شماره ۹۰، بهار ۱۳۹۰

نشریه زراعت

(پژوهش و سازندگی)

ترکیب‌پذیری صفات فیزیولوژیک در گندم نان تحت تنش خشکی

• **احمدرضا گل‌پرور**

استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (نویسنده مسئول)

• **عبداله قاسمی پیربلوطی**

استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد

تاریخ‌دریافت: بهمن ماه ۱۳۸۶ تاریخ‌پذیرش: آبان ماه ۱۳۸۸

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۱۸۱۶۰۰۲

Email: agolparvar@khuisf.ac.ir

چکیده

بـه منظور مقایسـه نحوه توارث، ترکیب‌پذیـری، هتروزیس و عمل ژن‌ها در کنترل ژنتیکی صفات سـطح برگ پرچم، محتوی نسبی آب برگ و سرعت پرشدن دانه در ارقام گندم نان تحت شرایط تنش خشکی، مطالعه‌ای بر روی ۸ رقم با استفاده از روش دوم در مدل ثابت گریفینگ صورت گرفت. میانگین مربعات قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی برای تمامی صفات و میانگین مربعات قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی نیز برای تمامی صفات به جز محتوی نسبی آب برگ معنی‌دار بود که مبین اهمیت هر دو اثرات افزایشـی و غالبیت ژن‌ها در توارث این صفات در شـرایط تنش می‌باشـد. نسـبت میانگین مربعات GCA به میانگین مربعات SCA برای هیچکدام از صفات معنی‌دار نبود. نتایج این مطالعه نشان داد که اثرات غیرافزایشی ژن‌ها برای تمامی صفات از اهمیت بیشتری نسبت به اثرات افزایشی برخوردار می‌باشد. از نتایج این تحقیق می‌توان دریافت که بهبود ژنتیکی صفات سطح برگ پرچم، محتوی نسبی آب برگ و سرعت پرشدن دانه در شـرایط تنش با انتخاب از بین بهترین تلاقی‌ها در نسـل‌های مقدماتی بازده ژنتیکی پائینی خواهد داشت. بنابراین، بهتر است این انتخاب تا نسل‌های پیشرفته و افزایش توارث‌پذیری این صفات به تعویق افتد.

کلمات کلیدی: دای‌آلل، گندم نان، تنش خشکی، نحوه توارث، بهبود ژنتیکی، ترکیب پذیری عمومی و خصوصی

www.SID.ir

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) 90 pp: 18-26

Combining ability of physiological traits in bread wheat under drought stress

By:Ahmad Reza Golparvar, Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Islamic Azad University, Khorasgan Branch. (Corresponding Author; Tel: +989131816002) Abdollah Ghasemi –Pirbalouti, Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Islamic Azad University, Shahrekord Branch.

In order to compare of inheritance, combining ability, heterosis and genes action in the genetic control of flag leaf area, leaf relative water content and grain filling rate in bread wheat cultivars under drought stress conditions, a study was conducted on eight cultivars using method 2 in fixed model of Griffing. General combining ability and specific combining ability mean of squares were highly significant for all the traits with the exception of specific combining ability mean of squares for leaf relative water content that designated importance of both additive and dominance gene effects in inheritance of traits studied in drought stress conditions. The general combining ability mean of square/ specific combining ability mean of square ratio was not significant for all the traits. The results of this study showed that non-additive genetic effects were found to be more important than additive effects in genetic control of all the traits. In conclusion, genetic improvement of flag leaf area, leaf relative water content and grain filling rate in drought stress conditions at early generations will have low genetic gain. Therefore, selection for improvement of these traits is better that delayed until advanced generations and increase of its heritability.

Key words: Diallel crosses, Bread wheat, Drought stress, Mode of inheritance, Genetic improvement, General and specific combining ability.

مقدمه

خشکی به عنوان شـایع‌ترین تنش غیر زنده که گیاهان زراعی با آن مواجه می‌شوند شناخته می‌شود. با توجه به کاهش بارندگی‌های سالانه و افزایش خشکی و دمای هوا، ایجاد ارقام متحمل و دارای پتانسیل عملکرد بالا برای اصلاحگران اهمیت بسیاری دارد. بسیاری از محققین (۱۹ ، ۲۰) معتقدند که تحمل به تنش خشکی به مفهوم افزایش پتانسیل عملکرد و تحمل به تنش، از طریق اصلاح صفات فیزیولوژیک امکان‌پذیر است.

صفـت محتوی نسـبی آب برگ[1] یکی از معیارهای انتخاب مناسـب در این زمینه اسـت. مقادیر بالاتر این صفت به مفهوم این اسـت که گیاه توانسـته روابط آبی خود را در شـرایط تنش بهبود بخشد. از سوی دیگر به دلیل سهولت، سرعت و دقت اندازه گیری می‌توان از آن به عنوان یک معیار انتخاب مناسب در برنامه‌های گزینش به ویژه در نسل‌های مقدماتی که حجم مواد مورد بررسی زیاد است استفاده نمود (۲۸).

صفاتی که بیشترین اثر غالب را بر انطباق گیاه با محیط برای ماکزیمم کردن تولید دارند صفات مربوط به دوره‌های فنولوژیکی گیاه می‌باشـند. در اکثر مطالعات همبستگی منفی بین عملکرد دانه تحت شرایط تنش و تاریخ گلدهی گزارش شده است (۷ ، ۱۹). میانگین سرعت پرشدن دانه[2] ملاک مناسـبی در این رابطه اسـت. مقادیر بالاتر این صفت نشاندهنده کوتاه‌تر شدن طول دوره پرشدن دانه، بهبود روابط منبع و مخزن و سرعت انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها می‌باشد (۱۹).

انتخاب غیرمسـتقیم در نسل‌های اولیه اصلاحی از طریق صفاتی که همبستگی خوبی با عملکرد دانه داشته و وراثت‌پذیری به مراتب بیشتر از عملکرد داشـته باشند یکی از استراتژی‌های مهم اصلاحی است. بنابراین، اطـلاع از نحوه توارث و کنتـرل ژنتیکی صفات مختلف از اهمیت ویژه‌ای در برنامه‌های اصلاحی برخوردار است.

