مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد سوم، شماره اول، بهار ۸۹
۱۵۹-۱۷۱
www.ejcp.info

ارزیابی ژنوتیپ‌های گندم نان از لحاظ تحمل به خشکی

*روحا... عبدالشاهی[۱]، منصور امیدی[۲]، علیرضا طالعی[۲] و بهمن یزدی صمدی[۲]

[۱]استادیار دانشگاه شهید باهنر کرمان – پژوهشکده علوم باغبانی، [۲]استاد دانشگاه تهران

چکیده

به منظور شناسائی ارقام مقاوم به خشکی ۲۹ ژنوتیپ گندم به عنوان فاکتور رقم و تیمارهای آبیاری و عدم آبیاری به عنوان فاکتور آبیاری در یک طرح اسپلیت بلوک در ۳ بلوک در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران مورد کشت قرار گرفتند. همبستگی ضعیف و غیرمعنی‌داری (r=۰/۳۵) بین عملکرد در شرایط تنش خشکی(y_s) و نرمال رطوبتی(y_p) نشان داد که بین عملکرد در دو شرایط دیم و آبی همبستگی وجود ندارد. برای شناسائی ژنوتیپ‌های مقاوم از شاخص‌های STI، TOL، SSI، MP، HARM، TI و GMP و تجزیه به مولفه‌های اصلی و بای‌پلات استفاده شد. دو مولفه اول در مجموع ۹۹/۷٪ تغییرات را توجیه کردند، با توجه به ضرائب شاخص‌ها در مولفه‌های اول و دوم، مولفه اول به عنوان مولفه مقاومت و مولفه دوم به‌عنوان حساسیت به تنش خشکی شناخته شد. با توجه به اطلاعات حاصل از بای‌پلات ژنوتیپ‌های روشن، اینیا، کویر، الوند، ws-82-6، قدس، ws-82-9 و یک کراس روشن به‌عنوان مقاوم و ژنوتیپ‌های امید، قفقاز، مرودشت، نوید و تجن به عنوان حساس به خشکی معرفی گردید.

واژه‌های کلیدی: گندم، تنش خشکی، شاخص‌های تحمل به خشکی

مقدمه

گندم از زمان اهلی شدن تا کنون همواره از اهمیت خاصی برخوردار بوده و سطح وسیعی از مزارع کشاورزی را به خود اختصاص داده است. گندم غله‌ای مهم در بسیاری از مناطق جهان است و غذای اصلی اکثر مردم جهان را تشکیل می‌دهد (رئوف و همکاران، ۲۰۰۷). تنش خشکی یکی از مشکلات

*- مسئول مکاتبه کننده: abdoshahi@gmail.com

اساسی کشاورزی در ایران و جهان است و عامل مهمی در کاهش عملکرد گندم به‌شمار می‌رود. بر اساس گزارش فائو ۹۰ درصد از کشور ایران در نواحی خشک و نیمه خشک قرار دارد (فائو، ۲۰۱۰). همچنین یک سوم اراضی قابل کشت در جهان از کمبود آب کافی برای کشاورزی رنج می‌برند. با تغییرات آب و هوائی و افزایش جمعیت این مشکل را در آینده جدی‌تر خواهد بود (هوئرو، ۱۹۹٦). دوره‌های طولانی تنش خشکی منجر به کاهش شدید عملکرد در نواحی خشک و نیمه خشک می‌شود. اصلاح ارقام مقاوم به خشکی از مهم‌ترین راه حل برای مبارزه با مشکل خشکی است (ربتزک و همکاران، ۲۰۰٦). تحمل به خشکی صفت کمی است و روش اندازه‌گیری مستقیمی برای آن وجود ندارد. این امر باعث مشکل شدن شناسائی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی می‌شود (تاکدا و ماتسوکا، ۲۰۰۸). از طرف دیگر افزایش عملکرد در شرایط کمبود آب نیازمند شناسائی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی و کارهای مدیریتی برای حداکثر کردن آب قابل دسترس است (پاسیورا، ۲۰۰٦). برای شناسائی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی از شاخص حساسیت به تنش[1] (SSI) (فیشر و مورر، ۱۹۷۸)، شاخص تحمل[2] (TOL) و شاخص میانگین محصول‌دهی[3] (MP) (روزلی و هامبلین، ۱۹۸۱)، شاخص تحمل به تنش[4] (STI) و میانگین محصول‌دهی[5] (GMP) (فرناندز، ۱۹۹۲) و شاخص تحمل[6] (TI) (مانس و جیمز، ۲۰۰۳) استفاده می‌شود.

