Archive of SID

مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۲، شماره ۲، ۱۳۹۰ (۴۲۹-۴۲۱)

تأثیر تنش خشکی پس از مرحله گلدهی بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان زمستانه و بینابین

محمدجواد حاجی‌علیان[۱]*، امیر یزدان‌سپاس[۲]، اشکبوس امینی[۳]، محمدرضا بی‌همتا[۴] و محمدهادی موسویان[۵]
۱، ۵، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج
۲، ۳، دانشیار و مربی موسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال و بذر، کرج
۴، استاد پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۲۰ - تاریخ تصویب: ۹۰/۱/۳۱)

چکیده

تنش خشکی به عنوان مهمترین تنش غیرزیستی نقش مهمّی در کاهش عملکرد گیاهان زراعی دارد. به منظور ارزیابی لاین‌های گندم تحت شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی در مناطق سرد کشور و دستیابی به ارقام گندم با عملکرد بالا و متحمل به تنش کم آبی، این تحقیق با استفاده از ۱۸ ژنوتیپ امیدبخش گندم نان زمستانه و بینابین در شش مکان (کرج، اردبیل، اراک، مشهد، جلگه رخ و میاندوآب) و در دو شرایط آبیاری نرمال و اعمال تنش قطع آبیاری پس از مرحله گلدهی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) در دو سال زراعی ۸۷ - ۱۳۸۵به اجرا درآمد. نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله نشان داد که درهردو شرایط (تنش خشکی وآبیاری نرمال) اثراصلی سال و ژنوتیپ و اثرهای متقابل مکان × سال وژنوتیپ× مکان× سال معنی‌دار بود. دامنه عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری نرمال بین ۵۹۶۹ تا ۷۰۷۳ و در شرایط تنش خشکی بین ۴۰۴۱ تا ۵۶۷۶ کیلوگرم در هکتار بود. براساس نتایج حاصله از شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش، مقایسه میانگین رتبه ($\overline{R}$) و انحراف معیار رتبه (SDR) شاخص‌ها برای هر ژنوتیپ و مشاهده وضعیت قرار گرفتن ارقام در بای‌پلات (Biplot) ترسیمی، لاین C-85-3 با میانگین عملکرد دانه ۵۶۷۶ کیلوگرم در هکتار در شرایط تنش خشکی و با میانگین رتبه و انحراف معیار رتبه شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش به ترتیب برابر با ۱/۲ و ۰/۴۴ به عنوان برترین و لاین C-85-10 با میانگین عملکرد دانه ۴۰۴۱ کیلوگرم در هکتار در شرایط تنش و با $\overline{R}$ و SDR به ترتیب ۱۷ و ۱/۲۲ به عنوان حساس‌ترین لاین نسبت به تنش خشکی شناسایی گردیدند.

واژه‌های کلیدی: **گندم، تنش‌خشکی، شاخص‌های تحمل و حساسیت به خشکی‌و بای‌پلات.**

مقدمه

گندم یکی از مهمترین گیاهان زراعی در دنیا و کشور ایران بوده و از نظر میزان تولید بعد از ذرت وگندم رتبه سوم جهانی را دارد (FAO, 2009). تنش خشکی یکی از مهمترین و رایج ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را با محدودیت روبرو ساخته و

* نویسنده مسئول: محمدجواد حاجی علیان تلفن: ۰۹۱۲-۳۸۹۵۱۱۶ E-mail: yaroghaieh@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

