اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه و برخی صفات مورفولوژیک درلاین‌های گندم دوروم

لقا مقدسی[۱]، ورهرام رشیدی[۲] و احمد رزبان حقیقی[۳]

چکیده

به منظور ارزیابی عملکرد دانه و برخی صفات مورفولوژیک لاین های گندم دوروم در شرایط تنش کمبود آب در مرحله گرده افشانی آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقات دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز و با استفاده از ۱۲ لاین گندم دوروم در دو شرایط تنش (قطع آبیاری در مرحله گرده افشانی) و بدون تنش به صورت آزمایش کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ۴ تکرار اجرا شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها نشان داد که لاین های مورد ارزیابی دارای تفاوت معنی داری از نظر صفات مورد مطالعه بودند. تنش خشکی موجب کاهش مقادیر کلیه صفات مورد ارزیابی مخصوصاً عملکرد دانه، تعداد سنبله در هر بوته و شاخص برداشت گردید. اگرچه وجود شرایط تنش باعث کاهش عملکرد دانه در لاین ها نسبت به شرایط بدون تنش شد ولی مشاهده گردید که بعضی از لاین ها شرایط دارای تنش را تحمل کرده و عملکرد نسبتاً بالایی داشتند، به عنوان نمونه می توان لاین های شماره ۷ (یازلیق) و ۹ (D\86-20) را نام برد. محاسبه ضرایب همبستگی صفات تحت شرایط تنش و بدون تنش نشان داد که صفاتی مثل طویل بودن پدانکل به دلیل فراهم آوردن منبعی برای انتقال مجدد مواد و همچنین سطح فتوسنتز کننده، در تحمل گیاه به خشکی می توانند دخیل باشند. به منظور ارزیابی تحمل به تنش کمبود آب در لاین های مورد بررسی از شاخص های تحمل به تنش خشکی استفاده شد. شاخص های STI، MP و GMP همبستگی بالایی را با عملکرد دانه تحت شرایط تنش دار و بدون تنش نشان دادند. بنابراین می توان از این شاخص ها برای گزینش لاین های متحمل استفاده کرد. بطور کلی در این تحقیق لاین های یازلیق و D\86-20 به عنوان متحمل ترین لاین ها به خشکی شناخته شدند.

واژگان کلیدی: تنش رطوبتی، عملکرد دانه، لاین گندم دوروم.

۱– فرهیخته‌ی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز (نگارنده‌ی مسئول) lmoghaddasy@yahoo.com
۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز
تاریخ دریافت : ۸۸/۹/۱۰
تاریخ پذیرش:۸۹/۳/۱۰
۳- مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شمال‌غرب کشور

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده‌ی تولید محصولات زراعی از جمله گندم در دنیا و ایران است، این موضوع به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا از اهمیت بیشتری برخوردار است (۴ و ۲۲)، اهمیت این موضوع وقتی روشن می‌شود که ذکر شود بیش از یک‌چهارم سطح زمین جزو مناطق خشک و نیمه خشک است و تخمین زده شده است که حدود یک سوم از اراضی قابل کشت دنیا تحت شرایط کمبود آب قرار دارند (۸). نواحی تحت تنش به نواحی گفته می‌شود که میزان بارندگی سالیانه‌ی آنها کمتر از ۵۰۰ میلی‌متر باشد (۲۴). بالا بودن میزان تبخیر و تعرق، خصوصیات نامناسب فیزیکوشیمیایی خاک، ویژگی‌های نامناسب مزرعه به همراه محدودیت آبی باعث می‌شوند که عملکرد گندم به ویژه در مناطق دیم در حد پایینی باشد (۱۱). در مناطقی مثل ایران که میزان بارندگی کم و توزیع آن از سالی به سال دیگر متغیر می‌باشد، پیش بینی میزان و توزیع بارندگی مشکل است. تحت چنین شرایطی عملکرد دانه‌ی گندم نیز در سال‌های متوالی نوسانات فراوانی نشان می‌دهد (۲۷).

گیاه از طریق مکانیسم‌های مختلف از جمله بستن روزنه‌ها، ضخیم شدن کوتیکول، کاهش سطح تعرق کننده، افزایش وزن و طول ریشه، جلوگیری از کاهش پروتئین، بالا نگه داشتن فتوسنتز و کاهش تنفس و تنظیم اسمزی می‌تواند در برابر خشکی مقاومت کند (۷). گودینگ و همکاران (۲۰) در آزمایش شدت و زمان اعمال تنش خشکی در گندم گزارش کردند که تنش خشکی موجب کوتاه‌تر شدن دوره‌ی رسیدگی، کاهش عملکرد و وزن هزار دانه می‌شود. وینکل (۲۸) دریافت که در غلات حساس‌ترین مرحله به تنش خشکی حد فاصل سنبله رفتن تا گلدهی است و ارقامی که قبل از گلدهی بتوانند بیوماس بالایی تولید و ذخیره‌ی آسمیلات در ساقه را افزایش دهند جزو ارقام متحمل به خشکی محسوب می‌شوند. در بررسی برنامه‌های به‌نژادی به منظور گزینش مواد برتر، رقمی ایده‌آل است که دارای عملکرد بالا و پایدار باشد، به عبارت دیگر با محیط سازگاری بالایی از خود نشان دهد (۱ و ۱۳). بنابراین برای بررسی سازگاری، تجزیه و تحلیل نتایج تحت هر دو شرایط تنش و بدون تنش ضروری به نظر می‌رسد. نتایج تحقیقات بسیاری از محققان در داخل و خارج از کشور نشان می‌دهد که تنش رطوبتی در مراحل مختلف نمو گندم باعث کاهش عملکرد کل ماده‌ی خشک (بیوماس)، عملکرد دانه، شاخص برداشت و اجزای عملکرد دانه گندم شده است (۲، ۸، ۱۹، ۲۰ و ۲۹).