عبدمیشانی و شبستری (۱۹۸۸) ۳۵ ژنوتیپ گندم را از لحاظ تحمل به خشکی بررسی کردند. در تحقیق نامبردگان ژنوتیپ‌های پی تیک، عطائی، خزر، ریحانی، عدل جدید، مکزیپاک، شاهی و آذر به عنوان مقاوم معرفی شدند. عزیزی‌نیا و همکاران (۲۰۰۵)٤۰ ژنوتیپ گندم را از لحاظ تحمل به خشکی بررسی کردند و با استفاده از شاخص‌های فرناندز و تجزیه به مولفه‌های اصلی ارقام مقاوم و حساس را معرفی کردند. فرشادفر و همکاران (۲۰۰۱) ژنوتیپ‌های نخود را از لحاظ تحمل به خشکی مورد بررسی قرار دادند و از شاخص‌های تحمل به خشکی و تجزیه به مولفه های اصلی برای شناسائی

1- Stress Susceptibility Index
2- Tolerance
3- Mean of Productivity
4- Stress Tolerance Index
5- Geometric Mean Productivity
6- Tolerance Index

ژنوتیپ‌ها استفاده نمودند. کرمی و همکاران (۲۰۰۵) شاخص‌های MP، GMP و STI را به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها برای شناسائی تحمل به خشکی در جو معرفی کردند.

به‌دلیل وجود اثر متقابل ژنوتیپ در محیط، ارزیابی ارقام برای تحمل به خشکی بایستی در محل مورد نظر انجام شود. هدف این تحقیق ارزیابی ۲۹ ژنوتیپ گندم رایج در کشور از لحاظ تحمل به خشکی در کرج است. از نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان در برنامه‌های اصلاحی استفاده نمود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی تحمل به خشکی ۲۹ ژنوتیپ گندم (جدول ۱) به‌عنوان فاکتور ژنوتیپ و تیمارهای آبیاری و عدم آبیاری به‌عنوان فاکتور آبیاری در یک طرح اسپلیت بلوک در ۳ بلوک در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران اجرا گردید، به‌طوری‌که عامل آبیاری در جهت بلوک و عامل ژنوتیپ عمود بر جهت بلوک در نظر گرفته شد.

جدول ۱- اسامی ۲۹ ژنوتیپ مورد بررسی

ژنوتیپ	مشخصات	ژنوتیپ	مشخصات	ژنوتیپ	مشخصات
تجن	رقم اصلاحی	سرخ تخم	رقم اصلاحی	کرج ۱	رقم اصلاحی
بولانی	رقم اصلاحی	امید	رقم اصلاحی	مهدوی	رقم اصلاحی
بزوستایا	رقم اصلاحی	شیراز	رقم اصلاحی	قفقاز	رقم اصلاحی
مرودشت	رقم اصلاحی	طبسی	رقم اصلاحی	آذر۲	رقم اصلاحی
اترک	رقم اصلاحی	گلستان	رقم اصلاحی	الوند	رقم اصلاحی
ws-82-9	لاین اصلاحی	شعله	رقم اصلاحی	بک‌کراس روشن	رقم اصلاحی
ws-82-6	لاین اصلاحی	کویر	رقم اصلاحی	قدس	رقم اصلاحی
پیتیک	رقم اصلاحی	روشن	رقم اصلاحی	فلات	رقم اصلاحی
نوید	رقم اصلاحی	نیک‌نژاد	رقم اصلاحی	زرین	رقم اصلاحی
چمران	رقم اصلاحی	اینیا	رقم اصلاحی		

در این آزمایش کشت در آبان ۱۳۸۵ انجام شد. در هنگام کشت آبیاری برای تمام طرح انجام شد، اما پس از آن ژنوتیپ هائی که در تیمار بدون تنش قرار گرفتند آبیاری شدند و ژنوتیپ هائی که در

تیمار تنش خشکی قرار گرفتند آبیاری نشدند. میزان بارندگی در این فصل زراعی بر اساس گزارش سالیانه ایستگاه هواشناسی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج ۳۵۹/۸ میلی‌متر بود (جدول ۲).

جدول ۲- میزان بارندگی کرج از مهر ۱۳۸۵ تا شهریور ۱۳۸٦

ماه	میزان بارندگی	ماه	میزان بارندگی	ماه	میزان بارندگی	ماه	میزان بارندگی
مهر	۳۸/٦	دی	۱۸/۰	فروردین	۱۰۸/۷	تیر	۳/٤
آبان	۳۹/۸	بهمن	٤٦/۲	اردیبهشت	٤۹/٤	مرداد	۲/۰
آذر	۲۳/۱	اسفند	۲۵/٤	خرداد	٤/۸	شهریور	۰/٤

