت به خشکی در گندم. مقالات کلیدی اولین کنگرهٔ زراعت و اصلاح نباتات ایران. انتشارات دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تهران.٦۲-٤۳.

اهدايي، ب.، ق. نورمحمدي و ع. والا. ۱۳۷۳. حساسیت محیطی و تجزیهٔ همبستگی عملکرد دانه و اجزای آن در ارقام گندم تتراپلوئید (دوروم) بومی خوزستان در شرایط مساعد و نامساعد محیطی. مجلهٔ علمی کشاورزی. (۱۷): ۳۱ - ۱۵.

حق‌پرست، ر. ۱۳۷٤. انتخاب برای مقاومت به خشکی در گندم. پایان نامهٔ کارشناسی ارشد. دانشکدهٔ کشاورزی. دانشگاه تبریز.

حقیقتي ملكي، ا. ۱۳۸۱. ارزیابی کمی و کیفی تناسب اراضی ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه برای محصول گندم. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی. واحد علوم و تحقیقات تهران.

خلیل‌زاده، غ، ر.، و ح. کربلایي خیاوي. ۱۳۸۱. بررسی اثرات استرس‌خشکی و گرما بر روی لاین‌های پیشرفتهٔ گندم دوروم. چکیدهٔ مقالات هفتمین کنگرهٔ زراعت و اصلاح نباتات ایران. نشر آموزش کشاورزی: ٥٦٤-٥٦۳.

رادمهر، م. ۱۳۷۳. بررسی اثرات تاریخ کاشت وتراکم بذر بر عملکرد گندم. انتشارات مؤسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیهٔ نهال و بذر. کرج.

رادمهر، م.، غ. ع. لطفعلي آيينه، و ع. ر. كجباف. ۱۳۷۵. بررسی اثرات تنش گرما بر صفات زراعی، عملکرد دانه و اجزای آن در بیست و پنج ژنوتیپ گندم نان. مجلهٔ نهال و بذر ۱۲ (۱): ۲۳-۱۳.

رادمهر، م.، غ. ع. لطفعلي آيينه، و ع. ر. كجباف. ۱۳۷٦. اثر تاریخ کاشت بر رشد و عملکرد گندم فلات در شرایط آب و هوایی جنوب خوزستان. II: روند جذب و انتقال عناصر غذایی در اندام‌های مختلف. مجلهٔ نهال و بذر.۳ (۲): ٤٦-۳٤.

Archive of SID
www.SID.ir

روستايي، م. ١٣٧٦. مقاومت ارقام گندم پاييزه به سرما و ارتباط آن با صفات مورفوفيزيولوژيک. پايان‌نامۀ کارشناسی ارشد. دانشکدۀ کشاورزی. دانشگاه تبريز.

روستايي، م.، د. صادق‌زادة اهري، م. حسنپور حسني، ع. اميري، ر. حق پرست، ع. حسامي، ك . سليماني، ن. بني‌صدر، ه. پاشاپور، م. عظيم‌زاده، م. ترابي، ع. غفاري، غ. عابدي اصل، و، ك . نادر محمودي. ١٣٧٩. معرفی رقم جديد گندم نان آذر ٢. مجلۀ نهال و بذر ١٦ (٢): ٢٦٦-٢٦٣.

سميع‌زاده، ح. ١٣٧٥. بررسی تنوع فنوتيپی و ژنوتيپی صفات کمی و همبستگی آن‌ها با عملکرد نخود سفيد. پايان‌نامۀ کارشناسی ارشد. دانشکدۀ کشاورزی. دانشگاه آزاداسلامی واحد کرج.

سنجري، ا. ق. ١٣٧٧. ارزيابی منابع متحمل به تنش خشکی و پايداری عملکرد ارقام و لاين‌های گندم در منطقۀ نيمه خشک کشور. چکيدۀ مقالات پنجمين کنگرۀ زراعت و اصلاح نباتات ايران. نشر آموزش کشاورزی: ٢٤٤-٢٤٣.