ژنوتیپ‌ها را بر اساس واکنش آنها به شرایط محیطی (شرایط با تنش یا بدون تنش) می‌توان به چهار گروه تقسیم کرد: گروه اول: ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط از عملکرد بالایی برخوردارند. گروه دوم: ژنوتیپ‌هایی که فقط در شرایط بدون تنش عملکرد بالایی دارند. گروه سوم: ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش از عملکرد نسبی بالایی برخوردارند، این ژنوتیپ‌ها اساساً در شرایط محیطی مطلوب عملکرد کمی دارند که به علت

Archive of SID

www.SID.ir

وقوع خوابیدگی، رشد رویشی زیاد و یا ابتلا به آفات و بیماری‌ها می‌باشد. گروه چهارم: ژنوتیپ‌هایی که در شرایط مطلوب و تنش عملکرد کمی دارند (۸).

شاخص‌های گزینشی متفاوتی برای گزینش ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف (با تنش و بدون تنش) پیشنهاد شده است. از جمله آنها می‌توان شاخص‌های حساسیت به تنش (SSI)[۱]، شاخص تحمل (TOL)[۲]، شاخص بهره‌وری متوسط (MP)[۳] و میانگین هندسی (GMP)[۴] را نام برد (۱۳، ۱۵، ۱۶و ۲۶). روحی و همکاران (۵) این شاخص‌ها را در مورد ارقام ایرانی گندم مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و تأثیر مطلوب انتخاب بر اساس این شاخص‌ها را تأیید کردند. تعیین مهم‌ترین خصوصیات مورفولوژیک مؤثر بر عملکرد گندم در شرایط تنش به منظور دستیابی به معیارهایی برای انتخاب در جهت بهبود عملکرد این گیاه همواره در برنامه‌های به نژادی مهم بوده است.

هدف از این تحقیق بررسی اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک و ارزیابی تحمل به تنش خشکی آخر فصل و انتخاب لاین‌های متحمل گندم دوروم بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز اجرا شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده بر پایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار به اجرا درآمد. تیمارهای تنش در دو سطح شامل ۱- بدون تنش ۲- تنش‌دار (قطع آبیاری در مرحله‌ی گرده افشانی) به کرت‌های اصلی و تعداد ۱۲ لاین گندم دوروم (جدول ۱)، به کرت‌های فرعی اختصاص یافتند. ابعاد کرت‌ها ۲× ۱ متر مربع و فاصله‌ی ردیف‌های کاشت ۲۰ سانتی‌متر و فاصله‌ی کاشت روی ردیف ۵ سانتی‌متر بود. به منظور اطمینان از عدم تداخل آبیاری در تیمارهای آبیاری کامل و تنش خشکی، ۲ متر فاصله بین کرت‌های اصلی منظور شد. برای از بین بردن اثر حاشیه ۰/۵ متر از بالا و پایین کرت حذف و داده‌ها از بوته‌های موجود در مساحت یک متر مربع به‌دست آمدند. در مورد صفاتی که بر روی تک بوته‌های انتخابی اندازه‌گیری شدند، ۱۰٪ از بوته‌های در حال رقابت به‌صورت تصادفی انتخاب و صفات مورد نظر بر روی آنها اندازه‌گیری شدند. صفات مورد مطالعه شامل عملکرد دانه (گرم بر متر مربع)، شاخص برداشت، تعداد سنبله‌ی بارور در هر بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه (گرم)، زمان گرده افشانی (روز)، زمان رسیدگی (روز) و طول پدانکل (سانتی‌متر) بود.

تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس آزمایش کرت‌های خرد شده بر پایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

برای ارزیابی تحمل به خشکی لاین‌ها از شاخص‌های (TOL) و بهره وری متوسط (MP) استفاده شد که بر اساس روابط زیر محاسبه شدند (۲):

۱- stress susceptibility index
۲- tolerance
۳- mean productivity
۴- geometric mean productivity

Archive of SID

www.SID.ir

$$TOL = Yp - Ys \quad \text{و} \quad MP = \frac{Yp + Ys}{2}$$

که Yp و Ys به ترتیب عملکرد در شرایط بدون تنش و تنش‌دار می‌باشند. شاخص تحمل به تنش (STI) و میانگین هندسی عملکرد (GMP) با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند (۲):

$$GMP = \sqrt{(Yp)(Ys)} \quad \text{و} \quad STI = \frac{(Yp)(Ys)}{(\bar{Y}p)^2}$$

که در آنها $\bar{Y}p$ و $\bar{Y}s$ به ترتیب میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش و تنش‌دار می‌باشد. برای تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین صفات از نرم افزار MSTATC استفاده شد. به علاوه میانگین صفات در حالت نرمال با حالت تنش مورد مقایسه قرار گرفت و کلیه‌ی همبستگی‌های دوگانه با استفاده از نرم افزار SPSS در هر دو شرایط محاسبه گردید.