وجین علف‌های هرز به صورت دستی و با استفاده از علف‌کش 2,4-D انجام شد. اندازه هر کرت ٦ متر مربع بود که ۱/۵ متر مربع به‌عنوان حاشیه حذف و ٤/۵ متر مربع برداشت شد. ۵ ردیف در هر کرت کشت شد. فاصله کرت‌ها از همدیگر ۰/۵ متر و فاصله دو نوار تنش و آبیاری در هر بلوک ٤ متر در نظر گرفته شد تا آب از نوار آبیاری به نوار تنش نفوذ نکند. تعداد بوته در هر کرت شمارش و متوسط عملکرد هر کرت به‌صورت گرم در هر بوته محاسبه گردید. بعد از برداشت ژنوتیپ‌ها صفات عملکرد و زیست توده اندازه‌گیری شد. برای محاسبه زیست توده از وزن خشک اندام‌های روی زمین (بدون ریشه) استفاده شد. شاخص‌های شاخص تحمل به تنش($\frac{(y_p)(y_s)}{(\bar{y}_p)^2}$)، تحمل ($y_p - y_s$)، شاخص حساسیت به تنش($\frac{1-(y_s/y_p)}{1-(\bar{y}_s/\bar{y}_p)}$)، میانگین تولید ($\frac{y_p+y_s}{2}$)،($\frac{y_s}{y_p}$)و میانگین هندسی($\sqrt{(y_p)(y_s)}$) با استفاده از عملکرد در دو شرایط تنش (y_s) و عدم تنش (y_p) محاسبه شدند و با استفاده از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی و تهیه بای‌پلات ژنوتیپ‌های مقاوم و حساس شناسائی شدند. برای تجزیه و تحلیل داده از نرم‌افزارهای SAS (۱۹۹۰) استفاده شد.

نتایج و بحث

در این تحقیق شرایط رطوبتی(تنش خشکی و نرمال) و ژنوتیپ‌ها در سطح ۱ درصد و اثر متقابل این دو فاکتور (ژنوتیپ×شرایط رطوبتی) در سطح ۵ درصد برای هر دو صفت عملکرد و زیست توده

اختلاف معنی‌داری داشتند(جدول ۳). اثر متقابل معنی‌دار نشان دهنده واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و نرمال رطوبتی است. بنابراین ترتیب ژنوتیپ‌ها از لحاظ میزان محصول در شرایط مختلف تغییر می‌نماید.

به‌طور کلی تنش خشکی باعث کاهش ٤٧ درصدی عملکرد دانه و ۳۳ درصدی زیست توده در ژنوتیپ‌های مورد بررسی شده است (جدول ۵)، از آنجا که در شرایط کرج خشکی معمولاً در اواخر فصل زراعی اتفاق می‌افتد تاثیر آن بر عملکرد بیشتر از زیست توده بود. همبستگی ضعیف و غیرمعنی‌داری (**r=۰/۳۵**) بین عملکرد در شرایط تنش خشکی(y_s) و شرایط نرمال رطوبتی(y_p) وجود دارد. این همبستگی ضعیف نشان دهنده مستقل بودن عملکرد در دو شرایط است و با توجه به استقلال عملکرد در دو شرایط بایستی اصلاح برای دو شرایط به طور جداگانه صورت گیرد. ژنوتیپ های پرمحصول در شرایط نرمال رطوبتی ممکن است در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ‌های موفقی نباشند. این نتایج موافق نظر فرناندز (۱۹۹۲) است که همبستگی y_p و y_s را بین ۰ تا ۰/۵۰ می‌داند ولی مغایر با نتایج کرمی و همکاران (۲۰۰۵)، فرشادفر و همکاران (۲۰۰۱) و گل آبادی و همکاران (۲۰۰٦) است. با توجه به جدول ۵ از ۲۹ ژنوتیپ مورد بررسی رقم روشن با میانگین عملکرد ۳۳٦۲/۵ کیلوگرم در هکتار پرمحصول‌ترین ژنوتیپ در شرایط دیم و رقم زرین با میانگین عملکرد ٦٦۵۰/۲ کیلوگرم در هکتار پرمحصول‌ترین ژنوتیپ در شرایط نرمال رطوبتی است. هدف این تحقیق شناسائی ژنوتیپ‌ها از لحاظ عملکرد در شرایط دیم یا آبیاری نیست، بلکه شناسائی ژنوتیپ‌های مقاوم و حساس به خشکی از طریق شاخص‌ها است. عملکرد تابع شرایط متعددی نظیر تاریخ کشت، تراکم، مقدار کود، آبیاری، تیپ رشد، شرایط خاک و آب و هوا است. با تغییر این شرایط مقدار عملکرد ژنوتیپ‌ها تغییرمی‌نماید، ولی برای شناسائی ژنوتیپ‌های مقاوم و حساس از طریق شاخص‌ها مشکل ایجاد نمی‌شود، چون مبنای محاسبه شاخص‌ها نسبت عملکرد در شرایط تنش خشکی و نرمال است. بنابراین در صورتی که این شرایط باعث تغییر عملکرد شود، این تغییر در مورد هر دو شرایط تنش خشکی و نرمال بطور یکسان اعمال می‌شود و نسبت عملکرد این دو را تغییر نمی‌دهد، از این رو در مقدار شاخص‌ها تغییری ایجاد نمی‌شود.