صادق‌زادة اهري، د.، ع. حسامي، م. روستايي، و ع. اميري. ١٣٨٢. اثر تاريخ کاشت بر عملکرد ارقام گندم و تعيين تيپ رشد مناسب در دو منطقۀ سردسير ديم کشور. مجلۀ دانش کشاورزی.١٣ (٢): ٧٥-٥٧.

طليعي،ع. ا. ١٣٧٨. گزارش نهايی طرح تحقيقاتی الگو و احتمالات ريزش بارندگی و تأثير آن بر عملکرد ديمزارها. انتشارات مؤسسۀ تحقيقات کشاورزی ديم کشور. شمارۀ ٧٨/٤٩٥.

فرشادفر،ع. ا.، م. ر. زماني، م. مطلبي، و ع. ع. امام جمعه.١٣٨٠. انتخاب برای مقاومت به خشکی در لاين‌های نخود. مجلۀ علوم کشاورزی ايران. ٣٢ (١): ٧٤-٦٥.

گلپرور، ا. ر.، ا. مجيدي هروان، ع. قاسمي پير بلوطي. ١٣٨٣. بهبود ژنتيکی پتانسيل عملکرد و مقاومت به تنش خشکی در ژنوتيپ‌های گندم نان (*T. aestivum*) . فصل نامۀ علمی ترويجی خشکی و خشکسالی کشاورزی . ٣: ٢٣-١٣.

گوپتا، يو. اس. ١٣٧١. جنبه‌های فيزيولوژيکی زراعت ديم. سرمدنيا، غ و ع، کوچکی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. صفحۀ ٨.

مظفري، ك . ١٣٧٤. تجزيۀ عاملی در آفتابگردان تحت شرايط تنش آبی و شرايط عادی. پايان نامۀ کارشناسی ارشد. دانشکدۀ کشاورزی. دانشگاه تهران.

نادري، ا.، ا. مجيدي هروان، ا. هاشمي دزفولي، ع. رضايي، و ق. نورمحمدي. ١٣٧٨. تحليل کارآيی شاخص‌های ارزيابی کنندۀ تحمل گياهان زراعی به تنش‌های محيطی و معرفی يک شاخص جديد. مجلۀ نهال و بذر . ٥ (٤): ٤٠٢-٣٩٠.

نورمندمؤيد، ف. ١٣٧٦. بررسی تنوع صفات کمی و روابط آن‌ها با عملکرد گندم نان (*T. aestivum.*) در شرايط ديم و آبی و تعيين بهترين شاخص مقاومت به خشکی. پايان‌نامۀ کارشناسی ارشد. دانشکدۀ کشاورزی . دانشگاه تهران.

Araus, J. L., G. A. Slafer, M. P. Reynolds and C. Royo. 2002. Plant breeding and drought in C_3 cereals: What should we breed for?.Annals of Botany. 89: 925-940.

Baker, F. W. G. 1989. Drought resistance in cereals. CAB Internatinal. pp: 222.

Bidinger, F. R. and J. R.Witcombe.1989. Evaluation of specific drought avoidance traits as selection criteria for improvement of drought resistance .pp :151-164. *In:* F. W. G. Backer.(ed.). Drought resistance in cereals. CAB International.

Blum, A. 1988. Plant breeding for stress environments. CRC press.Boca Raton. pp: 38-78.

Ceccarelli, S., M. M. Nachit, G. O. Ferrara, M. S. Mckin, M. Tahir, J. V. Leur and J. P. Srivastava.1987. Breeding strategies for improving cereal yield and stability under drought. pages: 101-114. *In:* J. P.

Archive of SID

www.SID.ir

Srivastava, E.Porceddu, E.Acevedo and S. Varma. (eds.). Drought tolerance in winter cereals. John Wiley and Sons. USA.

Cook, R. J., R. J. Veseth.1991. Wheat health management. American Phytopathological Society. USA.page 25.

Entz, M. H. and D. B. Fowler. 1990. Differential agronomic responses of winter wheat cultivars to preanthesis environmental stress. Crop Sci. 30: 1119-1123.

Evans, L. T., I. F. Wardlaw and R. A. Fischer. 1975. Wheat. pp: 101-149. *In*: L. T. Evans..(ed.). Crop physiology. Cambrige University press.