بازده تولید در مناطق نیمه خشک و دیم را کاهش می‌دهد. تقریباً ۳۲ درصد از نواحی کاشت گندم در کشورهای در حال توسعه، یکی از انواع تنش خشکی را در مدت فصل رشد و نمو محصول تجربه می‌کنند (Rajaram & vanGinkel, 1996). از سطح کشت ۲/۳ میلیون هکتار گندم آبی کشور حدود ۹۰۰ هزار هکتار آن در مناطق سرد می‌باشد. در این مناطق اغلب کشاورزان به دلیل نداشتن آب کافی در بهار و یا عدم آبیاری کافی به لحاظ اختصاص آبیاری‌های آخر فصل به زراعت‌های تابستانه، نتیجه مطلوب از کشت ارقام پر توقع به آبیاری به دست نیاورده و در نتیجه زراعت گندم دچار تنش خشکی آخر فصل می‌شود. بنابر این دستیابی و معرفی ارقامی که بتوانند در هر دو شرایط آبیاری معمول و یا تنش خشکی آخر فصل محصول بیشتر و مطمئن‌تری تولید کنند اهمیت بسیار زیادی پیدا می‌کند (Askar et al., 2010). در تحقیقات مربوط به تحمل خشکی سیستمی برای به‌نژادی گندم و نیز سایر محصولات در شرایط کم‌آبی پیشنهاد شده است که طی آن آزمایش‌ها و انتخاب مواد گیاهی تحت شرایط آبیاری معمولی و هم شرایط تنش کم‌آبی انجام و لاین‌هایی که در هر دو محیط بهتر عمل می‌کنند، انتخاب می‌شوند (Uddin et al., 1992). در این استراتژی لاین‌هایی که در شرایط تنش کم‌آبی خوب ظاهر شده‌اند چنانچه به عنوان رقم جدید معرفی گردند در شرایط کم‌آبی می‌توانند عملکرد قابل قبول و با کیفیت خوب تولید نمایند و در شرایط نرمال با کافی بودن آب برای آبیاری نیز پتانسیل بالای خود را نشان داده و عملکرد بیشتری تولید نمایند (Uddin et al., 1992). نتایج Sarmadnia & Koocheki (1997) در بررسی تحمل به خشکی نسبی چهار ژنوتیپ گندم دوروم و چهار ژنوتیپ گندم نان نشان داد که با افزایش تنش خشکی تولید بیوماس، دانه در سنبله، عملکرد دانه و وزن کاه درتمامی ژنوتیپ‌ها کاهش نشان داد، ولی ژنوتیپ‌های متحمل نسبت به ژنوتیپ‌های حساس کاهش کمتری را در تمامی پارامترهای مورد بررسی داشتند. ثابت شده است که تنش خشکی، انتقال مواد غذایی را از برگ‌ها به دانه‌ها کاهش می‌دهد و با توجه به اینکه خشکی رسیدن دانه‌ها را تسریع می‌کند، این عکس‌العمل بر کاهش فتوسنتز به نقصان عملکرد غلات هم کمک می‌کند. Reynolds et al. (1999)، با بررسی گندم‌های مختلف در سیمیت به این نتیجه رسیدند که در گندم یک رابطه خطی بین تنش خشکی و عملکرد دانه وجود دارد. این نشان می‌دهد که گندم گیاهی است که نسبتاً به خشکی متحمل است. نتایج تحقیقات Slafer & Araus (1998) نشان داد زمانی که خشکی آخر دوره رشد تولید محصول را تهدید می‌کند گزینش ارقام و لاین‌های با قدرت رشد زیاد، که بتوانند موقعی که رطوبت قابل استفاده بیشتری در خاک موجود است از مرحله رویشی وارد مرحله زایشی شوند منجر به افزایش شاخص برداشت و عملکرد دانه خواهند شد،زیرا فرصت بیشتری برای استفاده از رطوبت ذخیره شده در خاک قبل از وقوع خشکی آخر دوره را دارند. Asana (1962) با آنالیز تحمل به خشکی در گندم مشخص نمود که تحت شرایط رطوبت کافی در خاک تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه از عوامل مهم مؤثر می‌باشند، او پیشنهاد می‌کند که در موقع انتخاب ارقام برای کاشت در مناطق کم آب باید به این دو صفت توجه خاص شود. Hassanpanah et al. (1996) با بررسی عملکرد و اجزای آن در ۲۲ رقم گندم در شرایط تنش و بدون تنش رطوبتی نتیجه گرفتند که ارقام از نظر عملکرد دانه، تعداد سنبله در مترمربع، ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد پنجه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله و میزان حساسیت به خشکی اختلاف معنی‌دار با یکدیگر داشتند. Ehdaie & Waines (1996) در مطالعه‌ای که بر روی تعدادی از ارقام بومی و پیشرفته گندم بهاره، در محیط‌های تحت تنش به منظور بررسی عکس‌العمل‌های مختلف به این تنش‌ها انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که از نظر میانگین شاخص حساسیت، ارقام بومی با واریته‌های پیشرفته تفاوتی نداشته‌اند. همچنین مشخص شد که همبستگی بین شاخص SSI با عملکرد دانه تحت شرایط تنش $r=۰/۸۴^{**}$ می‌باشد. هدف از انجام این تحقیق بررسی واکنش ژنوتیپ‌های مختلف گندم زمستانه و بینابین نسبت به تنش خشکی آخر فصل و شناسایی ژنوتیپ‌های گندم با عملکرد بالا تحت شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی در مناطق سرد کشور می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

این تحقیق با هدف بررسی اثر تنش خشکی آخر فصل روی ۱۸ ژنوتیپ گندم (جدول ۱) حاصل از برنامه‌های به‌نژادی ایستگاه‌های سرد کشور که دارای تیپ رشد زمستانه و بینابین بودند دریک آزمایش مقایسه عملکرد در قالب طرح آماری بلوک‌های کاملاً تصادفی (RCBD) با سه تکرار در شش ایستگاه تحقیقاتی کرج، اردبیل، میاندوآب، جلگه رخ، مشهد و اراک در دو سال زراعی۸۷-۱۳۸۵ انجام شد. کود مصرفی بر اساس آزمون خاک به مقدار ۵۰-۹۰-۱۲۰، کیلوگرم (به صورت خالص) در هکتار، که کود پتاس از منبع سولفات پتاسیم، کود فسفره از منبع فسفات آمونیوم به صورت پایه و کود نیتروژن از منبع اوره در دو نوبت پایه و سرک به مصرف رسید. در این تحقیق هر لاین در یک کرت به ابعاد ۷/۲=۱/۲×۶ مترمربع کشت شد که با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت مساحت برداشت شش مترمربع شد. میزان بذر مصرفی ژنوتیپ‌ها جهت کشت بر اساس تراکم ۴۵۰ بذر در هر مترمربع بود. عملیات آبیاری بصورت نشتی، شامل یک نوبت آبیاری پاییزه برای آزمایشات نرمال و تنش و سه الی چهار نوبت آبیاری بهاره (در ایستگاه‌های مختلف) برای آزمایشات نرمال انجام گرفت. در آزمایشات مربوط به تنش خشکی با هدف ایجاد تنش آخر فصل، عملیات آبیاری از مرحله سنبله رفتن به بعد متوقف گردید.