بررسـی نحوه توارث صفات در شـرایط محیطی متفاوت بیانگر این اسـت که با تغییر شرایط زیست گیاه، نحوه عمل ژنها، برآورد پارامترهای ژنتیکـی و وراثت‌پذیری صفـات تغییر می‌نماید (۴ ، ۵). این مسـئله را بیشتر به دلیل وقوع اثر متقابل شدیدی می‌دانند که معمولاً بین ژنوتیپ و محیط به خصوص در شرایط واجد تنش رخ می‌دهد (۱۸ ، ۲۶). بنابراین، به نظر می‌رسـد بررسـی نحوه توارث صفات و اتخاذ اسـتراتژی اصلاحی مناسب برای هر شرایط محیطی ضروری باشد.

تولیـد ارقام جدید و سـازگار به محیط‌های مختلـف از اهداف مهم به‌نژادگران به شـمار مـی‌رود. تلاقی ارقام جدیـد و گزینش ژنوتیپ‌های برتر از نظر صفات مطلوب در بین نتاج آنها از روش‌هائی است که همواره مـورد اسـتفاده اصلاحگران قرار گرفته اسـت. به منظور بـرآورد قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی[3] و خصوصی[4] والدین و تلاقی‌ها روش‌های مختلفی از جمله تجزیه و تحلیل تلاقی‌های دای‌آلل توسط تعداد زیادی از محققان شرح داده شده است (۹ ، ۱۰).

Griffing تجزیـه دای‌آلل را در چهار روش مختلف بیان نموده و هر یـک از این چهار روش را در چهار مدل آماری تصادفی، ثابت، مخلوط A و مخلـوط B توضیح داد (۹). این روش‌ها بر اسـاس برآورد واریانس‌ها و اثـرات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی بـوده و اجزای واریانس ژنتیکی از طریق برآورد این ترکیب‌پذیری‌ها محاسـبه می‌شود. روش‌های دای‌آلل گریفینـگ از روش‌های متداول دای‌آلل بوده و روش نیم دای‌آلل (والدین به همراه تلاقی‌های یک طرفه) به علت سهولت در اجرای بیشترین کاربرد را در مطالعات ژنتیکی دارد.

Dhanda و Sethi در مطالعه نحوه توارث صفات شاخص برداشت،

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد بیولوژیک و محتوی نسبی آب برگ دریافتند که این صفات در شرایط تنش عمدتاً توسط اثر افزایشی ژن ها کنترل شده و وراثت‌پذیری خصوصی بالایی دارند که نشاندهنده امکان بهبود این صفات و استفاده از آنها در بهبود عملکرد دانه گیاه می‌باشد (۷ ، ۸).

گل‌پرور و همکاران (۲) با استفاده از روش تجزیه و تحلیل میانگین نسل‌ها و برآورد وراثت‌پذیری[5] و نوع عمل ژن[6] در گندم نان تحت شرایط تنش خشکی دریافتند که گزینش به منظور بهبود صفات محتوی نسبی آب برگ و سرعت پرشدن دانه بویژه در نسل‌های اولیه اصلاحی بازده ژنتیکی متوسطی خواهد داشت. همچنین، در این تحقیق بر استفاده از صفات سرعت پرشدن دانه و شاخص برداشت به عنوان معیارهای انتخاب غیرمستقیم به منظور بهبود عملکرد دانه گیاه در شرایط تنش خشکی تأکید گردیده است. حیدری (۱) با استفاده از تجزیه و تحلیل دای‌آلل در ارقام گندم نان سهم بیشتر اثرات غیرافزایشی و وراثت‌پذیری خصوصی متوسط را برای صفات سطح برگ پرچم و شاخص برداشت گزارش نمود. Khan و Rizwan (۱۴) و Ali و Khan (۳) ژنتیک صفات سطح برگ پرچم[7]، محتوی نسبی آب برگ، طول دوره پرشدن دانه و سرعت پرشدن دانه را در ارقام و تلاقی‌های گندم نان با استفاده از تجزیه و تحلیل تلاقی‌های دای‌آلل تحت شرایط تنش خشکی مورد مطالعه قرار داده و نتیجه گرفتند که اثرات غیرافزایشی ژن‌ها از اهمیت بیشتری در توارث این صفات برخوردار می‌باشند. همچنین وراثت‌پذیری خصوصی برای سطح برگ پرچم پائین و برای سایر صفات متوسط بود. در این مطالعات مشخص شد که می‌توان از سرعت پرشدن دانه به عنوان معیاری مناسب برای انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم به تنش خشکی و دارای عملکرد بالاتر به ویژه در نسل‌های مقدماتی استفاده نمود. Kamaluddin و همکاران (۱۳) در مطالعه نحوه توارث صفات فیزیولوژیک طول و سرعت پر شدن دانه در ارقام گندم نان به کمک روش دای‌آلل دریافتند که اثرات افزایشی ژن‌ها از اهمیت بیشتری در رابطه اثرات غیرافزایشی در توارث این صفات برخوردار بوده و لذا استفاده از روش‌های انتخاب را به منظور بهبود ژنتیک این صفات توصیه نمودند. Joshi و همکاران (۱۲) و Joshi و Chand (۱۱) نیز با بررسی نحوه عمل ژن‌ها و ترکیب پذیری ارقام و لاین‌های گندم نان به این نتیجه رسیدند که صفات فیزیولوژیک سطح برگ پرچم و سرعت و طول دوره پر شدن دانه تحت تأثیر هر دو اثرات افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها بوده که در این میان اثرات غیرافزایشی سهم بیشتری را به خود اختصاص می‌دهند.

به نظر می‌رسد وراثت‌پذیری صفات، ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی ارقام، هتروزیس صفات، نحوه عمل ژنها و سایر پارامترهای ژنتیکی با تغییر شرایط محیطی تفاوت نموده و به همین دلیل ارائه استراتژی‌های مناسب برای بهبود ژنتیکی هریک از صفات در شرایط محیطی مختلف ضروری به نظر می‌رسد. از طرفی، مطالعه زیادی در رابطه با تأثیر تنش خشکی بر این پارامترهای ژنتیکی در صفات فیزیولوژیک صورت نگرفته که خود مؤیدی بر ضرورت انجام اینگونه تحقیقات می‌باشد. لذا، هدف از این بررسی مقایسه نحوه توارث، قابلیت ترکیب‌پذیری، هتروزیس[8] و نوع عمل ژن‌ها در کنترل ژنتیکی صفات فیزیولوژیک سطح برگ پرچم، محتوی نسبی آب برگ و سرعت پرشدن دانه برخی رقم‌های زمستانه گندم نان در شرایط تنش خشکی بود.