جدول ۱- لاین‌های گندم دوروم مورد مطالعه در این تحقیق

شماره‌ی لاین	نام لاین	منشا
۱	*D\72114\EDM*	غیر بومی
۲	*SHAG*	غیر بومی
۳	*SHAG*	غیر بومی
۴	*ARAMIDIS*	غیر بومی
۵	*ROLETTE*	غیر بومی
۶	*YAZLIG*	بومی آذربایجان شرقی
۷	*YAZLIG*	بومی آذربایجان شرقی
۸	*YAZLIG*	بومی آذربایجان شرقی
۹	*D\86-20*	غیر بومی
۱۰	*D\86-4*	غیر بومی
۱۱	*D\86-8*	غیر بومی
۱۲	*D\86-19*	غیر بومی

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بین تمام لاین‌ها در کلیه‌ی صفات مورد مطالعه وجود دارد (جدول ۲). گارسیا و همکاران (۱۹) تفاوت معنی‌داری را بین ژنوتیپ‌های گندم مورد مطالعه‌ی خود برای صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه گزارش کردند.

www.SID.ir

زهاریه‌وا و همکاران (۲۹) و کمیلی و همکاران (۸) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند.

معنی‌دار بودن صفات مورد مطالعه بیانگر وجود تنوع بین لاین‌ها از نظر صفات مورد مطالعه است که برخی از این صفات می‌توانند در تحمل به تنش مورد استفاده قرار گیرند. اثر متقابل تنش × لاین برای صفات عملکرد دانه، شاخص برداشت، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و زمان رسیدگی در سطح احتمال ۱٪ دارای تفاوت بسیار معنی‌دار بود که نشان‌دهنده‌ی رفتار متفاوت لاین‌ها در سطوح مختلف تنش کمبود آب از نظر صفات فوق است (جدول ۲).

بالاترین میزان عملکرد دانه در شرایط بدون تنش مربوط به لاین شماره‌ی ۷ با میانگین عملکرد ۲۲۰/۱ و لاین ۹ با میانگین عملکرد ۲۱۴/۵ گرم بر متر مربع بود و در شرایط تنش نیز همین لاین‌ها به ترتیب با ۱۵۶ و ۱۵۷گرم بر متر مربع بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۳).

هرد (به نقل از منبع شماره‌ی ۸) گزارش کرد که معمولاً ژنوتیپ‌های برتر در شرایط بدون تنش معمولاً از عملکرد دانه بالایی در شرایط تنش نیز برخوردارند. فولکس و همکاران (۱۸) و آستین و همکاران (۱۲) گزارش کردند که عملکرد در شرایط تنش در مرحله‌ی گرده افشانی و بعد از آن کاهش قابل توجهی را نسبت به شرایط بدون تنش داشته است. لاین‌های شماره‌ی ۷ و ۹ بیشترین شاخص برداشت را در شرایط بدون تنش و دارای تنش به خود اختصاص دادند (جدول ۳).

شاخص برداشت حاصل نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک است و توانایی گیاه را برای انتقال و اختصاص مواد فتوسنتزی به دانه‌ها (اندام اقتصادی) نشان می‌دهد. در سال‌های اخیر افزایش پتانسیل عملکرد دانه‌ی ارقام جدید گندم مرهون افزایش شاخص برداشت آنها بوده است (۸). بر اساس جدول ۳، از نظر اجزای عملکرد مثل تعداد سنبله بارور در بوته، لاین‌های شماره‌ی ۸ و ۹ بیشترین تعداد سنبله را در هر دو شرایط دارا بودند. عوامل مدیریتی و رطوبتی از جمله تراکم کاشت، تاریخ کاشت و تغذیه‌ی گیاه می‌توانند بر این صفت مؤثر باشند. تعداد مطلوب سنبله در واحد سطح تحت تأثیر ژنوتیپ قرار گرفته و با رژیم رطوبتی خاک در طی دوره‌ی رشد گیاه ارتباط نزدیکی دارد (۲۰).

لاین‌های شماره‌ی ۳ و ۷ بیشترین وزن هزار دانه را در هر دو شرایط تنش‌دار و بدون تنش به خود اختصاص دادند. لاین‌های شماره‌ی ۵، ۷ و ۹ بیشترین تعداد دانه در سنبله اصلی را در شرایط بدون تنش و لاین‌های ۷ و ۹ بیشترین تعداد دانه در سنبله را در شرایط تنش‌دار دارا بودند (جدول ۳). تعداد دانه در سنبله یکی از اجزای مهم عملکرد در گندم می‌باشد و ژنوتیپ‌هایی که برای این صفت پایداری نشان دهند، اغلب تحت تنش خشکی تحمل بهتری از خود نشان می‌دهند. اما در صورت گزینش برای آن، وزن دانه‌ها نیز می‌تواند مهم باشد (۲۴).