با استفاده از داده‌های به دست آمده از ایستگاه‌ها، ابتدا آزمون بارتلت و سپس تجزیه واریانس مرکب برای تعیین اثرات اصلی مربوط به ژنوتیپ، مکان، سال و اثرهای متقابل ژنوتیپ × مکان، ژنوتیپ × سال و اثر متقابل سه گانه ژنوتیپ × مکان × سال بر روی عملکرد دانه در آزمایشات نرمال و تنش انجام گرفت. ارزیابی ژنوتیپ‌ها از نظر تحمل به خشکی پس از مرحله گلدهی با استفاده از شاخص‌های Tol و MP، (Rosielle & Hamblin, 1981) SSI (Fischer & Maurer, 1978) و GMP و STI (Fernandez, 1992)، به شرح زیر انجام گردید:

$$STI=\frac{(Yp)(Ys)}{(\overline{Yp})^2}$$

$$SI=(1-\frac{\overline{Ys}}{\overline{Yp}})$$

$$SSI=\frac{1-Ys/Yp}{SI}$$

$$Mp=\frac{Y_p+Y_s}{2}$$

$$Tol=Y_p-Y_s$$

$$GMP=\sqrt{(Ys)(Yp)}$$

STI: شاخص تحمل به خشکی[1]

MP: شاخص بهره‌وری[2]

SSI: شاخص حساسیت به تنش[3]

SI: شدت تنش[4]

Tol: شاخص تحمل به تنش[5]

Y_s= میانگین عملکرد ژنوتیپ در شرایط تنش

GMP: میانگین هندسی عملکرد[6]

Yp: میانگین عملکرد ژنوتیپ در شرایط آبی

$\overline{Yp}$: میانگین کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط آبی

$\overline{Ys}$: میانگین کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش

میانگین رتبه ($\overline{R}$) و انحراف معیار (SDR) برای پنج شاخص فوق نیز محاسبه شد که میزان پایین ($\overline{R}$) و (SDR) بیانگر برتری ژنوتیپ‌های مورد بررسی است. برای رسم بای‌پلات[7]، ماتریسی از داده‌های مربوط به پنج شاخص و ۱۸ ژنوتیپ تشکیل و سپس از طریق تجزیه به مؤلفه‌های اصلی[8]، بای‌پلات مربوطه بر اساس دو مؤلفه اول ترسیم گردید. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SAS و SPSS انجام گرفت.

نتایج و بحث

قبل از انجام تجزیه واریانس مرکب، آزمون بارتلت به منظور همگنی واریانس‌های خطای آزمایش انجام شد که میزان χ^2 محاسبه شده از χ^2 جدول کوچک‌تر

1. Stress Tolerance Index
2. Mean Productivity
3. Stress Susceptibility Index
4. Stress Intensity
5. Tolerance Index
6. Geometric Mean Productivity
7. Biplot
8. Principal component analysis

www.SID.ir

Archive of SID

بود، در نتیجه همگن بودن آنها تأیید شد. نتایج تجزیه واریانس مرکب صفت عملکرد دانه در شش مکان (کرج، اردبیل، میاندوآب، جلگه رخ، مشهد و اراک) در دو سال زراعی ۸۷-۱۳۸۵ درشرایط آبیاری نرمال وتنش قطع آبیاری پس از مرحله گلدهی در جدول دو آورده شده است. اثر مکان در شرایط آبیاری نرمال و تنش غیرمعنی‌دار شد، یعنی میان مکان‌ها تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. در هر دو شرایط آبیاری نرمال و تنش اثر سال معنی‌دار شد. اثر متقابل مکان × سال نیز در هر دو شرایط آبیاری نرمال و شرایط تنش خشکی معنی‌دار شد. این نتایج با نتایج حاصل از تحقیقات .Ehdaie et al (1996) و Abdemishani & Jafari Shabestari (1988) مطابقت دارد. اثر ژنوتیپ در شرایط آبیاری نرمال در سطح ۵٪ و در شرایط تنش در سطح ۱٪ معنی‌دار شد که نشان می‌دهد که توان ژنتیکی ژنوتیپ‌ها در بروز صفت عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) از نظر آماری متفاوت بود و دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد. اثر متقابل ژنوتیپ × مکان در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی معنی‌دار نشد که نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت بین عملکرد ژنوتیپ‌ها در مکان‌های متفاوت می‌باشد. همچنین اثر متقابل ژنوتیپ × سال هم در هیچ یک از دو شرایط نرمال و تنش طی دو سال زراعی معنی‌دار نگردید، ولی اثر ژنوتیپ× مکان × سال در هر دو شرایط آبیاری نرمال و تنش در سطح ۱٪ معنی‌دار شد، یعنی ژنوتیپ‌های مختلف در مکان‌های مختلف در دو سال زراعی دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند (جدول ۲).

جدول ۱- کد و شجره ژنوتیپ‌های گندم مورد مطالعه

شماره ژنوتیپ	شجره‌نامه
C-85-1	Shahryar
C-85-2	C-80-4
C-85-3	Ghk"s"/Bow"s"//90Zhong87/3/Shiroodi
C-85-4	Ghk"s"/Bow"s"//90Zhong87/3/Shiroodi
C-85-5	Mv22-77Stepphon/3/mon"s"/Imu"s"//Falka/4/Zarrin
C-85-6	Mv17/Zm
C-85-7	Gaspard/Attila
C-85-8	Eskina-9
C-85-9	Emu"s"/Tjb84-1543//1-27-7876/Cndr/3/ Azd//Tob/Chb
C-85-10	Kal/Bb//Cj"s"/3/Hork"s"/4/Gascogne
C-85-11	Appolo/4/Seri/Avd/3/Rsh//Ska/Afn/5/Pyn/Bau
C-85-12	Bilinmiyan96.40
C-85-13	ID#3870613/Saulesku14//90Zhomg158
C-85-14	Cbrd//Asp/Blt
C-85-15	Mv Suveges
C-85-16	Mv Mambo
C-85-17	Magor
C-85-18	GK Miska

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفت عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم در شرایط نرمال و تنش خشکی در مکان‌های مختلف در دو سال زراعی ۸۷-۱۳۸۵