مواد و روش‌ها

در این بررسی بذور هشت رقم گندم زمستانه ایرانی (سرداری، زرین، زاگرس و الموت) و خارجی (وییناک (Vee/Nac)، ام ۷-۷۵ (M۷۵-۷)، سی ۵-۷۵ (C۷۵-۵) و سخا۸ (Sakha۸)) در آبان‌ماه ۱۳۸۴ به عنوان والدین تلاقی‌های دای‌آلل در مزرعه آموزشی ـ تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان کشت شدند. در بهار سال ۱۳۸۵ تلاقی‌های دای‌آلل بصورت یک‌طرفه بین والدین انجام شده تا بذور نسل F۱ حاصل شود. بذور حاصله در تابستان همان سال برداشت شدند. در پاییز ۱۳۸۵ بذور ضدعفونی شده والدها (۸ والد) و F۱ حاصل از تلاقی یک طرفه آنها (۲۸ تلاقی) جمعاً ۳۶ تیمار در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و کرت های دو ردیفه با فاصله ۲۰ و ۵ سانتی‌متر بترتیب بین ردیف‌ها و بین گیاهان در هر ردیف کشت گردیدند. مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم قبل از کاشت و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به صورت یک سوم قبل از کاشت و دو سوم به صورت سرک در مرحله ۲ تا ۳ برگی به زمین آزمایش اضافه شد. به منظور اعمال تنش خشکی تنها یک بار آبیاری با هدف جوانه زنی بذور صورت گرفته و تا مرحله رسیدگی کامل گیاهان از رطوبت ذخیره شده در خاک و حاصل از بارندگی استفاده نمودند. اقلیم منطقه بر اساس تقسیم بندی کوپن خشک بسیار گرم با تابستان های خشک بوده، میانگین دراز مدت بارندگی و درجه حرارت سالانه به ترتیب ۱۲۰ میلیمتر و ۱۶ درجه سانتی‌گراد و منطقه در فاصله زمانی تیرماه تا اواسط مهر فاقد بارندگی است. بافت خاک زمین مورد مطالعه سیلتی لومی با ۱ درصد کربن آلی و اسیدیته ۷/۸ و هدایت الکتریکی ۳/۵ میلی موس بر سانتیمتر در عمق صفر تا ۴۰ سانتیمتر می‌باشد. پس از رسیدگی کامل گیاهان از هر کرت ۱۰ بوته نرمال به طور تصادفی برداشت گردیده و اندازه گیری از صفات سطح برگ پرچم، محتوی نسبی آب برگ و سرعت پرشدن دانه انجام شد. صفت محتوی نسبی آب برگ با استفاده از برگ‌های پرچم در زمان ۵۰ درصد گلدهی برای هرتیمار اندازه گیری شد. به این منظور، پس از بریدن برگ‌های پرچم و قرار دادن آنها در پاکت‌های پلاستیکی قبل از طلوع آفتاب به سرعت پاکت‌ها به آزمایشگاه منتقل گردید. وزن تر برگ‌ها اندازه گیری شد. سپس برگ‌ها به مدت ۱۶ الی ۱۸ ساعت در آب مقطر در دمای اتاق (۲۰ درجه سانتی گراد) قرار داده شد. پس از خارج کردن برگ‌ها سطح آنها کاملاً با دستمال کاغذی خشک شده و وزن اشباع آنها بدست آمد. وزن خشک برگ‌ها نیز پس از قرار دادن آنها به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد در آون حاصل شد (۲۷). در نهایت با در دست داشتن وزن تر، وزن خشک و وزن اشباع و با استفاده از رابطه زیر محتوی نسبی آب برگ‌های پرچم محاسبه شد (۲۳):

$$\text{محتوی نسبی آب برگ} = \frac{\text{وزن تر- وزن خشک}}{\text{وزن اشباع - وزن خشک}}$$

صفت میانگین سرعت پرشدن دانه از تقسیم عملکرد دانه گیاه بر طول دوره پرشدن دانه (روز از گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیکی) بدست آمد (۱۶). پس از جمع‌آوری داده‌ها، ابتدا داده‌های حاصل از اندازه گیری صفات مورد نظر مورد تجزیه واریانس قرار گرفته و سپس در صورت معنی‌دار بودن تفاوت بین ژنوتیپ‌ها، تجزیه واریانس دای‌آلل

Archive of SID

www.SID.ir

بر اســاس روش دوم در مدل ثابت Griffing (۹) انجام شد. از این روش همچنیــن به منظور بــرآورد قابلیت‌های ترکیب‌پذیــری عمومی والدها و قابلیــت ترکیب‌پذیری خصوصی تلاقی‌ها اســتفاده شــد. با اســتفاده از فرمول‌های روش دوم (نیــم دای آلل با والدین) در مدل ثابت گریفینگ، مجموع مربعات تلاقی‌ها بــه دو جزء مربوط به قابلیت‌های ترکیب‌پذیری عمومی(GCA) و خصوصی (SCA) تفکیک شده و اثرات GCA برای هر والد و SCA برای تلاقی‌ها محاســبه گردید (۹). در آزمون‌های F به منظور تعیین معنی‌دار بودن یــا نبودن منابع تغییرات از خطای آزمایش در تجزیه واریانس ژنوتیپ‌ها اســتفاده شد. محاسبه واریانس‌های ژنتیکی افزایشــی و غالبیــت و درصد هر یــک از این اجــزاء، واریانس محیطی و در نهایــت وراثت پذیری‌های عمومی و خصوصی با اســتفاده از میانگین مربعــات GCA و SCA و فرمول‌های مربوطه صورت گرفت (۹). برای آزمون معنی‌دار بودن یا نبودن اثرات قابلیت‌های ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی به کمک روابط ارائه شده در روش دوم و مدل ثابت Griffing (۹)، از برآورد واریانس این اثرات و انجام آزمون t استفاده گردید. برآورد پارامترهــای ژنتیکی و شــاخص‌های آماری با اســتفاده از نــرم افزارهای دای‌آلل[9] و دی دو[10] انجام شد (۱۷).