جدول ۳- درجه آزادی و میانگین مربعات زیست توده و عملکرد دانه ارقام گندم در سطوح آبیاری

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		زیست توده	عملکرد
بلوک	۲	۲۲۲۰/۷^{ns}	۲۳٤/۹^{ns}
شرایط رطوبتی	۱	۵۲۰٦٦/۳**	۱۲٦٤۰/۷**
خطای a	۲	۵٦۸/۵	٤۳/٦
ژنوتیپ	۲۸	٦٦۲/٦**	۱۰۲/۳**
خطای b	۵٦	۲۳٦/٤	۳۳/۰
ژنوتیپ× شرایط رطوبتی	۲۸	۳۷٤/۱*	۵۵/٦*
خطای ab	۵٦	۱۹۸/۲	۲۷/٦
ضریب تغییرات		۱۵/۵۲	۱۸/۵٤

*، ** و ^{ns}: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ۱ درصد و غیرمعنی‌دار.

جدول ٤- ضرائب همبستگی بین شاخص‌های تحمل به تنش و عملکرد در دو شرایط تنش و نرمال رطوبتی

	Y_S	Y_P	TOL	MP	SSI	STI	GMP	HARM	TI
Y_P	۰/۳۵ ^{ns}								
TOL	-۰/۲۰ ^{ns}	۰/۸۵ **							
MP	۰/٦۹ **	۰/۹۲ **	۰/۵۷ **						
SSI	-۰/٦۰ **	۰/۵۲ **	۰/۸۹ **	۰/۱۵ ^{ns}					
STI	۰/۸۲ **	۰/۸۱ **	۰/۳۸ *	۰/۹۷ **	-۰/۰۵ ^{ns}				
GMP	۰/۸۳ **	۰/۸۱ **	۰/۳۷ *	۰/۹۷ **	-۰/۰٦ ^{ns}	۰/۹۹ **			
HARM	۰/۹۳ **	۰/٦٦ **	۰/۱٦ ^{ns}	۰/۹۰ **	۰/۲۷ ^{ns}	۰/۹۷ **	۰/۹۷ **		
TI	۰/٦۰ **	-۰/۵۲ **	-۰/۸۹ **	-۰/۱۵ ^{ns}	-۰/۹۸ **	۰/۰۵ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}	۰/۲۸ ^{ns}	