منبع تغییرات	درجه آزادی	شرایط تنش خشکی		شرایط نرمال	
	df	میانگین مربعات (Ms)	F	میانگین مربعات (Ms)	F
مکان	۵	۷۵۸۲۸۳۸۵/۵	۲/۴۵ n.s	۱۱۵۴۶۷۹۸۳/۴	۳/۹۶ n.s
سال	۱	۵۵۹۸۱۵۵۴۲/۶	۱۸/۱ **	۲۰۴۶۲۸۶۹۷/۷	۷/۰۲ *
مکان × سال	۵	۳۰۹۱۲۹۱۹/۸	۱۶/۸۱ **	۲۹۱۳۴۰۲۴/۸	۲۷/۷ **
تکرار درون (مکان× سال)	۲۴	۱۸۳۹۱۹۴/ ۰۶	-	۱۰۵۱۸۲۸/۸	-
ژنوتیپ	۱۷	۵۶۳۶۶۷۵/۵	۸/۱ **	۳۷۴۶۷۵۲/۳	۱/۹۳ *
ژنوتیپ× مکان	۸۵	۸۲۴۴۰۱/۲	۱/۱ n.s	۱۵۲۱۱۹۷/۳	۱/۲۵ n.s
ژنوتیپ×سال	۱۷	۶۱۶۵۰۶/۸	۰/۸۲ n.s	۱۵۲۱۱۹۷/۳	۰/۹۲ n.s
ژنوتیپ×مکان×سال	۸۵	۷۴۹۵۱۱/۵	۱/۵۴ **	۱۶۳۹۷۷۰/ ۷	۱/۹۹ **
خطا	۴۰۸	۴۸۵۲۷۰/۷		۸۲۲۹۳۰/۲	

*، ** و n.s: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیر معنی‌دار.

www.SID.ir

Archive of SID

در جدول ۳ شاخص‌های حساسیت و تحمل به تنش خشکی برای عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) ژنوتیپ‌ها بر اساس ۱۲ محیط (۶ مکان و ۲ سال) محاسبه و همچنین میانگین عملکرد دانه در دو شرایط (نرمال وتنش) نشان داده شده است. دامنه عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری نرمال بین ۵۹۶۹ تا ۷۰۷۳ و در شرایط تنش خشکی بین ۴۰۴۱ تا ۵۶۷۶ کیلوگرم در هکتار بود.

بر اساس شاخص تحمل به تنش (STI)، در ستون رتبه‌بندی (R) این شاخص لاین شماره سه (C-85-3) بیشترین تحمل را به تنش خشکی آخر فصل دارا بود و بعد از آن لاین شماره ۱۶ قرار داشت. Moghadam & Hadizadeh (2000)، Ahmadzadeh (1997) و Askar et al. (2010) در ارتباط با مطلوبیت شاخص تحمل به تنش (STI) درگزینش ژنوتیپ‌های متحمل گزارش‌هایی را ارایه نمودند. در شاخص حساسیت به تنش (SSI)، با توجه به ستون رتبه‌بندی این شاخص لاین شماره هفت تحمل بیشتری نسبت به تنش آخر فصل از خود نشان داد، بعد از آن، لاین شماره سه کمترین مقدار این شاخص (SSI) را به خود اختصاص داد. بر اساس شاخص تحمل (TOL) نیز با توجه به رتبه‌بندی، لاین شماره سه (R=۱) تحمل بالاتری را به تنش آخر فصل از خود نشان داد. در شاخص بهره‌وری (MP)، نیز با توجه به ستون رتبه‌بندی آن لاین شماره سه دارای تحمل بیشتری به تنش آخر فصل نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بود. پس از لاین شماره سه لاین شماره هفت بیشترین مقدار این شاخص را به خود اختصاص داد. Askar et al. (2010) و Nourmand Moayed (1997) گزارش نمودند که شاخص میانگین بهره‌وری در یافتن ژنوتیپ‌هایی که پتانسیل عملکرد بالایی داشته و متحمل به تنش می‌باشند از سایر شاخص‌های معرفی شده موفق‌تر بودند. براساس شاخص میانگین هندسی عملکرد (GMP)، نیزبه ترتیب لاین‌های شماره سه و هفت بالاترین مقدار شاخص میانگین هندسی را دارا بوده و تحمل بالاتری را نسبت به تنش آخر فصل از خود نشان دادند (جدول۳). این نتیجه با Shafazadeh et al. (2004) و Nourmand Moayed (1997) مطابقت دارد.