نتایج و بحث

سطح برگ پرچم

نتایج تجزیه واریانس تفاوت بســیار معنــی‌داری را بین ژنوتیپ‌های مورد بررســی نشــان داد (جدول ۱). میانگین سطح برگ پرچم از ۸/۳۲ تا ۱۰/۹۹ و برای تلاقی‌ها از ۸/۱۹ تا ۱۲/۲۷ ســانتی‌متر مربع متغیر بود (جدول ۳). ارقام ویناک، ســی ۵-۷۵ و سخا۸ بیشترین سطح برگ پرچم را دارا بودند. در بین تلاقی‌ها بیشــترین ســطح برگ پرچم به تلاقی‌های زرین زاگرس، زرین ویناک و ویناک سخا۸ تعلق داشت.

میانگیــن هتروزیس تلاقی‌ها بر اســاس متوســط والدین ۰/۵۳ بود. تلاقی‌های زاگرس زرین، ام۷-۷۵ زرین و ویناک زاگرس بیشترین مقادیر هتروزیس مثبت و معنی‌دار و تلاقی های سی ۵-۷۵ سرداری، سی۷-۷۵ زاگرس و ســخا۸ سی۵-۷۵ به ترتیب بیشترین مقادیر هتروزیس منفی و معنی‌دار را نشان دادند (جدول ۳).

میانگین‌هــای مربعات GCA و SCA در ســطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). معنی‌دار نبودن نسبت میانگین مربعات GCA به SCA و تعلق بیش از ۹۵ درصد از واریانس ژنتیکی به واریانس غالبیت جدول ۲، بیانگر این اســت که ســهم اثرات غیرافزایشــی ژنها در کنترل ژنتیکی صفت ســطح برگ پرچم در شرایط تنش به مراتب بیش از اثرات افزایشی می‌باشد. Shahzad و Chowdhry (۲۴)، Khan (۱۵)، Chowdhry و همکاران (۶)، Khan و Rizwan (۱۴) و Ali و Khan (۳) نیز نتایج مشابهی را در مورد این صفت گزارش نموده‌اند.

ارقام ویناک و زرین به ترتیب بیشــترین اثر GCA مثبت و معنی‌دار را داشــته، در حالی که ارقام سرداری و ام۷-۷۵ بیشترین مقادیر GCA منفی و معنی‌دار را به خود اختصاص دادند. بنابراین، ارقام ویناک و زرین بهترین ترکیب‌پذیرهای عمومی برای صفت ســطح برگ پرچم می‌باشند. بیشــترین اثــرات SCA مثبت و معنــی‌دار مربوط بــه تلاقی‌های زرین ام۷-۷۵، الموت ســی ۵-۷۵، ام۷-۷۵ ســی۵-۷۵ و ســرداری ســخا۸ می‌باشــد. این تلاقی‌ها بیشترین مقادیر هتروزیس و میانگین سطح برگ پرچم را نیز دارا می‌باشند (جدول ۳). البته، به دلیل مقادیر GCA منفی ارقام ام۷-۷۵، ســی۵-۷۵ و ســرداری جدول ۴ استفاده از نتاج حاصل از این تلاقی‌ها ممکن اســت نتایج نامطلوب و غیر قابــل پیش‌بینی بدنبال داشــته باشد. مقادیر قابلیت توارث جدول ۲ و ســهم بسیار بیشتر اثرات غالبیــت در کنترل ژنتیکی این صفت بیانگر این اســت که بازده ژنتیکی گزینش برای افزایش سطح برگ پرچم به ویژه در نسل‌های اولیه اصلاحی پایین می‌باشد. در این زمینه بر استفاده از ارقام ویناک و زرین که دارای ترکیب پذیری مثبت و بســیار معنی‌دار می‌باشند تأکید می‌گردد. تلاقی این ارقام نیز دارای SCA مثبت و بســیار معنی‌دار می‌باشد. لذا، گزینش در بین نتاج حاصل از این تلاقی علاوه بر بالا بردن ســهم اثرات افزایشی ژن‌ها بازده ژنتیکی گزینش را نیز افزایش خواهد داد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر منطقه، رقم و چین بر خصوصیات سورگوم علوفه‌ای

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		سطح برگ پرچم	محتوی نسبی آب برگ	سرعت پرشدن دانه
ژنوتیپ		۴/۱۱**	۱۲۰/۳۰*	۰/۳۱۲**
GCA	۳۵	۴/۷۴**	۱۶۶/۷۶*	۰/۰۵۷**
SCA	۷	۳/۹۵**	۱۰۸/۶۹	۰/۳۷۵**
خطا	۲۸	۰/۱۵	۷۴/۲۷	۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات(٪)	۷۰	۳/۷۵	۱۵/۸۲	۲/۲۶
GCA/SCA		۱/۲۰	۱/۵۳	۰/۱۵۲

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

www.SID.ir
Archive of SID

جدول ۲ـ مقادیر(اعداد بالا) و درصد(اعداد داخل پرانتز) واریانس‌های افزایشی و غالبیت، واریانس محیطی و درصد وراثت‌پذیری‌های عمومی و خصوصی صفات مورد مطالعه در ۸ والد و ۲۸ تلاقی مربوط

	سطح برگ پرچم	محتوی نسبی آب برگ	سرعت پرشدن دانه
واریانس افزایشی	**۰/۱۶**	۱۱/۶۱	-۰/۰۶
	(۴/۰۴)	(۲۵/۲۲)	(۰)
واریانس غالبیت	۳/۸۰	۳۴/۴۲	۰/۳۷
	(۹۵/۹۶)	(۷۴/۷۸)	(۱۰۰)
واریانس محیطی	۰/۱۵	۷۴/۲۷	۰/۰۰۰۱
وراثت‌پذیری عمومی	۹۶/۳۵	۳۸/۲۶	۹۹/۹۷
وراثت‌پذیری خصوصی	۳/۸۹	۹/۵۶	۰

*: محاسبه شده به روش گریفینگ

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

جدول ۳- میانگین صفت سطح برگ پرچم برای ۸ والد(روی قطر) و ۲۸ تلاقی آنها(بالای قطر) و هتروزیس تلاقی‌ها(مقدار) بر اساس متوسط والدین(پایین قطر)