از نظر زمان رسیدگی، لاین‌های شماره‌ی ۱، ۵ و ۷ بیشترین زمان رسیدگی را در شرایط بدون تنش و لاین‌های ۹ و ۱۲ بیشترین زمان رسیدگی را در شرایط دارای تنش داشتند. به دلیل این‌که مواد غذایی به صورت محلول در آب، جذب گیاه می‌شوند بنابراین محدودیت در منابع آبی منجر به

Archive of SID

www.SID.ir

محدودیت در کلیه‌ی منابع غذایی شده و گیاه مجبور به کوتاه کردن دوره‌ی رشد رویشی و زایشی می‌گردد (جدول ۳). این موضوع توسط میترا (۲۰) فرار از خشکی نامیده شده است. این مکانیسم شامل نمو فنولوژیکی سریع‌تر گلدهی و رسیدگی زود هنگام، انعطاف پذیری نموی و انتقال مجدد آسمیلات‌های ذخیره شده قبل از گلدهی به دانه می‌باشد. نمو فنولوژیکی مناسب، پدیده‌ای است که اثر غالبی روی سازش گیاه به محیط اطراف برای حداکثر تولید دارد.

با توجه به جدول ۴ ملاحظه می‌شود که تنش خشکی موجب کاهش کلیه‌ی صفات مورد ارزیابی شده است و لاین‌ها درصدهای کاهش متفاوتی را برای صفات مورد مطالعه نشان دادند. لاین‌های شماره‌ی ۷ و ۹، کمترین درصد کاهش را برای صفات عملکرد دانه، شاخص برداشت و تعداد دانه در سنبله داشتند (جدول ۴)، و لاین‌های شماره‌ی ۴ و ۵ درصد کاهش کمتری را برای صفت وزن هزار دانه نشان دادند. لاین‌های ۸، ۹ و ۱۱ کمترین درصد کاهش را برای صفت تعداد سنبله در بوته داشتند و هم‌چنین، لاین‌های شماره‌ی ۳ و ۷ نیز برای صفت طول پدانکل درصد کاهش کمی را نشان دادند.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات در لاین‌های گندم دوروم در شرایط تنش‌دار (S) و بدون تنش (N) بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪

شماره لاین	عملکرد دانه (گرم بر متر مربع)		شاخص برداشت (٪)		تعداد سنبله در هر بوته		تعداد دانه در سنبله		وزن هزار دانه (گرم)		زمان رسیدگی (روز)	
	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
۱	۱۴۸/۴	۱۰۰/۴	۰/۳۱	۰/۲۴	۲/۸۴	۲/۲	۱۸/۷	۱۶/۳	۴۱/۹	۳۳/۵	۹۸	۹۷
۲	۱۹۹/۷	۱۱۷/۴	۰/۳۳	۰/۲۵	۲/۵۶	۱/۸	۲۰/۰۶	۱۸/۰۵	۳۳/۷۵	۳۱/۹	۹۴	۹۳/۳
۳	۱۷۸/۵	۱۱۷/۲	۰/۴۱	۰/۲۸	۴/۰۶	۲/۶	۱۸/۴	۱۵/۷۳	۴۳/۴	۳۹/۵	۹۷/۳	۹۴/۷
۴	۲۱۰/۵	۱۱۳/۹	۰/۳۹	۰/۲۷	۴/۶	۳/۵	۱۹/۸	۱۶/۷	۳۵/۳	۳۲/۸	۹۵/۳	۹۳/۷
۵	۱۸۰/۲	۱۰۱	۰/۳۶	۰/۲۴	۳/۳	۲/۵	۲۰/۹	۱۶/۳۵	۴۰/۱	۳۶/۹	۹۷/۸	۹۶/۳
۶	۱۹۶/۸	۱۱۷	۰/۳۴	۰/۲۳	۵/۲۶	۳/۹	۱۹/۰۳	۱۶/۰۳	۳۶/۰۵	۳۳/۶	۹۶/۵	۹۵
۷	۲۲۰/۱	۱۵۶	۰/۴۴	۰/۳۶	۵/۰۳	۳/۷	۲۰/۹	۱۸/۸	۴۳/۱	۳۷/۳	۹۷/۸	۹۶/۲
۸	۲۰۰/۸	۱۰۸/۴	۰/۳۵	۰/۲۳	۵/۸	۴/۵	۱۸/۸	۱۵/۳	۳۵/۶	۳۱/۸	۹۶/۸	۹۴/۵
۹	۲۱۴/۵	۱۵۷	۰/۴۶	۰/۳۷	۵/۸	۴/۶	۲۰/۵۷	۱۹/۲۱	۳۹/۵	۳۱/۵	۹۵/۸	۹۲/۸
۱۰	۱۴۱	۱۰۱/۷	۰/۳۳	۰/۲	۳/۵	۲/۲	۱۴/۸	۱۳/۲۳	۳۹/۹	۳۴/۷	۹۵/۵	۹۲/۲
۱۱	۱۴۴/۴	۱۰۲	۰/۳	۰/۲	۴/۰۵	۳/۲	۱۵/۵	۱۲/۹۸	۳۳/۱	۳۰/۵	۹۴/۳	۹۲
۱۲	۱۶۶/۶	۱۱۴/۲	۰/۳۷	۰/۲۸	۲/۶	۱/۹	۱۵/۳	۱۳/۴۳	۳۸/۷	۳۴/۷	۹۵/۳	۹۲/۲
LSD 5%	۱۲/۸۵		۰/۰۴۵		۰/۸۶		۱/۱۷		۲/۵۲۵		۱/۸۶۲	