در دو ستون آخر جدول سه، میانگین رتبه‌بندی ($\overline{R}$) و انحراف معیار رتبه (SDR) شاخص‌ها نشان داده شده است که با توجه به این دو ستون، لاین شماره سه (C-85-3) بر اساس تمامی شاخص‌ها و داشتن کمترین میانگین رتبه ($\overline{R}$=۱/۲) و انحراف معیار رتبه (SDR=۰/۴۴) از تحمل به خشکی آخر فصل بالاتر در مقایسه با سایر لاین‌ها برخوردار بود وعملکرد این لاین در هر دو شرایط نرمال وتنش نیز بالا بود (جدول ۳)، بعد از لاین شماره سه (C-85-3)،لاین شماره هفت (C-85-7) تحمل به تنش بالایی از خود نشان داد (جدول۳). در مقابل لاین شماره ۱۰ (C-85-10) با داشتن بیشترین مقدار میانگین رتبه شاخص‌ها ($\overline{R}$=۱۷) از تحمل به تنش کمتری برخوردار بود. لازم به ذکر است که میانگین عملکرد دانه این لاین هر دو شرایط (تنش و نرمال) نیز پایین بود (جدول ۳). بر اساس نتایج Saleem (2003) ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در مقایسه با ژنوتیپ‌های حساس با افزایش تنش خشکی کاهش کمتری در عملکرد دانه و سایر صفات زراعی از خود نشان می‌دهند. در تحقیقات مربوط به تحمل خشکی سیستمی برای به‌نژادی گندم و نیز سایر محصولات در شرایط کم‌آبی پیشنهاد شده است که طی آن آزمایش‌ها و انتخاب مواد گیاهی تحت شرایط آبیاری معمولی و هم شرایط تنش کم‌آبی انجام و لاین‌های برتر در هر دو محیط انتخاب می‌شوند، با این استراتژی، لاین‌های انتخابی، در شرایط تنش می‌توانند عملکرد قابل قبول تولید نمایند و در شرایط نرمال با کافی بودن آب برای آبیاری نیز پتانسیل بالای خود را نشان داده و عملکرد بیشتری تولید نمایند (Uddin et al., 1992). لاین شماره سه (C-85-3) با پدیگری Ghk"s"/Bow"s"//90Zhong87/3/Shiroodi و دارای تیپ رشد زمستانه می‌باشد. میانگین تعداد روز تا سنبله‌دهی آن ۱۳۰ روز و میانگین تعداد روز تا رسیدگی آن در شرایط آبیاری نرمال و تنش قطع آبیاری پس از مرحله گلدهی به ترتیب ۱۷۶ روز و ۱۶۵ روز بود. به این ترتیب میانگین طول پر شدن دانه آن در شرایط نرمال و تنش به ترتیب ۴۶ روز و ۳۵ روز بود که ملاحظه می‌گردد در شرایط تنش قطع آبیاری پس از مرحله گلدهی ۱۱ روز زودرس‌تر شد (Annicchiarico et al., 2000) پیشنهاد کردند، برای کاهش خسارت تنش‌ها،

www.SID.ir

Archive of SID

می‌توان ارقام متحمل به خشکی را با رعایت نکاتی همچون: شناسایی تنش، شناسایی صفات مرتبط با تحمل به خشکی (مانند زودرسی و غیره) و بررسی همبستگی این صفات با عملکرد، گزینش ارقام مناسب از خزانه ژنی و انتخاب صفات مناسب و نوترکیبی آنها با سایر صفات مطلوب اصلاح نمود. همچنین میانگین ارتفاع این لاین (C-85-3) ۸۴ سانتی‌متر و میانگین وزن هزاردانه آن در شرایط نرمال و تنش به ترتیب ۴۱ و ۳۴ گرم بود.

در این تحقیق برای مقایسه شاخص‌های مختلف از روش بای‌پلات با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی استفاده شد و مناسب ترین شاخص‌ها تعیین گردیدند. به این منظور ماتریس حاصل از داده‌های مربوط به عملکرد دانه در شرایط نرمال (Yp)، عملکرد دانه در شرایط تنش (Ys)، پنج شاخص تحمل و حساسیت به تنش و ۱۸ ژنوتیپ تشکیل شد، از طریق تجزیه به مؤلفه‌های اصلی به هفت مؤلفه تقسیم شد که نتایج آن در جدول ۴ آمده است.

جدول ۳- شاخص‌های اندازه‌گیری شده تحمل و حساسیت به تنش خشکی و رتبه‌بندی آنها در ژنوتیپ‌های گندم مورد مطالعه بر اساس میانگین ۱۲ محیط (۶ مکان و ۲ سال)