والد	سرداری	زرین	زاگرس	الموت	ویناک	ام ۷۵-۷	سی ۷۵-۵	سخا ۸
سرداری	۱۰/۴۳	۸/۶۱	۹/۷۶	۸/۶۹	۹/۶۲	۱۰/۲۸	۸/۹۲	۱۱/۲۹
زرین	-۱/۴۴**	۹/۶۷	۱۲/۲۷	۱۱/۴۵	۱۲/۲۴	۱۱/۸۶	۱۰/۲۵	۱۰/۳۰
زاگرس	۰/۱۰	۲/۹۸**	۸/۹۰	۱۱/۰۴	۱۱/۹۰	۹/۶۸	۸/۱۹	۹/۶۳
الموت	-۱/۴۵**	۱/۶۹**	۱/۶۶**	۹/۸۵	۱۰/۴۴	۹/۲۷	۱۱/۹۷	۱۱/۳۳
ویناک	-۱/۰۹**	۱/۹۱**	۱/۹۶**	۰/۰۳	۱۰/۹۹	۱۰/۹۴	۱۱	۱۲/۱۵
ام ۷۵-۷	۰/۹۱**	۲/۸۶**	۱/۰۷**	۰/۱۸	۱/۲۸**	۸/۳۲	۱۱/۲۲	۹/۷۵
سی ۷۵-۵	-۱/۷۱**	۰	-۱/۶۸**	۱/۶۳**	۰/۰۹	۱/۶۴**	۱۰/۸۳	۹/۰۹
سخا ۸	۰/۸۱**	۰/۱۹	-۰/۰۹	۱/۱۴**	۱/۳۹**	۰/۳۳	-۱/۶۰**	۱۰/۵۳

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

LSD α=۰/۵۵ =(۰/۰۵) LSD α=۰/۷۳ =(۰/۰۱)

محتوی نسبی آب برگ

تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفت محتوی نسبی آب برگ مشاهده شد (جدول ۱). میانگین این صفت برای والدین از ۵۲/۸۲ تا ۵۸/۸۵ و برای تلاقی‌ها از ۴۳/۵۵ تا ۶۵/۵۶ درصد متغیر بود. بیشترین مقدار این صفت به ارقام سرداری، زاگرس و الموت اختصاص داشت (جدول ۵). میزان هتروزیس بر اساس متوسط والدین ۱/۷۰- بود. تنها هتروزیس منفی و معنی‌دار در تلاقی الموت سرداری مشاهده شد.

لذا انتخاب در بین نتاج حاصل از این تلاقی کاهش محتوی نسبی آب برگ را در پی خواهد داشت. سایر تلاقی‌ها هتروزیس مثبت ولی غیرمعنی‌دار داشتند. معنی‌دار شدن میانگین مربعات GCA و معنی‌دار نشدن میانگین مربعات SCA جدول ۱ نشان دهنده اهمیت بیشتر اثرات افزایشی در توارث این صفت می‌باشد. در صورتی که معنی‌دار نشدن نسبت میانگین مربعات GCA به SCA و تعلق بیش از ۷۴ درصد از واریانس ژنتیکی به واریانس غالبیت جدول ۲ همگی دال بر این است که سهم اثرات افزایشی در کنترل ژنتیکی محتوی نسبی آب برگ در شرایط تنش دارای اهمیت متوسطی می‌باشد. اثرات GCA والدین و SCA تلاقی‌ها در جدول ۶ نشان داده شده است. تنها GCA مثبت و معنی‌دار

www.SID.ir

جدول۴- اثر قابلیت‌های ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی صفت سطح برگ پرچم به ترتیب برای ۸ والد و ۲۸ تلاقی آنها

SCA								
والد	زرین	زاگرس	الموت	ویناک	ام۷۵-۷	سی ۷۵-۵	سخا ۸	GCA
سرداری	**-۱/۵۴**	۰/۲۱	-۱/۲۲**	-۰/۹۳**	۰/۸۰**	-۰/۸۳**	۱/۳۱**	-۰/۵۲**
زرین		۱/۸۹**	۰/۷۱**	۰/۸۶**	۱/۵۴**	-۰/۳۳	-۰/۵۱*	۰/۳۲**
زاگرس			۰/۹۰**	۱/۱۳**	-۰/۰۳	-۱/۷۹**	-۰/۵۷**	-۰/۲۹**
الموت				-۰/۶۹**	-۰/۸۱**	۱/۶۳**	۰/۷۶**	۰/۰۷
ویناک					۰/۲۳	۰/۰۳	۰/۹۴**	۰/۷۱**
ام ۷۵-۷						۱/۳۱**	-۰/۳۹	-۰/۳۵**
سی ۷۵-۵							-۱/۳۲**	-۰/۰۹
سخا ۸								۰/۱۴

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

SE(Sij)= ۰/۲۰۱ SE(gi)= ۰/۰۶۶

در والد سخا۸ دیده شد. بنابراین، استفاده از این رقم در برنامه‌های اصلاحی برای بهبود محتوی نسبی آب برگ در شرایط تنش قابل توصیه است. تلاقی‌های سرداری الموت و الموت ویناک به ترتیب بیشترین مقادیر SCA منفی و مثبت معنی‌دار را دارا بودند. به همین دلیل می‌توان در بین نتاج حاصل از این تلاقی‌ها اقدام به انتخاب گیاهان دارای مقادیر کمتر و بیشتر محتوی نسبی آب برگ نمود. با توجه به سهم بیشتر اثرات غیرافزایشی در کنترل ژنتیکی محتوی نسبی آب برگ و توارث‌پذیری بسیار پایین این صفت (جدول ۲) به نظر می‌رسد که انتخاب برای بهبود آن بهتر است تا نسل‌های پیشرفته اصلاحی به تعویق افتد.

Saadallah و Ghandoral (۲۲)، Khan و Rizwan (۱۴) و Ali و Khan (۳) در مطالعات خود بر روی ارقام و تلاقی‌های گندم نان در شرایط تنش خشکی دریافتند که اثرات غیرافزایشی ژن‌ها از اهمیت بیشتری در توارث محتوی نسبی آب برگ برخوردار بوده و وراثت‌پذیری این صفت به ویژه در نسل‌های مقدماتی بسیار پایین می‌باشد. Subhani (۲۹) و Dhanda و Sethi (۷ ، ۸) سهم بیشتر اثرات افزایشی ژن ها و امکان گزینش در نسل‌های در حال تفرق جهت بهبود این صفت را مورد تأکید قرار دادند. این صفت معیار مهمی برای افزایش نرخ فتوسنتزی و در نتیجه عملکرد دانه گیاه به خصوص در شرایط تنش خشکی می‌باشد (۱۹ ، ۲۷).