www.SID.ir

محاسبه‌ی ضرایب همبستگی نشان داد که در شرایط بدون تنش، عملکرد دانه با شاخص برداشت (r=۰/۷۱۳**)، تعداد سنبله‌ی بارور در هر بوته (r=۰/۶۵**) و وزن هزار دانه (r=۰/۷۹**) همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. هم‌چنین، وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با شاخص برداشت (r= ۰/۸۷**) و زمان رسیدگی (r=۰/۷۶**) داشت (جدول ۵). تعداد سنبله‌ی بارور در هر بوته با طول پدانکل (r=۰/۶۲**) و وزن هزار دانه (r=۰/۸۷**) دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار و با زمان گرده افشانی دارای همبستگی منفی و معنی‌دار (r= -۰/۸**) بود (جدول ۵).

شاخص برداشت بیانگر توان ژنوتیپ در اختصاص دادن بیشتر مواد فتوسنتزی در جهت عملکرد اقتصادی (دانه) می‌باشد (۹) و از این نظر در هر دو محیط بدون تنش و تنش‌دار بین لاین‌های مورد مطالعه تنوع وجود داشت. در محیط بدون تنش، شاخص برداشت نیز دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با تعداد دانه در سنبله (r= ۰/۵۵**)، وزن هزار دانه (r=۰/۸۷**) و عملکرد دانه (r= ۰/۷۱**) بود. در حالی که، در شرایط تنش عملکرد دانه با شاخص برداشت (r=۰/۵۷**) و وزن هزار دانه (r=۰/۴۸*)، دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۶). بنابراین افزایش شاخص برداشت در محیط تحت تنش به دلیل افزایش عملکرد دانه بوده است. ریاز (۲۵) همبستگی زیادی بین شاخص برداشت، محتوای آب نسبی و پتانسیل اسمزی مشاهده نمود و با مشاهده‌ی این همبستگی مثبت، نتیجه گرفت ژنوتیپ‌هایی که در طی پر شدن دانه تعرق بالاتری دارند در اختصاص دادن ماده‌ی خشک به دانه نیز موفق‌تر می‌باشند و در نتیجه عملکرد دانه‌ی بالاتری هم خواهند داشت. بین اجزای عملکرد مثل تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه در شرایط بدون تنش همبستگی منفی و معنی‌دار مشاهده شد (r= -۰/۶**)، اما در شرایط تنش، بین این اجزا، همبستگی معنی‌داری مشاهده نگردید که می‌تواند به دلیل محدود شدن سایر مواد غذایی که ناشی از کمبود حلال این مواد (آب) باشد. بنابراین با توجه به معنی‌دار و مثبت بودن همبستگی وزن هزار دانه و تعداد سنبله‌ی بارور در هر بوته (r=۰/۸۷**) افزایش هر کدام از این اجزا بدون این‌که تأثیری روی جزء دیگر بگذارد می‌تواند باعث افزایش عملکرد شود (جدول ۵). در شرایط بدون تنش طول پدانکل با تعداد سنبله‌ی بارور در بوته (r=۰/۶۲**) و در شرایط تنش‌دار با وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار (r=۰/۴۸*) داشت. این نتایج با نتایج حاصل از تحقیقات فیشر و وود (۱۷)، نورمند مؤید (۱۰) و نیک خواه (۱۱) مطابقت دارد.

به منظور سنجش میزان حساسیت یا تحمل ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این آزمایش به تنش رطوبتی در مرحله‌ی گرده افشانی از شاخص‌های STI، GMP، MP و TOL استفاده شد (جدول ۷). نتایج نشان داد که برخی از لاین‌ها در شرایط بدون تنش از عملکرد بالایی برخوردار بودند، در حالی که عملکرد آنها در شرایط تنش رطوبتی بالا نبود. در این میان شاخصی اهمیت دارد که بتواند لاین های گروه اول را از بقیه تشخیص دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص‌های STI، MP و GMP لاین‌های شماره‌ی ۷ و ۹ را به عنوان لاین برتر و شاخص TOL لاین‌های شماره‌ی ۱ و ۱۰ را به عنوان لاین‌های متحمل به خشکی انتخاب نمودند. ضریب همبستگی بین عملکرد دانه در شرایط دارای تنش و بدون تنش مثبت و برابر r= ۰/۶۱** بود (جدول ۶). تیمورپور (۳) نیز ضریب همبستگی بین عملکرد دانه‌ی ژنوتیپ‌ها در دو هر شرایط را مثبت و بسیار معنی‌دار گزارش کرد.

عملکرد در شرایط بدون تنش با کلیه‌ی شاخص‌ها همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ نشان داد و بیشترین آن مربوط به همبستگی با شاخص MP (r= ۰/۹۷**) بود. عملکرد در شرایط دارای تنش با تمامی شاخص‌ها به‌جز شاخص TOL همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ نشان داد که بیشترین آن مربوط به همبستگی با شاخص STI وGMP (r= ۰/۷۲**) بود. با توجه به این‌که در مجموع، سه شاخص MP ، GMP و STI بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه در شرایط دارای تنش و بدون تنش داشتند به عنوان بهترین شاخص‌های تحمل به خشکی در این آزمایش بودند و لاین‌های شماره‌ی ۷ و ۹ که بالاترین مقدار این شاخص‌ها را داشتند، به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها شناسایی و انتخاب شدند. شفازاده و همکاران (۶) نیز همین نتیجه‌گیری را برای شاخص‌های مذکور گزارش و اظهار داشتند که شاخص های STI، GMP و MP به واسطه‌ی داشتن همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی می‌تواند برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و پر محصول برای هر دو شرایط محیطی به‌کار رود.