ژنوتیپ	Yp (kg/ha)	Ys (kg/ha)	شاخص‌های تحمل و حساسیت به خشکی											
			STI	R	SSI	R	TOL	R	MP	R	GMP	R	$\overline{R}$	SDR
۱	۶۵۰۷	۴۲۶۵	۰/۶۶	۱۹	۰/۹۵	۸	۲۲۴۲	۱۷	۵۳۸۵	۱۴	۵۲۶۷	۱۴	۱۳	۳/۲۷
۲	۶۷۰۵	۴۶۱۷	۰/۷۲	۸	۰/۸۹	۵	۲۰۸۸	۱۶	۵۶۶۰	۸	۵۵۶۳	۸	۹	۴/۱۲
۳	۶۹۶۵	۵۶۷۶	۰/۸۹	۱	۰/۷۷	۲	۱۲۸۹	۱	۶۳۲۰	۱	۶۲۸۷	۱	۱/۲	۰/۴۴
۴	۶۷۰۲	۴۹۰۵	۰/۸۳	۳	۱/۰۹	۱۴	۱۷۹۷	۷	۵۸۰۳	۵	۵۷۳۳	۴	۶/۶	۴/۳۹
۵	۶۱۹۴	۴۷۱۹	۰/۶۳	۱۵	۰/۸۷	۴	۱۴۷۵	۲	۵۴۵۶	۹	۵۴۰۶	۹	۷/۸	۵/۰۶
۶	۷۰۷۳	۴۵۹۳	۰/۸۳	۳	۱/۰۶	۱۲	۲۴۸۰	۱۸	۵۸۳۲	۴	۵۶۹۹	۶	۸/۶	۶/۳
۷	۶۷۰۴	۵۱۹۲	۰/۷۶	۷	۰/۶۳	۱	۱۵۱۳	۴	۵۹۴۷	۲	۵۸۹۹	۲	۳/۲	۲/۳۸
۸	۶۵۲۶	۵۰۳۶	۰/۷۸	۵	۰/۸۹	۶	۱۴۹۰	۳	۵۷۸۱	۶	۵۷۳۲	۵	۵	۱/۲۲
۹	۶۳۶۷	۴۴۴۴	۰/۶۵	۱۴	۱/۱۱	۱۵	۱۹۲۳	۱۰	۵۴۰۵	۱۲	۵۳۱۹	۱۳	۱۳	۱/۹۲
۱۰	۶۰۳۴	۴۰۴۱	۰/۵۳	۱۷	۱/۵۲	۱۷	۱۹۹۳	۱۵	۵۰۳۷	۱۸	۴۹۳۷	۱۸	۱۷	۱/۲۲
۱۱	۶۱۷۸	۴۲۹۴	۰/۶۲	۱۶	۱/۲	۱۸	۱۸۸۵	۹	۵۲۳۵	۱۵	۵۱۵۰	۱۵	۱۵	۳/۳۶
۱۲	۶۸۵۹	۴۸۹۰	۰/۷۸	۵	۰/۹۴	۷	۱۹۷۰	۱۴	۵۸۷۴	۳	۵۷۹۱	۳	۶/۴	۴/۵۶
۱۳	۶۴۱۴	۴۴۸۴	۰/۷۱	۹	۱/۰۷	۱۳	۱۹۳۱	۱۳	۵۴۴۹	۱۰	۵۳۶۲	۱۰	۱۱	۱/۸۷
۱۴	۵۹۶۹	۴۳۵۹	۰/۵۷	۱۸	۰/۹۶	۱۰	۱۶۱۱	۵	۵۱۶۳	۱۷	۵۱۰۰	۱۶	۱۳	۵/۵۴
۱۵	۶۱۳۸	۴۲۱۲	۰/۶۷	۱۲	۱/۱۸	۱۶	۱۹۲۶	۱۱	۵۱۷۴	۱۶	۵۰۸۴	۱۷	۱۴	۲/۷
۱۶	۶۶۹۴	۴۷۶۵	۰/۸۴	۲	۰/۹۵	۸	۱۹۲۹	۱۲	۵۷۲۹	۷	۵۶۴۸	۷	۷/۲	۳/۵۶
۱۷	۶۳۶۸	۴۵۱۶	۰/۶۹	۱۱	۰/۸۱	۳	۱۸۵۲	۸	۵۴۴۱	۱۱	۵۳۶۲	۱۱	۸/۸	۳/۴۹
۱۸	۶۲۳۶	۴۵۴۶	۰/۷۱	۹	۰/۹۹	۱۱	۱۶۹۰	۶	۵۳۹۰	۱۳	۵۳۲۴	۱۲	۱۰	۲/۷۷
میانگین	۶۴۸۰	۴۶۴۲	۰/۷۱	۹/۳	۰/۹۹	۹/۴	۱۸۳۸	۹/۵	۵۵۶۰	۹/۵	۵۴۸۴	۹/۵	۹/۴	۳/۲۳

Yp: عملکرد در شرایط نرمال
Ys: عملکرد در شرایط تنش
GMP: میانگین هندسی عملکرد
STI: شاخص تحمل به تنش
SSI: شاخص حساسیت به تنش رتبه
TOL: شاخص تحمل
$\overline{R}$: میانگین رتبه برای ۵ شاخص
MP: شاخص میانگین بهره‌وری
SDR: انحراف معیار رتبه برای ۵ شاخص
R: رتبه

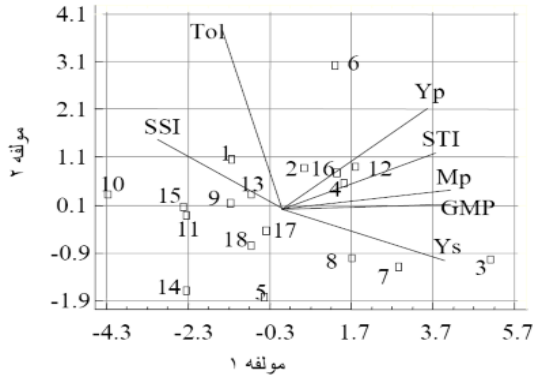
جدول ۴- مقادیر ویژه و بردارهای ویژه برای عملکرد دانه در شرایط نرمال (Yp)، عملکرد دانه در شرایط تنش (Ys)، ۵ شاخص حساسیت و تحمل به خشکی در ۱۸ ژنوتیپ گندم مورد آزمایش در تمامی ایستگاه‌ها در سال‌های زراعی ۸۷-۱۳۸۵

	مؤلفه ۱	مؤلفه ۲	مؤلفه ۳	مؤلفه ۴	مؤلفه ۵	مؤلفه ۶	مؤلفه ۷
مقدار ویژه	۵/۰۸	۱/۳۷	۰/۴۳	۰/۱۱	۰/۰۰۰۰۳	۷/۱۰۶	۱/۸۰۲
واریانس (درصد)	۷۲/۶۸	۱۹/۵۷	۶/۱۷	۱/۵۷	۰/۰۰۱	۰	۰
سهم تجمعی (درصد)	۷۲/۶۸	۹۲/۲۵	۹۸/۴۲	۹۹/۹۹	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
GMP	۰/۴۴	۰/۰۲	۰/۱۱	-۰/۲۳	۰/۸۵	۰/۰۲	-۰/۰۳
MP	۰/۴۳	۰/۰۸	۰/۰۹	-۰/۲۵	-۰/۳۱	-۰/۵۵	-۰/۵۶
SSI	-۰/۳۲	۰/۲۹	۰/۸۸	-۰/۱۲	۰/۰۰۲	-۰/۰۰۰۲	-۰/۰۰۰۲
STI	۰/۴۰۱	۰/۲۴	۰/۱۸	۰/۸۶	-۰/۰۰۵	-۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۸
TOL	-۰/۱۵	۰/۷۷	-۰/۳۲	-۰/۰۷	۰/۱۰۴	-۰/۳۹	۰/۲۹
Yp	۰/۳۷	۰/۴۳	-۰/۰۴	-۰/۲۹	-۰/۳۰۱	۰/۶۹	-۰/۰۳
Ys	۰/۴۲	-۰/۲۱	۰/۲۰۲	-۰/۱۸	-۰/۲۵	-۰/۲۲	۰/۷۶