** و ^{ns}: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪ و غیرمعنی‌دار

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های گندم در سطوح تنش آبی

ژنوتیپ	عملکرد در شرایط تنش خشکی(کیلوگرم در هکتار)	عملکرد در شرایط نرمال رطوبتی(کیلوگرم در هکتار)	زیست توده در شرایط تنش (کیلوگرم در هکتار)	زیست توده در شرایط نرمال (کیلوگرم در هکتار)
روشن	۳۳۶۲/۵ a	٤٦۳۷/۱ abcd	۱۰۹٥٤/۰ ab	۱۱۷۳۷/۹ abcd
اینیا	۳۰۳۷/۵ a	٤٥۰۰/۰ abcd	۹٥۸۰/۱ abcde	۱۰۸۸۷/۱ abcd
کویر	۳۰۱۲/۵ ab	٥٦٦۲/۳ abc	۹۳۰۲/۷ abcde	۱۲٥۰۰/۳ ab
الوند	۳۰۱۲/۱ ab	٥۳۰۰/٤ abcd	۱۰٦۸۱/۵ abc	۱۲۷۸۷/۳ ab
Ws-82-6	۲۹۳۷/۵ ab	۳۹۷۵/۸ bcd	۹٤٦۱/٦ abcde	۹۸۸۷/۱ abcd
قدس	۲۸۷۵/۳ ab	٥٥۰۰/۰ abc	۱۰٦۳٤/٦ abc	۱۳۲۰۰/٦ a
Ws-82-9	۲۹۰۰/۲ ab	٤٤٦۲/۷ abcd	۱۱٦۹۸/٤ a	۱۲۸۳۷/۷ ab
بک‌کراس روشن	۲۸۷۵/۰ ab	٥۳٥۰/۸ abcd	۹۰۷۱/۹ abc	۱۱۱٥۰/۲ abcd
اترک	۲۷٥۰/۰ ab	٤۰٥۰/٤ bcd	۱۰۲۰٥/۲ abcd	۱۱۳٦۲/۹ abcd
مهدوی	۲۷۳۷/۹ ab	٤٤۲٥/٤ abcd	۹۸۷۷/٦ abcd	۱۱٤٦۲/۷ abcd
چمران	۲۷۱۲/۷ abc	٤۳۳۷/۷ bcd	۷٥٤۸/۲ cde	۹٦۰۰/۸ abcd
زرین	۲٥۷٥/٦ abc	٦٦٥۰/۲ a	۸۱٦٦/۹ bcde	۱۲٤۸۷/۹ ab
آذر ۲	۲٥٦۲/٥ abc	٤۱۱۲/۹ bcd	۹۹٥۰/۷ abcd	۱۰۹۸۷/۹ abcd
سرخ‌تخم	۲٥٥۰/٤ abc	٤٤۸۷/۹ abcd	۸٦۲۳/۸ abcde	۱۰۳۸۷/۱ abcd
کرج ۱	۲٤٥۰/٦ abc	٤۸۷٥/۰ abcd	۱۰٤۷٥/۳ abc	۱۲۹۲٥/٤ ab
بزوستایا	۲٤٥۰/٦ abc	۳۹۲٥/٤ cd	۸۰۷٤/٥ bcde	۹۲٥۰/۰ bcd
پیتیک	۲٤٥۰/٦ abc	٥۰۲٥/۲ abcd	۱۰۲۰۲/۹ abcd	۱۲۹۸۷/۹ a
شیراز	۲٤۱۲/۳ abc	٦۲۳۷/۹ ab	۹۰۰۲/٦ abcde	۱۲۷٥۰/۰ ab
نیک‌نژاد	۲٤۰۰/۲ abc	٤٥۲٥/۲ abcd	۸۸۰٥/٤ abcde	۱۲٤٦۲/۷ abc
بولانی	۲۳٦۲/۹ abc	٤۸۰۰/٤ abcd	۸٥٦٤/٦ abcde	۱۰۳۸۷/۱ abcd
شعله	۲۲٥۰/۰ abc	٤۲۸۷/۳ bcd	۸۳۸٦/۱ bcde	۱۰٦۳۷/۱ abcd
فلات	۲۲۳۷/۹ abc	٤۷۰۰/٦ abcd	۹۱۳۷/۱ abcde	۱۱۱۱۲/۹ abcd
طبسی	۲۲۱۲/۷ abc	٥۷۰۰/٦ abc	۸۸۱٤/۷ abcde	۱۳۰۷٥/٦ a
گلستان	۲۱٦۲/۳ abc	۳۸۰۰/٤ cd	۸۳۸۹/۸ bcde	۱۰۱٥۰/۲ abcd
امید	۱۹٥۰/٦ bc	۳۱۸۷/٥ d	٦٥۹۸/٥ e	۸۷٥۰/۰ cd
قفقاز	۱۸۳۷/۷ bc	۳۱۷٥/٤ d	۷٥۹۳/۱ cde	۹٦۲٥/۰ abcd
نوید	۱۸۱۲/٥ bc	٥۳۰۰/٤ abcd	۹۰۲۲/٤ abcde	۱۲۹۱۲/۳ ab
مرودشت	۱۸۰۰/٤ bc	۳۱٥۰/۲ d	۷۰٦۰/۸ de	۸٥۰۰/۰ d
تجن	۱٤۱۲/۳ c	٤۰۸۷/۷ bcd	۷٥٤۷/۰ cde	۱۱٦٥۰/۲ abcd
میانگین	۲٤٦۰/۰	٤٥۲٥/۰	۹۱۰۰/۳۰	۱۱۳۱۱/۲٥

ژنوتیپ‌های دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۱٪ با هم تفاوت معنی‌داری ندارند.