نتیجه‌گیری نهایی

از نظر صفات اندازه‌گیری شده، لاین‌های گندم دوروم دارای اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بودند و این مسئله نشان‌دهنده‌ی تنوع ژنتیکی بین لاین‌ها است. به‌علاوه، همه‌ی لاین‌ها در شرایط تنش‌دار از نظر عملکرد دانه کاهش نشان دادند که بیانگر خسارت تنش خشکی بوده و نشان‌دهنده‌ی عدم وجود لاین‌های غیر متحمل به تنش خشکی است. برای این‌که عملکرد دانه‌ی لاین‌های مختلف گندم دوروم در هر محیط بدون تنش و تنش‌دار افزایش یابد، صفات شاخص برداشت، وزن هزار دانه، تعداد دانه در هر سنبله و تعداد سنبله در هر بوته باید مورد توجه بیشتری قرار گیرد. لاین‌های شماره‌ی ۷ (یازلیق) و ۹ (D\86-20) در هر دو محیط دارای بالاترین عملکرد بودند. با توجه به این‌که لاین‌های فوق در شرایط بدون تنش و تنش‌دار، از بالاترین مقدار شاخص‌های STI، MP وGMP برخوردار بودند، می‌توان این لاین‌ها را لاین‌هایی با قابلیت سازگاری و تحمل بیشتر در مقایسه با سایر لاین‌ها محسوب نمود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- درصد کاهش صفات در لاین‌های گندم دوروم در شرایط تنش در مرحله‌ی گرده افشانی

شماره‌ی لاین	عملکرد دانه	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	تعداد سنبله در هر بوته	شاخص برداشت	طول پدانکل	زمان رسیدگی
۱	۳۲/۳۵	۱۲/۸۳	۲۰/۰۵	۲۲/۵۳	۲۲/۵۸	۱۱/۵۹	۱/۰۲
۲	۴۱/۲۱	۱۰/۰۲	۸/۴۸	۲۹/۶۸	۲۴/۲۴	۷/۲۹	۰/۷
۳	۳۴/۳۴	۱۴/۵	۸/۹	۳۵/۹۶	۳۱/۷۱	۵/۵۴	۲/۶۷
۴	۴۵/۸۹	۱۵/۶۵	۷/۰۸	۲۳/۹۱	۳۰/۷۷	۱۱/۶۱	۱/۶۸
۵	۴۳/۴۹	۲۱/۰۷	۷/۹۸	۲۴/۲۴	۳۳/۳۳	۱۲/۸۹	۱/۵۳
۶	۴۰/۵۵	۱۵/۷۶	۶/۷۹	۲۵/۸۵	۳۲/۳۵	۱۴/۴۳	۱/۵۵
۷	۲۹/۱۲	۱۰/۰۴	۷/۱	۲۶/۴۴	۱۸/۱۸	۶/۰۸	۱/۶۳
۸	۴۶/۰۱	۱۸/۶۲	۱۰/۶۷	۲۲/۴۱	۳۴/۲۸	۷/۷۲	۲/۳۱
۹	۲۶/۸۷	۶/۴۲	۷/۸	۲۰/۶	۱۹/۵۶	۱۱/۴۹	۳/۱۳
۱۰	۲۷/۸۷	۱۰/۶۱	۱۳/۰۳	۳۷/۱۴	۳۹/۳۹	۱۴/۳۴	۳/۴۵
۱۱	۲۹/۳۶	۱۶/۱۶	۱۴/۶۷	۲۰/۹۹	۳۳/۳	۱۲/۳۹	۲/۴۴
۱۲	۳۱/۴۵	۱۲/۲۲	۱۰/۳۵	۲۶/۹۲	۲۴/۳۲	۶/۴۲	۳/۲۵

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین صفات مختلف در شرایط بدون تنش

	عملکرد دانه	تعداد سنبله در بوته	وزن هزار دانه	تعداد دانه در سنبله	طول پدانکل	شاخص برداشت	زمان رسیدگی
زمان گرده افشانی	۰/۱۷ ns	-۰/۸**	۰/۰۲۷ ns	۰/۵۴*	۰/۳۴ ns	-۰/۵۳ ns	۰/۳۷ns
زمان رسیدگی	۰/۳۱۷ ns	۰/۲۴۸ ns	۰/۷۶**	۰/۴۲ ns	۰/۳۱۷ ns	۰/۱۰۳ ns	
شاخص برداشت	۰/۷۱۳**	۰/۴۶ ns	۰/۸۷**	۰/۵۵**	۰/۴۶ ns		
طول پدانکل	۰/۳۴ ns	۰/۶۲**	۰/۰۹ ns	۰/۳۸ ns			
تعداد دانه در سنبله	۰/۳۴ ns	۰/۴۵ ns	-۰/۶ **				
وزن هزار دانه	۰/۷۹**	۰/۸۷**					
تعداد سنبله در بوته	۰/۶۵**						

ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

www.SID.ir

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین صفات مختلف در شرایط تنش

	عملکرد دانه	تعداد سنبله در بوته	وزن هزار دانه	تعداد دانه در سنبله	طول پدانکل	شاخص برداشت	زمان رسیدگی
زمان گرده افشانی	-۰/۳۸ ns	-۰/۴۱ ns	۰/۵۵۹**	۰/ ۳۱ ns	۰/۰۱ ns	۰/۳۸ ns	۰/۳۷ns
زمان رسیدگی	۰/۰۷ ns	-۰/۱۷ ns	۰/۰۷۵ ns	۰/۰۱ ns	۰/۲۴ ns	۰/۲۹ ns	
شاخص برداشت	۰/۵۷**	-۰/۲۸ ns	۰/۴۸*	۰/۴۵ ns	-۰/۴۶ ns		
طول پدانکل	-۰/۲۴ ns	۰/۴۵ ns	۰/۴۸*	۰/۳۸ ns			
تعداد دانه در سنبله	۰/۳ ns	-۰/۳ ns	۰/۳ ns				
وزن هزار دانه	۰/۴۸*	۰/۰۳۷ ns					
تعداد سنبله در بوته	۰/۳۶ ns						

ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۷- شاخص‌های تحمل به خشکی در لاین‌های مورد مطالعه‌ی گندم دوروم

شماره‌ی لاین	شاخص های تحمل به خشکی					
	Yp	Ys	TOL	STI	MP	GMP
۱	۱۴۸/۴	۱۰۰/۴	۴۸	۰/۴۴	۱۲۴/۴	۱۲۲/۱
۲	۱۹۹/۷	۱۱۷/۴	۸۲/۲۵	۰/۷	۱۵۸/۵	۱۵۳/۱
۳	۱۷۸/۵	۱۱۱/۲	۶۷/۳	۰/۵۹	۱۴۴/۸	۱۴۰/۹
۴	۲۱۰/۵	۱۱۳/۹	۹۶/۶	۰/۷۱	۱۶۲/۲	۱۵۴/۹
۵	۱۸۰/۲	۱۰۱	۷۹/۳	۰/۵۴	۱۴۰/۶	۱۳۴/۹
۶	۱۹۶/۸	۱۱۷	۷۹/۸	۰/۶۸	۱۵۶/۹	۱۵۱/۸
۷	۲۲۰/۱	۱۱۶	۱۰۴/۱	۰/۷۶	۱۶۸/۱	۱۵۹/۸
۸	۲۰۰/۸	۱۰۸/۴	۹۲/۵	۰/۶۵	۱۵۴/۶	۱۴۷/۵
۹	۲۱۴/۵	۱۲۷/۳	۸۷/۲	۰/۸۱	۱۷۰/۹	۱۶۵/۳
۱۰	۱۴۱	۱۰۱/۷	۳۹/۲	۰/۴۳	۱۲۱/۳	۱۱۹/۸
۱۱	۱۴۴/۴	۱۲۲	۲۲/۴	۰/۵۲	۱۳۳/۲	۱۳۲/۷
۱۲	۱۶۶/۶	۱۱۳/۲	۵۳/۴	۰/۵۶	۱۳۹/۹	۱۳۷/۳

www.SID.ir

جدول ۸- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های تحمل و حساسیت به خشکی و عملکرد دانه در لاین‌های مورد بررسی

	Ys	MP	GMP	STI	TOL
Yp	۰/۶۱**	۰/۹۷۴**	۰/۹۵**	۰/۹۴۸**	۰/۹۵۵**
Ys		۰/۶۶۲*	۰/۷۲۶**	۰/۷۲۷**	۰/۱۹۶
MP			۰/۹۹۶**	۰/۹۹۴**	۰/۸۶۴**
GMP				۰/۹۹**	۰/۸۲**
STI					۰/۸۱**

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

منابع مورد استفاده

۱- احمدی، ج.، ح. زینالی خانقاه، م.ع. رستمی و ر. چوگان. ۱۳۷۹. بررسی شاخص‌های مقاومت به خشکی و استفاده از روش‌های بای پلات در هیبریدهای ذرت دانه‌ای. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۱، شماره ۳: ۵۲۴- ۵۱۳.

۲- پاک نژاد، ف.، م. نصری و د. حبیبی. ۱۳۸۶. مقایسه شاخص‌های تحمل به تنش برای بررسی واکنش ارقام گندم به کم آبیاری و تنش کمبود آب در انتهای فصل. فصلنامه دانش کشاورزی ایران. جلد ۴، شماره ۲: ۱۸۴- ۱۶۷.

۳- تیمورپور، ح. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر تنش خشکی بر روی صفات مورفولوژیکی و برخی از ویژگی‌های زراعی گندم های بومی ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج. ۱۲۰ صفحه.

۴- سرمدنیا، غ.ح. و ع. کوچکی. ۱۳۷۶. جنبه‌های فیزیولوژیک زراعت دیم (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۶۷ صفحه.