www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین تغییرات مورد نظر بین داده‌ها توسط دو مؤلفه اول بیان شد (۹۲/۲۵٪). به همین جهت ترسیم بای‌پلات بر اساس دو مؤلفه اصلی اول صورت گرفت. از آنجایی که دو مؤلفه تغییراتی مستقل را تبیین می‌کنند از اینرو دو مؤلفه را می‌توان به صورت دو محور عمود بر هم نمایش داد و ژنوتیپ‌ها را بر اساس این دو مؤلفه در سطح نمودار توسط نقاطی مشخص نمود. با توجه به مطلوب بودن میزان بالای شاخص‌های GMP، STI و MP اگر میزان مؤلفه اول بالا باشد لاین‌هایی انتخاب می‌شوند که دارای عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش بوده و دارای مقادیر MP، GMP و STI بالایی نیز می‌باشند. از این رو مؤلفه اول را می‌توان به عنوان مؤلفه پتانسیل عملکرد دانه و تحمل به خشکی نامگذاری کرد (جدول۴). بر اساس نتایج Saleem (2003) ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در مقایسه با ژنوتیپ‌های حساس، با افزایش تنش خشکی کاهش کمتری در عملکرد دانه و سایر صفات زراعی از خود نشان می‌دهند. دومین مؤلفه حدود ۱۹٪ از تغییرات کل داده‌ها را نشان داد. با توجه به اینکه مقادیر بالای شاخص‌های GMP، STI و MP و مقادیر پایین SSI و TOL مطلوب هستند، بنابراین اگر میزان مؤلفه دوم پایین باشد، لاین‌هایی انتخاب می‌گردند که دارای GMP، STI و MP بالا و TOL و SSI پایین و عملکرد بالا در شرایط نرمال و تنش هستند (جدول۴). در بای‌پلات ترسیمی (Biplot) لاین‌ها در درون گروه‌های مشخص قرار گرفته که مرتبط با میانگین عملکرد و تحمل به تنش آنهاست. با توجه به نمودار یک لاین‌های سه (C-85-3) و هفت (C-85-7) در قسمت پایین و سمت راست نمودار قرار گرفته که نشان‌دهنده بالا بودن مؤلفه اول و پایین بودن مؤلفه دوم می‌باشد، در نتیجه این لاین‌ها در ناحیه با پتانسیل تولید بالا و حساسیت پایین به خشکی قرار گرفتند و به عنوان لاین‌های متحمل به تنش خشکی شناخته شدند. این نتایج با نتایج حاصله از شاخص‌ها (جدول۳) نیز مطابقت دارد. لاین سه (C-85-3) با میانگین عملکرد دانه ۵۶۷۶ کیلوگرم در هکتار در شرایط تنش خشکی و با میانگین رتبه ($\bar{R}$) و انحراف معیار رتبه (SDR) شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش به ترتیب برابر با ۱/۲ و ۰/۴۴ به عنوان برترین لاین شناخته شد. لاین شماره سه (C-85-3) گندمی با منشأ ایرانی و دارای تیپ رشد زمستانه می‌باشد و در شرایط تنش قطع آبیاری پس از مرحله گلدهی ۱۱ روز زودرس‌تر شده است. Annicchiarico et al. (2000) پیشنهاد کردند، برای کاهش خسارت تنش‌ها، می‌توان ارقام متحمل به خشکی را با رعایت نکاتی همچون: شناسایی تنش، شناسایی صفات مرتبط با تحمل به خشکی (مانند زودرسی و غیره)، گزینش ارقام مناسب از خزانه ژنی و انتخاب صفات مناسب و نوترکیبی آنها با سایر صفات مطلوب اصلاح نمود. لاین‌های یک، ۱۳ و نه (قسمت بالا و سمت چپ نمودار) در ناحیه با عملکرد و پتانسیل تولید پایین و حساسیت متوسط تا بالا به خشکی قرار گرفتند. لاین‌های شماره هشت، ۱۷، ۱۸ و پنج در قسمت وسط مؤلفه اول و قسمت پایین مؤلفه دوم قرار داشتند که نشان داد لاین‌های مذبور دارای پتانسیل تولید متوسط و حساسیت پایین تا متوسط به خشکی بودند و لاین‌های شماره چهار، ۱۶، ۱۲ و دو در قسمت نزدیک به بالا و سمت راست جدول واقع شدند که دارای پتانسیل عملکرد متوسط تا بالا و حساسیت متوسط به خشکی (نیمه متحمل) می‌باشند (شکل ۱). لاین‌های شماره ۱۰، ۱۱، ۱۴ و ۱۵ در قسمت پایین و سمت چپ جدول قرار گرفتند که نشان‌دهنده حساسیت بالا (حساس به خشکی) و پتانسیل تولید کم این لاین‌ها بود و در این میان لاین شماره۱۰ (C-85-10) به عنوان حساس‌ترین لاین به خشکی شناخته شد (جدول۳ و شکل ۱).