سرعت پر شدن دانه

تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت بین ژنوتیپ‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱). ارقام سی۵-۷۵ و ام۷-۷۵ به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار صفت سرعت پرشدن دانه را دارا بودند (جدول ۷). همچنین تلاقی‌های الموت سی۵-۷۵ و زرین سی۵-۷۵ به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر صفت مذکور را به خود اختصاص دادند. میانگین هتروزیس تلاقی‌ها بر اساس متوسط والدین ۰/۳۰ برآورد گردید. تلاقی‌های ام۷-۷۵ سرداری، زرین سرداری، سخا۸ الموت و سی۵-۷۵ الموت به ترتیب بیشترین مقدار هتروزیس مثبت و معنی‌دار را به خود اختصاص دادند.

میانگین های مربعات GCA و SCA برای این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردیدند (جدول ۱). لذا این صفت از نظر ژنتیکی توسط هر دو اثرات افزایشی و غیرافزایشی ژنها کنترل می‌شود. معنی‌دار نبودن نسبت میانگین مربعات GCA به SCA و تعلق صد درصد از واریانس ژنتیکی به واریانس غالبیت (جدول ۲)، بیانگر این نکته است که سهم اثرات غیرافزایشی ژن ها به مراتب بیش از اثرات افزایشی است.

Saadallah و Ghandoral (۲۲)، Khan و Rizwan (۱۴)، Ali و Khan (۳) و Subhani(۲۹) نیز نتایج مشابهی را در مورد کنترل ژنتیکی این صفت گزارش نموده و بر بهبود ژنتیکی آن از طریق گزینش در نسل‌های پیشرفته اصلاحی تأکید نموده‌اند.

هرگاه در جدول تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری، میانگین مربعات ترکیب‌پذیری خصوصی بزرگتر از میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی باشد مقدار عددی واریانس افزایشی منفی برآورد می‌شود. علت برآورد منفی اجزای واریانس را مدل آماری نامناسب، نمونه‌گیری نامناسب از جامعه، اشتباه نمونه‌گیری و طرح آماری نامناسب می‌دانند (۱۰، ۲۱ ، ۲۵).

اثرات GCA والدین و SCA تلاقی‌ها در جدول ۸ نشان داده شده است. ارقام الموت، زاگرس، سرداری و سی۵-۷۵ به ترتیب بیشترین اثر GCA مثبت و معنی‌دار را به خود اختصاص داده و لذا بهترین ترکیب‌پذیرهای عمومی برای سرعت پرشدن دانه می‌باشند. استفاده از این ارقام و گزینش در بین نتاج حاصل از تلاقی آنها به دلیل داشتن اثر GCA

www.SID.ir

جدول ۵ـ میانگین صفت محتوی نسبی آب برگ برای ۸ والد(روی قطر) و ۲۸ تلاقی آنها(بالای قطر) و هتروزیس تلاقی‌ها(مقدار) بر اساس متوسط والدین(پایین قطر)

والد	سرداری	زرین	زاگرس	الموت	ویناک	ام ۷۵-۷	سی ۷۵-۵	سخا ۸
سرداری	۵۸/۸۵	۵۶/۰۸	۵۰/۸۲	۴۳/۵۵	۴۶/۷۸	۵۱/۱۱	۵۹/۴۷	۵۷/۱۰
زرین	-۱/۰۱	۵۵/۳۳	۴۷/۱۸	۵۱/۵۵	۵۴/۵۲	۵۳/۲۲	۴۶/۵۰	۴۶/۸۸
زاگرس	-۷/۶۲	-۹/۵۰	۵۸/۰۳	۵۲/۴۱	۵۰/۴۳	۵۳/۰۹	۵۱/۰۵	۵۷/۲۷
الموت	-۱۴/۵۹**	-۴/۸۳	-۵/۳۲	۵۷/۴۳	۶۵/۵۶	۶۴/۸۷	۵۹/۸۴	۵۹/۹۰
ویناک	-۸/۲۲	۱/۲۸	-۴/۱۶	۱۱/۲۷	۵۲/۸۲	۴۹/۷۳	۴۶/۱۹	۵۶/۵۶
ام ۷۵-۷	-۵/۳۴	-۱/۴۶	-۲/۹۵	۹/۱۴	-۲/۸۷	۵۴/۰۴	۵۸/۹۴	۶۲/۵۶
سی ۷۵-۵	۲/۲۷	-۸/۹۴	-۵/۷۴	۳/۳۵	-۷/۱۶	۴/۱۵	۵۵/۵۵	۶۱/۵۷
سخا ۸	-۰/۳۷	-۸/۸۳	۰/۲۱	۳/۱۴	۲/۹۴	۷/۴۹	۵/۹۴	۵۶/۰۹

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

LSD α=۱۲/۱۶ =(۰/۰۵) LSD α=۱۶/۱۷ =(۰/۰۱)

جدول ۶ـ اثر قابلیت‌های ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی صفت محتوی نسبی آب برگ به ترتیب برای ۸ والد و ۲۸ تلاقی آنها

SCA								
والد	زرین	زاگرس	الموت	ویناک	ام۷۵-۷	سی ۷۵-۵	سخا ۸	GCA
سرداری	**۴/۷۵**	-۱/۶۸	-۱۲/۳۸**	-۵/۱۰	-۳/۷۳	۵/۳۱	۱	-۱/۷۷
زرین		-۳/۷۳	-۲/۷۸	۴/۲۴	-۰/۰۱	-۶/۰۶	-۷/۶۱	-۲/۳۷
زاگرس			-۳/۰۹	-۱/۰۲	-۱/۳۱	-۲/۶۷	۱/۶۰	-۲/۲۰
الموت				۱۰/۶۹*	۷/۰۵	۲/۶۹	۰/۸۱	۲/۲۲
ویناک					-۴/۰۵	-۶/۹۱	۱/۵۲	-۲/۸۳
ام ۷۵-۷						۲/۸۸	۴/۵۶	۲/۰۱
سی ۷۵-۵							۴/۴۴	۱/۴۵
سخا ۸								۳/۴۹**

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

SE(gi)= ۱/۴۷ SE(Sij)= ۴/۵۱

مثبت و معنی‌دار و میانگین بالای سرعت پرشدن دانه اثر افزایشی ژن ها را افزایش داده و باعث بهبود صفت مذکور در شرایط تنش خشکی می‌گردد. ولی از طرفی، به دلیل سهم بیشتر اثرات غیرافزایشی در کنترل ژنتیکی این صفت بهتر است گزینش تا نسل‌های پیشرفته اصلاحی و افزایش وراثت‌پذیری خصوصی و بالطبع بازده ژنتیکی گزینش به تعویق افتد.