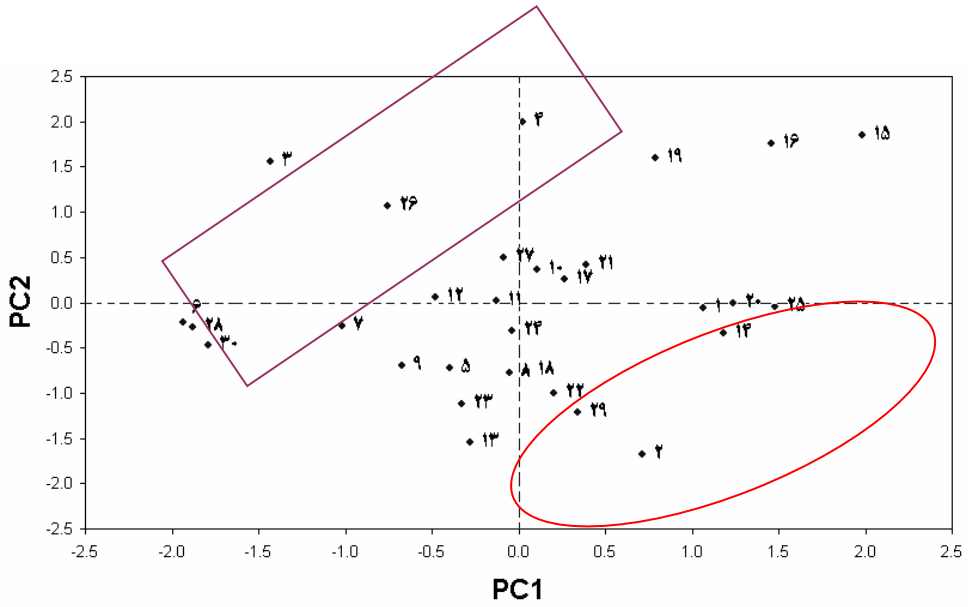
نتایج حاصل از تعیین همبستگی بین شاخص‌های تحمل مورد بررسی و عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی و نرمال رطوبتی در جدول ٤ آورده شده است. بیشترین همبستگی در شرایط تنش خشکی با شاخص‌های HARM، GMP و STI وجود دارد. این یافته با نتایج به دست آمده از تحقیقات صادق زاده اهری (۲۰۰٦)، سنجری (۱۹۹۸) و رادمهر و کج‌باف (۱۹۹٦) مطابقت دارد. همچنین نتایج بررسی همبستگی بین عملکرد دانه در شرایط نرمال رطوبتی و شاخص‌های تحمل به تنش نشان داد بیشترین مقدار همبستگی مربوط به MP، TOL، STI و GMP است. اهری (۲۰۰٦) اعلام کرد شاخص‌های MP و GMP بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه در شرایط نرمال رطوبتی دارند. شاخص‌های STI و GMP همبستگی مثبت ویکسانی در هر دو شرایط تنش خشکی و نرمال رطوبتی دارند، این همبستگی بالا نشان دهنده توانائی این شاخص‌ها در انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو محیط تنش و نرمال رطوبتی است. لذا می‌توان شاخص‌های مذکور را به عنوان بهترین شاخص‌های ارزیابی تحمل به تنش معرفی کرد. فرناندز (۱۹۹۲) اعلام کرد شاخص‌های GMP و STI همبستگی بالائی با عملکرد در شرایط تنش و نرمال رطوبتی دارند، از این رو این شاخص‌ها ابزار مناسبی برای تخمین پایداری عملکرد و گزینش ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا هستند. صادق زاده اهری (۲۰۰٦) شاخص‌های MP، GMP و STI را به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها برای شناسائی تحمل به خشکی در گندم و کرمی و همکاران (۲۰۰۵) همین شاخص‌ها را به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها برای شناسائی تحمل به خشکی در جو معرفی کردند. سکارلی و همکاران (۱۹۸۷) اعلام کردند همبستگی منفی و معنی‌داری بین عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی و شاخص SSI وجود دارد. که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت داشته و آن را تایید می‌کند.

تجزیه به مولفه‌ها نشان داد که دو مولفه اول در مجموع ۹۹/۷ درصد تغییرات را توجیه کردند که سهم مولفه اول ٥۸/٤ درصد و سهم مولفه دوم ٤۱/۲ درصد است. بردارهای ویژه مولفه‌های اول و دوم بر اساس شاخص‌ها به‌صورت جدول ٦ است.

جدول ٦- ضریب‌های مولفه‌های اول و دوم در تجزیه به مولفه‌ها

مولفه	TOL	SSI	MP	STI	GMP	HARM	TI
مولفه اول (PC_1)	۰/۲۷	۰/۰٦	۰/٤۹	۰/٤۸	۰/٤۸	۰/٤٥	-۰/۰٦
مولفه دوم (PC_2)	۰/٤۹	۰/٥۸	۰/۰۲	-۰/۱۱	-۰/۱۲	-۰/۲٤	-۰/٥۸

با توجه به اینکه مقادیر کم شاخص‌های TOL و SSI و همچنین مقادیر زیاد سایر شاخص‌ها نشان دهنده تحمل به خشکی هستند و با توجه به ضرائب این شاخص‌ها مولفه اول به عنوان مولفه تحمل به تنش خشکی (ژنوتیپ هائی که PC_1 بالائی دارند مقاوم هستند) شناخته می‌شود. همچنین با توجه به اینکه مولفه دوم تحت تاثیر TOL و SSI با ضرائب مثبت وHARM ، STI ، TI وGMP با ضرائب منفی قرار دارد به عنوان مولفه حساسیت به تنش خشکی (ژنوتیپ هائی که PC_2 بالائی دارند حساس هستند) شناخته می‌شود. بنابراین، ژنوتیپ‌هائی که PC_1 بالا و PC_2 پائینی داشته باشند مقاوم به خشکی هستند و بالعکس.