شکل ۱- نمایش بای پلات ۱۸ ژنوتیپ گندم در شاخص‌های تحمل و حساسیت به خشکی بر اساس اولین و دومین مؤلفه در تمامی ایستگاه‌ها در سال‌های زراعی ۸۷-۱۳۸۵

www.SID.ir

Archive of SID

در کل بر اساس نتایج حاصله از شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش، مقایسه میانگین رتبه ($\bar{R}$) و انحراف معیار رتبه (SDR) شاخص‌ها برای هرژنوتیپ و مشاهده وضع قرارگرفتن ارقام در بای پلات (Biplot)، لاین‌های شماره سه (C-85-3) و هفت (C-85-7) به عنوان لاین‌های متحمل به خشکی شناسایی گردیدند. بذر لاین‌های مزبور در دست تکثیر جهت انجام طرح‌های تحقیقی - تطبیقی و تحقیقی - ترویجی می‌باشد که در مزارع زارعین گندمکار به مرحله اجرا در خواهدآمد. در صورت برتری در شرایط زارعین، این لاین‌ها به عنوان رقم معرفی خواهند شد. لاین سه (C-85-3) با میانگین عملکرد دانه ۵۶۷۶ کیلوگرم در هکتار در شرایط تنش خشکی و با میانگین رتبه ($\bar{R}$) و انحراف معیار رتبه (SDR) شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش به ترتیب برابر با ۱/۲ و ۰/۴۴ به عنوان برترین لاین شناخته شد. همچنین لاین شماره ۱۰ (C-85-10) با میانگین عملکرد دانه ۴۰۴۱ کیلوگرم در هکتار در شرایط تنش و با $\bar{R}$ و SDR به ترتیب ۱۷ و۱/۲۲ به عنوان حساس‌ترین لاین نسبت به تنش خشکی شناسایی گردید.

REFERENCES

1. Abdemishani, S. & Jafari Shabestari, J. (1988). Evaluation of drought resistance in wheat genotypes. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 19(1, 2), 37-45. (In Farsi).
2. Ahmadzadeh, A. (1997). *Determination of the most appropriate drought resistance index in corn lines*. M. Sc. thesis in plant breeding. Agricultural College, University of Tehran. 238p. (In Farsi).
3. Annicchiarico, P., Pecetti, L., Boggini, G. & Doust, M. A. (2000). Drought resistance in cereals. *Crop Science*, 40, 1810-1820.
4. Asana, R. D. (1962). Analysis of drought resistance in wheat. *Arid Zone Research*, 16, 183-190.
5. Askar, M., Yazdansepas, A. & Amini, A. (2010). Evaluation of winter and facultative bread wheat genotypes under irrigated and post-anthesis drought stress conditions. *Seed and Plant Improvement Journal*, 26-1(3), 313-329.
6. 6-Ehdaie, B. & Waines, J. G. (1996). Dwarfing genes, water use efficiency and agronomic performance of spring wheat. *Can J Plant Sci*, 76, 707-714.
7. FAO. (2009). *FAOSTAT. Food and agricultural commodities production*. Available at http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx (verifi Ed 29 June 2010). FAO, Rome, Italy.
8. Fernandez, G. C. (1992). Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Proceedings of *the sympo Taiwan*, 13-16 Aug. 1992. By C.G. Kuo. AVRDC.
9. Fischer, R. A. & Maurer, R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response. *Aust J Agric Res*, 29, 897 -912.
10. Hassan panah, D., Moghadam, M., Valizadeh, M., Mahfouzi, S. & Sharyari, R. (1996). Evaluation of drought tolerance in wheat genotypes using physiological indices. In: Proceedings of *the 4th Iranian crop sciences congress*. Isfahan. (In Farsi).
11. Moghadam, A. & Hadizadeh, M. H. (2000). Use of plant density in selection of drought tolerance varieties in corn. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 2(3), 25-38. (In Farsi).
12. Nourmand Moayed, F. (1997). *Study on quantitative traits and their relationship with yield in bread wheat under irrigated and dry land conditions and determination of the most appropriate drought resistance index*. M. Sc. thesis in plant breeding. Agricultural College, University of Tehran. (In Farsi).
13. Rajaram, S. & vanGinkel, M. (1996). CIMMYT, s approach to breeding for wide adaptation. *Euphytica*, 92, 147-153.
14. Reynolds, M., Skovmand, B., Terthowan, R. & Pfeiffer, W. (1999). *Evaluating a conceptual model for drought tolerance*. Workshop on Molecular Approaches for the Genetic Improvement of Cereals for Stable Production in Water-Limited Environments.CIMMYT. Mexico, DF, Mexico.
15. Rosielle, A. T. & Hamblin, J. (1981). Theoretical aspects of selection for yield in stress and non- stress environments. *Crop Sci*, 21, 943-945.
16. Saleem, M. (2003). Response of Durum and Bread wheat Genotypes to Drought Stress: Biomass and Yield Components. *Asian Journal of Plant Sciences*, 2(3), (290-293).
17. Sarmadnia, G. & Koocheki, A. (1997). *Crop Physiology*. Jahad Publication, University of Mashhad. 467p. (In Farsi).
18. Shafazadeh, M. K., Yazdansepas, A., Amini, A. & Gannadha, M. R. (2004). Study of terminal drought tolerance in promising winter and facultative wheat *(Triticum.aestivum* L.) genotypes using stress susceptibility and tolerance indices. *Seed and Plant*, 20, 57-71. (In Farsi).
19. Slafer, G. A. & Araus, J. L. (1998). Improving wheat responses to abiotic stresses. In: Proceedings of *the*

www.SID.ir

Archive of SID

9th International Wheat Genetic Symposium. Volume1, pp.201-213. Saskatoon, Saskatchewan, Canada.
20. Uddin, N., Carver, B. F. & Clutter, A. C. (1992). Genetic analysis and selection for wheat yield in drought-stressed and irrigated environments. *Euphytica*, 62, 89-96.

www.SID.ir