بیشترین اثرات SCA مثبت و معنی‌دار به ترتیب مربوط به تلاقی‌های سرداری زرین، الموت سخا۸، سرداری ام۵-۷۵ و الموت سی ۵-۷۵ می‌باشد. در این میان اسفاده از تلاقی الموت سی۵-۷۵ و گزینش در بین نتاج حاصل از آن به دلیل اثرات GCA مثبت و بسیار معنی‌دار والدین آن می‌تواند باعث بالا بردن سهم اثرات افزایشی ژن‌ها شده و بازده ژنتیکی گزینش را نیز افزایش دهد. در سایر تلاقی‌ها یکی از والدین دارای GCA منفی و بسیار معنی‌دار بوده و لذا استفاده از نتاج حاصل از این تلاقی‌ها ممکن است نتایج نامطلوب و غیر قابل پیش‌بینی به همراه داشته باشد. استفاده از این صفت بعنوان معیاری برای افزایش وزن دانه و

www.SID.ir

جدول ۷ـ میانگین صفت سرعت پرشدن دانه برای ۸ والد(روی قطر) و ۲۸ تلاقی آنها(بالای قطر) و هتروزیس تلاقی‌ها(مقدار) بر اساس متوسط والدین(پایین قطر)

والد	سرداری	زرین	زاگرس	الموت	ویناک	ام ۷۵-۷	سی ۷۵-۵	سخا ۸
سرداری	۰/۱۰۹	۰/۹۵۰	۰/۸۶۰	۰/۱۲۱	۰/۱۱۱	۰/۹۴۲	۰/۱۴۳	۰/۱۱۸
زرین	۰/۸۵۰**	۰/۰۹۱	۰/۷۷۷	۰/۱۲۷	۰/۱۱۹	۰/۱۱۳	۰/۱۰۲	۰/۱۵۱
زاگرس	۰/۷۷۰**	۰/۷۰۰**	۰/۰۶۷	۰/۳۹۴	۰/۱۷۶	۰/۳۵۶	۰/۲۷۷	۰/۴۹۳
الموت	-۰/۰۱۰	۰	۰/۲۸۰**	۰/۱۵۸	۰/۵۶۴	۰/۱۷۰	۰/۹۹۰	۰/۹۶۶
ویناک	۰	۰/۰۲۰**	۰/۰۹۰**	۰/۴۳۰**	۰/۱۱۲	۰/۷۶۳	۰/۸۶۵	۰/۱۰۸
ام ۷۵-۷	۰/۸۶۰**	۰/۰۴۰**	۰/۲۹۰**	۰/۰۶۰**	۰/۶۸۰**	۰/۰۶۱	۰/۱۱۹	۰/۱۳۲
سی ۷۵-۵	۰/۰۱۰	-۰/۰۳۰**	۰/۱۶۰**	۰/۸۳۰**	۰/۷۳۰**	۰/۰۱۰	۰/۱۶۷	۰/۴۷۶
سخا ۸	۰/۰۲۰**	۰/۰۶۰**	۰/۴۱۰**	۰/۸۴۰**	۰	۰/۰۵۰**	۰/۳۴۰**	۰/۰۹۶

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

LSD α=۰/۰۱۱ =(۰/۰۵) LSD α=۰/۰۱۵ =(۰/۰۱)

جدول ۸ـ اثر قابلیت‌های ترکیب پذیری عمومی و خصوصی صفت سرعت پرشدن دانه به ترتیب برای ۸ والد و ۲۸ تلاقی آنها

SCA								
والد	زرین	زاگرس	الموت	ویناک	ام۷۵-۷	سی ۷۵-۵	سخا ۸	GCA
سرداری	۰/۶۲۶**	۰/۴۴۱**	-۰/۳۱۵**	-۰/۲۵۴**	۰/۵۹۸**	-۰/۲۵۹**	-۰/۲۱۸**	۰/۰۳۸**
زرین		۰/۴۵۲**	-۰/۲۱۶**	-۰/۱۵۲**	-۰/۱۳۶**	-۰/۲۰۶**	-۰/۰۹۰**	-۰/۰۵۷**
زاگرس			-۰/۰۴۳**	-۰/۱۸۹**	۰/۰۱۲**	-۰/۱۲۶**	۰/۱۵۷**	۰/۰۳۸**
الموت				۰/۱۸۱**	-۰/۱۹۲**	۰/۵۷۰**	۰/۶۱۲**	۰/۰۵۶**
ویناک					۰/۴۷۲**	۰/۵۱۵**	-۰/۱۷۴**	-۰/۰۱۶**
ام ۷۵-۷						-۰/۲۰۹**	-۰/۱۲۹**	-۰/۰۳۷**
سی ۷۵-۵							۰/۱۵۶**	۰/۰۲۲**
سخا ۸								-۰/۰۴۵**

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

SE(gi)= ۰/۰۰۱۳ SE(Sij)= ۰/۰۰۴۱

عملکرد دانه گیاه به خصوص وقتی که تنش خشکی در انتهای فصل رشد رخ می‌دهد مورد تأکید قرار گرفته است (۱۶، ۱۹). بنابراین، اطلاع از نحوه توارث و رابطه معنی‌دار صفت سرعت پرشدن دانه می‌تواند نتایج مطلوبی در جهت افزایش عملکرد دانه و نرخ فتوسنتزی بویژه در محیط‌های واجد تنش به همراه داشته باشد. بطور کلی، از نتایج حاصل از این تحقیق چنین می‌توان استنباط نمود که بهبود ژنتیکی صفات سطح برگ پرچم، محتوی نسبی آب برگ و سرعت پرشدن دانه در شرایط تنش با انتخاب از بین بهترین تلاقی‌ها در نسل‌های مقدماتی بازده ژنتیکی پائینی داشته و لذا به تعویق انداختن این انتخاب تا نسل‌های پیشرفته و افزایش توارث‌پذیری این صفات کارآئی برنامه اصلاحی را افزایش خواهد داد.