Fabriani, G. and C. Lintas. 1988. Durum: chemistry and technology. American Association of Cereal Chemistry.Minessota. USA: 5-80.

Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Proceeding of the International symposium on adaptation of vegetables and other food crops in temperature and water stress.Taiwan.13-16Aug. 1992.By C. G. Kuo. AVRDC.

Fischer, R. A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat .I:grain yield responses. Aust. J. Agric. Res. 29: 897-912.

Jain, M. P., P. V. A. Dixt and R. A. Khan. 1992. Effects of sowing date on wheat varieties under late irrigated condition. Indian Journal of Agric. Sci. 62: 669-671.

Johanson, R. C. and E. T. Kanemasu. 1982. The influence of water availability on winter wheat yields. Can. J. Plant. Sci. 62: 831-838.

Kang, M. S. 1998. Using genotype by environment interaction for crop cultivar development. Adv. Agron. 62: 199-252.

Ketata, H., D. Sadeghzadeh, M.Tahir and A. Amiri. 1998. Variability of morphophysio- logical traits in wheat (*T.aestivum*) landrace.9th.International wheat symposium. Canada . 2: 253-255.

Nachit, M. M. 1998. Durum breeding research to improve dryland productivity in the Mediterranean region. pages: 1-15. *In*: M. M. Nachit, M. Baum, E. Porceddu, P. Monneveux and E. Picard (eds.). SEWANA (South Europe, West Asia and North Africa) durum wheat research network. ICARDA. Aleppo. Syria.

Nachit, M. M. and A. Quassou. 1988. Association of yield potential,drought tolerance and stability of yield in *T. turgidum* var.*durum*. Proceedings of the 7th. International Wheat Symposium. Cambridge.1: 867-870.

Rosielle, A. I. and J. Hamblin. 1981. Theorical aspect of selection for yield in stress and non-stress environment. Crop. Sci. 21: 493-501.

Tahir, M., H. Ketata, E. Sadeghi and A. Amiri. 1999. Wheat and barley improvement in the dryland areas of Iran: present status and future prospects .Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO). Iran. pp: 67.

Wood, M., C. A. M. Pibean, M. C. Neill and H. Harries.1997. Nitrogen cycling in a dry- land cereal-legume rotation system. pages: 71-78. *In*: J. Ryan (ed.). Accomplishments and future challenges in dryland soil fertility research in the Mediterranean area. ICARDA. Aleppo. Syria.

Archive of SID

www.SID.ir

Evaluation for tolerance to drought stress in dryland promising durum wheat genotypes

Sadegh-Zadeh-Ahari. D*

ABSTRACT

To evaluate drought to lorance in promising dryland durum wheat genotypes, this study was carried out during two cropping seasons (2001-2003) in Maragheh Agricultural Research Station. Experimental materials included: seven promising durum wheat genotypes, one check (Zardak) and three bread wheat genotypes (one landrace, Azar-2 and Sardari). The experiment was conducted using RCBD with four replications under dryland and irrigated conditions. Quantitative criteria for stress resistance As: stress susceptibility index (SSI), tolerance index (TOL), mean productivity (MP), stress tolerance index (STI), and geometric mean productivity (GMP) were used for evaluation genotypes response to stresse. Results showed that in dryland condition effects of year and year genotype were highly significant ($P \leq 0.01$) on grain yield. In irrigated condition the main effects of year and genotypes were highly significant on grain yield. In comparison of the durum wheat genotypes with bread wheats the former had good tolerance under stresse condition and genotype no.4 (61-130/414-44//377-2/4/Df21-72//61-130/Uvy/3/128-13ya05509-1A-9A-2A-3A-OA-OAp) had the highest tolerance among the durum wheats.Among the criteria MP,GMP and STI had positively and highly significant correlation with grain yield under stress and non-stress conditions. Those criteriare recommended for screening of susceptible and resistant durum wheat genotypes for drought stren.

Key words: Durum wheat, Tolerance criteria, Cold dryland region.

Archive of SID

Received:April, 2004

* Faculty member, Dryland Agricultural Research; Institute, Maragheh, Iran.

www.SID.ir