۵- روحی، ا.، م. سی و سه مرده و ع. حسامی. ۱۳۸۲. ارزیابی شاخص‌های مختلف مقاومت به خشکی و معرفی ارقام مقاوم به منظور استفاده در برنامه‌های به نژادی گندم دیم در استان کردستان. مجموعه مقالات همایش دیم کشور، دانشگاه ایلام. صفحه ۳۳۰.

Archive of SID

www.SID.ir

۶- شفازاده، م.ک.، ا. یزدان سپاس، ا. امینی و ر. قنادها. ۱۳۸۳. بررسی تحمل به تنش خشکی آخر فصل در ژنوتیپ‌های امید بخش گندم زمستانه و بینابین با استفاده از شاخص‌های حساسیت و تحمل به تنش. نهال و بذر. ۲۰ (۱): ۷۱-۵۶.

۷- صفایی، ه. و ح. غدیری. ۱۳۷۴. اثرات تنش رطوبتی خاک روی پاره‌ای از صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی شش رقم گندم در گلخانه. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۶، شماره ۲: ۱۸ - ۹.

۸- کمیلی، ح.ر.، م.ح. راشد محصل، م. قدسی و ا. زارع فیض آبادی. ۱۳۸۵. ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های جدید گندم در شرایط تنش رطوبتی. مجله پژوهش‌های زراعی. جلد ۴: ۳۱۰-۳۰۱.

۹- محمدی، ع.، ج. احمدی و د. حبیبی. ۱۳۸۴. شاخص‌های انتخاب برای تحمل به خشکی در گندم نان. مجله زراعت و اصلاح نباتات ایران. جلد ۱: ۶۱-۴۷.

۱۰- نورمند مؤید، ف. ۱۳۷۶. بررسی تنوع صفات کمی و رابطه آنها با عملکرد گندم نان در شرایط دیم و آبی و تعیین بهترین شاخص‌های مقاومت به خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته اصلاح نباتات دانشگاه تهران. ۱۵۰ صفحه.

۱۱- نیک خواه، ح. ۱۳۷۸. ارزیابی و مطالعه‌ی توارث پذیری مقاومت به خشکی در گندم نان. مجموعه مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. جلد ۱، شماره ۱: ۶۰ – ۴۷.

12- Austin, R.B. 1978. Actual and potential yields of wheat in the UK. ADAS Quarterly Review. 29: 277-294.

13- Blum, A. 1998. Plant breeding for stress environments. CRC Press. Boca Raton,FL, USA. 550 pp.

14- Bogges, S.F., C.R. Stewarty, D. spinall, and L.G. Paleg. 1976. Effect of water stress on praline synthesis from radio active precursors. Plant Physiol. 58: 398-401.

15- Fernandes, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Proceeding Of the International Symposium, Taiwan,13-16 Aug. pp: 257- 270.

16- Fischer, R.A. and R. Maurer. 1987. Drought resistance in spring wheat cultivar. Grain yield eesponse. Australian Journal of Agriculture Research. 29: 897-912.

17- Fischer, R.A. and J.T. Wood. 1979. Drought resistance in spring wheat cultivares, yield associations with morpho- physiological traits. Australian Journal of Agriculture Research. 30: 1001- 1020.

18-Foulkes, M.J., R. Sylvester-Bradley, and R.K. Scott. 2002. The ability of wheat cultivars to withstand UK drought: formation of grain yield. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 138: 153-169.

Archive of SID

www.SID.ir

19- Garcia del Moral, L.f., Y. Rharrabt, D. Villegas, and C. Royo. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediteranean condition. Agronomy Journal. 95: 266-274.

20- Gooding, M.J., R.H. Ellis, P.R. Shewry and J.D. Schofield. 2003. Effects of restricted water availability and increased temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat. Journal of Cereal Science. 37: 295-309.

21- Mitra. J. 2001. Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. Current Science. 80: 758- 763

22- Ober, E.S. and M.C. Luterbacher. 2002. Genotypic variation for drought tolerance in *Beta Vulgaris*.Oxford Journal. 89: 917-924.

23- Passioura, J.B. 2002. Environmental biology and crop improvement. Functional Plant Biology. 29: 537-573.

24- Rajaram, S., M. van Ginkel, and R.A. Fischer. 1994. CIMMYTs wheat breeding mega-environments. Proceeding of the 8th International Wheat Genetics Symposium, pp.1101-1106. China Agricultural Scientech, Beijing, China.

25- Riaz, R. and M.A. Chowdhry. 2003. Genetic analysis of some economic traits of wheat under drought condition. Australian Journal of Plant Science. 2(10): 790-796.

26-Rosielle, A.T. and J. Hambelen. 1981. Theorical aspect of selection for yield in stress and non stress environmen. Crop Science. 21: 493-500.

27-Shimshi, D., M.L. Mayoral, and D. Atsmon. 1982. Responses to water stress in wheat and related wild species. Crop Science. 22: 123-128.

28- Winkel, A. 1989. Breeding for drought tolerance in cereals. Vortage-Fur-Pflanzenzvchtuny. 16: 368-375.

29- Zaharieva, M., E. Gaulin, M. Havaux, E. Acevedo, and P. Monneveux. 2001. Drought and heat responses in the wild wheat relative *Aegilops geniculata* Roth. Crop Science. 14: 1321-1329.

Archive of SID

www.SID.ir