قدردانی و تشکر

بدینوسیله از ریاست و معاونت محترم پژوهشی و همچنین کارشناسان محترم مزرعه و آزمایشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان که امکانات اجرای این طرح پژوهشی را فراهم آورده و اینجانب را یاری نمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

www.SID.ir

پاورقی‌ها

1- Leaf relative water content
2- Mean of grain filling rate
3- General combining ability
4- Specific combining ability 5- Heritability 6- Mode of gene action 7- Flag leaf area
8- Heterosis 9- Diallel 10- D2

منابع مورد استفاده

۱- حیـدری، ب. (۱۳۸۰) تجزیه و تحلیـل دای‌آلل به منظور برآورد پارامترهای ژنتیکی در گندم. پایان‌نامه کارشناسـی ارشد اصلاح نباتات. دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۳۰ صفحه.

۲- گل‌پرور، ا.ر. ، مجیدی هروان، ا. درویش، ف. رضائی ع.م. و قاسمی پیربلوطی. ع. (۱۳۸۳) بررسی ژنتیکی برخی از صفات مورفوفیزیولوژیکی در گندم نان تحت شرایط تنش خشکی. مجله پژوهش و سازندگی. ۹۵-۹۰ :(۱)۱۷.

3- Ali, Z. and Khan. A.S. (1998) Combining ability studies of some morpho-physiological traits in bread wheat. *Pak. J. Agri. Sci.* 35: 1-3.

4- Amawate, J.S. and Behl. P.N. (1995) Genetic analysis of some quantitative components of yield in bread wheat. *Indian. J. of Genetics and Plant Breeding*. 55(2): 120-125.

5- Chowdhry, M.A., Rasool, I. Khaliq, I. Mahmood, T. and Gilani. M. M. (1999) *Genetics of some metric traits in spring wheat under normal and drought environment*. Rachis Newsletter. 18(1): 34-39.

6- Chowdhry, M.A., M.T. Arshad, G.M. Subhani, and I. Khaliq. (1997) Inheritance of some polygenic traits in hexaploid spring wheat. *J. Agric. Plant. Sci*. 7(4): 77-79.

7- Dhanda, S.S. and Sethi. G.S. (1996) Genetics and interrelationships of grain yield and its related traits in bread wheat under irrigated and rainfed conditions. *Wheat Information Service.* 83: 19-27.

8- Dhanda, S.S. and Sethi. G.S. (1998) Inheritance of excised-leaf water loss and relative water content in bread wheat (*Triticum aestivum*). *Euphytica*. 104: 39–47.

9- Griffing, B. (1956) Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci.* 9:463-493.

10- Hallauer, A.R. and Miranda. J. B. (1982) *Quantitative genetic in maize breeding*. The Iowa State Univ. Press. Ames, Iowa.

11- Joshi, A.K. and Chand. R. (2002) Variation and inheritance of leaf angle, and its association with spot blotch (Bipolarissorokiniana) severity in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Euphytica*.124:283-291.

12- Joshi, A.K., Mishra, B. Chatrath, R. Ortiz-Ferrara G. and Singh.R.P. (2007) Wheat improvement in India: Present status, emerging challenges and future prospects. *Euphytica*. 153: 135-151.

13- Kamaluddin, A., Singh, R.M. Prasad, L.C. Abdin M.Z. and Joshi. A.K. (2007) Combining ability analysis for grain filling duration and yield traits in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Genetics and Molecular Biology.* 30(2): 411-416.

14- Khan, A.S. and Rizwan. A. (2000) Combining ability analysis of physio-morphological traits in wheat (*Triticum aestivum* L.). Int. *J. Agri. Biol.* 2(1): 77-79.

15- Khan, N.U., Sawti, M.S. and Hassan. G. (1995) Combining ability analysis for grain yield, flag leaf area and some other morphological characters in wheat. Sarhad. *J. Agri.* 11(5): 635-641.

16- Lazar, M.D., Salisbury, C.D. and Worrall. W.D. (1995) Variation in drouhgt susceptibility among closely related wheat lines. *Field Crops Research*. 41: 143-147.

17- Manjit, S.K. (2003) *Handbook of formulas and software for plant geneticists and breeders*. The Haworth press, Inc, New york, pp: 1-28.

18- Passioura, J.B. (1996) *Drought and drought tolerance*. Plant Growth Regulation. 20: 79-83.

19- Quarrie, S.A., Stojanovic, J. and Pekic. S. (1999) Improving drought tolerance in small-grain cereals: A case study, progress and prospects. *Plant Growth Regulation*. 29: 1-21.

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

21- Roy, D. (2000) *Plant breeding*: Analysis and exploitation of variation. NAROSA Publishing House. New Delhi.

22- Saadallah, M.M. and Ghandorah. M.O (2000) Inheritance of some grain filling parameters in wheat under wheat stressful and non-stressful environments. Arab University. *J. Agri. Sci*. 8: 137-153.

23- Schonfeld, M.A., Johnson, R.C. Carver, B.F. and Mornhinweg. D.W. (1988) Water relations in winter wheat as drought tolerant indicator. *Crop Sci.* 28: 526-531.

24- Shahzad, K. and Chowdhry. M.A. (1998) Study of combining ability for plant height, yield and some characteristics in bread wheat. *J. Animal. Plant. Sci*. 8(1): 23-25.

25- Sharma, J.R. (1998) Statistical and Biometrical Techniques in Plant Breeding. H. S. Poplai, (ed.) India. pp. 432.

26- Sharma, S.N., Sain, R.S. and Sharma. R.K. (2002) Gene system governing grain yield per spike in macaroni wheat. *Wheat. Infor. Service.* 94: 14-18.

27-Siddique, M.R.B., Hamid, A. and Islam. M.S. (2000) *Drought stress effects on water relations of wheat*. Bot. Bull. Acad. Sin. 41: 35-39.

28- Slafer, G.A and Araus. J.L (1998) *Improving wheat responses to abiotic stresses.* In: Proceedings 9th International Wheat Genetic Symposium. Saskatoon, Canada, Volume 1. pp. 201-213.

29- Subhani, G.M., (1997) Genetic architecture of some morpho-physiological traits in hexaploid wheat under stress and normal conditions. Ph.D. Thesis. Dept. Pl. Br. *Genet. Univ., Agric., Faisalabad, Pakistan*.

Archive of SID

www.SID.ir