شکل ۲- نمودار بای‌پلات. اعداد درون نمودار نشان‌دهنده ژنوتیپ‌ها هستند. ۱-بک‌کراس روشن ۲-روشن ۳-تجن ٤-نوید ٥-آذر۲ ٦-مرودشت ۷-گلستان ۸-چمران ۹-بزوستایا ۱۰-بولانی ۱۱-نیک نژاد ۱۲-شعله ۱۳- ws-82-6 ١٤-الوند ١٥-زرین ١٦-شیراز ١٧-کرج۱ ١٨-مهدوی ١٩-طبسی ٢٠-قدس ٢١-پیتیک ٢٢- ws-82-9 ٢٣-اترک ٢٤-سرخ تخم ٢٥-کویر ٢٧-فلات ٢٨-قفقاز ٢٩-اینیا ٣٠-امید. (ژنوتیپ‌های درون بیضی مقاوم به خشکی و ژنوتیپ‌های درون مستطیل حساس به خشکی هستند).

با توجه به نتایج حاصله ژنوتیپ‌های روشن، اینیا، کویر، الوند، ws-82-6، قدس، ws-82-9 و بک‌کراس روشن به‌عنوان مقاوم به خشکی معرفی و ژنوتیپ‌های امید، قفقاز، مرودشت، نوید و تجن به عنوان حساس به خشکی معرفی شدند. علاوه بر این ژنوتیپ‌های اترک، مهدوی، چمران، آذر۲، سرخ تخم، زرین، بزوستایا، کرج ۱ و پیتیک به‌عنوان نیمه مقاوم و ژنوتیپ های نیک نژاد، بولانی، شیراز، شعله، فلات، گلستان و طبسی به‌عنوان نیمه حساس معرفی شدند. عبدمیشانی و شبستری (۱۹۸۸) آذر ۲ را به‌عنوان مقاوم به خشکی معرفی کرده بودند. ژنوتیپ‌های ws-82-9 و ws-82-6 در مرکز تحقیقات کشاورزی کرج برای تحمل به خشکی اصلاح شده‌اند و در این تحقیق به عنوان ژنوتیپ مقاوم شناخته شدند. نکته قابل توجه در مورد یافتن ژنوتیپ‌های مقاوم و حساس وجود اثر متقابل ژنوتیپ×محیط است(محیط شامل شرایط آب و هوا، شرایط کشت، شرایط آبیاری و ... است)، وجود این اثر متقابل باعث تفاوت در نتیجه‌گیری‌ها است. بنابراین، در صورتی که بخواهیم از ژنوتیپ-های معرفی شده در ناحیه‌ای به جز کرج استفاده نمائیم که آب و هوای متفاوت با کرج دارد بایستی از لحاظ تحمل به خشکی بررسی شوند.

به جز روش تجزیه به مولفه‌های اصلی، روش ساده‌تری هم برای استفاده از تمام شاخص‌ها وجود دارد. پس از محاسبه شاخص‌ها می‌توان با معادله زیر مقدار تحمل هر ژنوتیپ را محاسبه نمود.

$$\text{مقدار تحمل} = HARM + GMP + STI + MP + SI - SSI - TOL$$

در این معادله شاخص‌هایی که مقدار بالای آنها نشان دهنده مقاومت است ضریب مثبت و شاخص‌هائی که مقدار پائین آنها نشان دهنده مقاومت باشد ضریب منفی گرفته‌اند. ایراد این فرمول این است که شاخص‌های دارای اعداد بزرگ تاثیر بیشتری بر نتایج دارند. برای رفع این مشکل شاخص‌ها با استفاده از فرمول $Z = \frac{x - \mu}{\sigma_x}$ استاندارد شدند. سپس با استفاده از داده‌های استاندارد شده مقدار تحمل محاسبه شد. رتبه بندی ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش مذکور به‌صورت زیر است:

۱-روشن، ۲-اینیا، ۳-ws-82-6 ، ٤-کویر، ٥-الوند، ٦-ws-82-9، ۷- قدس، ۸- بک‌کراس روشن، ۹-اترک، ۱۰-مهدوی، ۱۱-چمران، ۱۲-آذر۲، ۱۳- زرین، ١٤-سرخ تخم، ١٥-بزوستایا، ١٦-کرج۱، ۱۷-پیتیک، ۱۸-نیک‌نژاد، ۱۹-شیراز، ۲۰-بولانی، ۲۱- شعله، ۲۲-فلات، ۲۳-گلستان ، ٢٤- طبسی، ٢٥- امید، ٢٦- قفقاز، ۲۷-مرودشت، ۲۸-نوید، ۲۹-تجن.

با مقایسه رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها در این دو روش درمی‌یابیم تفاوت کمی در رتبه بندی ژنوتیپ‌ها ایجاد گردیده است، ولی این تفاوت معنی‌دار نیست. درنتیجه با توجه به این که روش دوم ساده‌تر است، برای رتبه بندی ژنوتیپ‌ها پیشنهاد می‌شود.

تحمل به خشکی برایند چندین صفت مختلف است، بعد از شناخت ژنوتیپ‌های مقاوم بایستی این صفات شناسائی شوند و با جزئیات دقیق‌تری مورد بررسی قرار گیرند. می‌توان با جمع‌آوری صفات مناسب برای تحمل به خشکی ارقام با تحمل بالاتری نسبت به خشکی ایجاد نمود.

منابع

Abdomishani, S. and Shabestari, J. 1988. Evaluation of wheat varieties for drought tolerance. Iran. J. Agric Sci. 24: 37-43.

Ahari, D.S. 2006. Evaluation of drought stress tolerance in durum elite wheat genotypes. Iran. J. Agric. Sci. 8: 30-45.

Azizinia, Sh., Ghanadha, M.R., Zali, A.A., Yazdisamadi, B. and Ahmadi, A. 2005. Evaluation and assess of quantitative traits related to drought tolerance in wheat. Iran. J. Agric Sci. 36: 281-292.

Ceccareli, S., Nachit, M.M., Ferara, G.O., Mckin, M.S., Tahir, M., Leur, J.V. and Serivastava, J.P. 1987. Breeding strategies for improving cereal yield and stability under drought. Crop Sci. 20:101-114.

http://www.fao.org.

Farshadfar, A., Zamani, M., Matlabi, M. and Emamjome, A. 2001. Selection for drought resistance in chickpea. Iran. J. Agric Sci. 32: 65-77.

Fernandez, G.C. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Proceeding of the Sympo. Taiwan. 13-16Aug. 1992. By C.G. Kuo. AVRDC.

Fischer, R.A., and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response. Aust. J. Agric. Res. 29: 897-917.

Golabadi, M., Arzani, A., and MirmohamadiMaibody, S.A.M. 2006. Assessment of drought tolerance in segregating populations in durum wheat. Afric. J. Agric. Res. 1: 162-171.

Houerou, L. 1996. Climate change, drought and desertification. J. Arid Env. 34:133-185.

Karami, E., Ghanadha, M.R., Naghavi, M.R., and Mardi, M. 2005. Identifying of drought tolerant varieties in barley. Iran. J. Agric Sci. 37: 371-379.

Munns, R., and James, R.A. 2003. Screening methods for salinity tolerance: A case study with tetraploid wheat. Plant. Soil. 253: 201-218.

Passioura, J.B. 2006. Increasing crop productivity when water is scarce—from breeding to field management. Agric Water Manag. 80: 176–196.

Radmehr, M.Gh.A., and Kajbaf, A.R. 1996. Effect of heat stress on yield and yield component in 25 wheat genotypes. Seed. Plant. 12: 1. 13-23.

Rauf, M., Munir, M., Hassan, M., Ahmad, M., and Afzal, M. 2007. Performance of wheat genotypes under osmotic stress at germination and early seedling growth stage. Afric. J. Agric. Res. 6: 971-975.

Rebetzke, G.J., Richards, R.A., Condonl, A.G., and Farquhar, G.D. 2006. Inheritance of carbon isotope discrimination in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Euphytica. 14: 324-341.

Rosielle, A.A., and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Sci. 21: 943-946.

Sanjari, A.Gh. 1998. Evaluation of drought stress tolerant resources and wheat yield stability in semi arid area in the country. The 5th congress of agronomy and plant breeding proceedings. 243-244.

SAS Institute Inc. 1990 SAS/STAT, User's Guide, Vers. 6. 12th ed. Vol. 1. SAS nstitute Inc., Cary, NC.

Takeda, S., and Matsuoka, M. 2008. Genetic approaches to crop improvement: responding to environmental and population change. Nature. 9: 444-457.

EJCP., Vol. 3 (1): 159-171
www.ejcp.info

Evaluation of bread wheat genotypes for drought tolerance

R. Abdolshahi[1], M. Omidi[2], A.R. Talei[2] and B. Yazdi Samadi[2]
[1]Assistant Prof., Kerman University-Horticultural Research Institute, [2]Professor of Tehran University

Abstract

For identifying drought tolerance genotypes 29 wheat genotypes as cultivar factor and irrigation and non irrigation treatments as an irrigation factor in a split block design with 3 blocks were planted at a Research Filed of College of Agriculture, Tehran University, Iran. There was a low and non significant correlation (R=0.35) between yield at non irrigating (y_s) and yield at irrigating (y_p) condition. The low correlation implies the independence of yield at two conditions. For identifying tolerant genotypes the indexes of STI, TOL, SSI, MP, HARM, TI and GMP were used. The first two components explained 97% of variation. Based on the coefficients of components the first and second components were considering tolerance and sensitivity respectively. Using the biplot analysis genotypes Roushan, Inia, Kavir, Alvand, Ws-82-6, Ghods, Ws-82-9 and back cross of Roushan were identified as tolerant and Omid, Ghafghaz, Marvdasht, Navid and Tajan were detected as sensitive to drought.

Keywords: Wheat; Drought Stress; Drought Tolerance Indexes.

* - Corresponding Author; Email: abdoshahi@gmail.com