Archive of SID

ژنتیک نوین
دوره یازدهم، شماره ٤، زمستان ١٣٩٥
صفحه ٥٢٩ - ٥١٧

تجزیه دی‌آلل به منظور برآورد پارامترهای ژنتیکی در صفات عملکرد و اجزای عملکرد گندم نان (*Triticum aestivum* L.) در شرایط مزرعه‌ای نرمال و تنش شوری

Diallel analysis for estimatetion of genetic parametrs of yield and yield componrnts in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) in the filed normal and saline conditions

امیدعلی اکبرپور[1]، حمید دهقانی*[1]، محمدجواد روستا[2]

۱- به‌ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
۲- استادیار، مرکز تحقیقات شوری یزد

Akbarpour OA[1], Dehghani H[*1], Rousta MJ[2]

1- PhD Student, Associate Professor, Department of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
2- Assistant Professor, Iranian National Salinity Research Center, Yazd, Iran.

* نویسنده مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: dehghanr@modares.ac.ir

(تاریخ دریافت: ٩٤/١/٢٢ - تاریخ پذیرش: ٩٥/٦/٢٨)

چکیده

شوری یکی از تنش‌های غیرزیستی است که باعث به هم خوردن تعادل در رشد و در نهایت کاهش عملکرد می‌شود. در این پژوهش به‌منظور مطالعه عملکرد و اجزای عملکرد، هفت رقم گندم نان ایرانی به همراه نتاج حاصل از تلاقی دی‌آلل کامل، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو شرایط نرمال (آبیاری با آب نرمال با هدایت الکتریکی ۲ dS/m) و تنش شوری (آبیاری با آب شور پمپاژ شده از مخزن جداگانه با هدایت الکتریکی ١٤ dS/m) در سال ۱۳۹۳ در مزرعه مرکز ملی شوری ایران کاشته شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در هر دو شرایط نرمال و تنش شوری بین ٤٩ ژنوتیپ مورد ارزیابی برای صفات عملکرد، وزن زیست توده، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه، تعداد سنبلچه در سنبله و وزن صد دانه تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد. نتایج تجزیه دی‌آلل نشان داد واریانس افزایشی و GCA برای همه صفات در شرایط نرمال و تنش شوری معنی‌دار بود. معنی‌داری آثار غلبه برای اکثر صفات در شرایط تنش و نرمال حاکی از این بود که گزینش صفات در نسل‌های آخر دوره به‌نژادی می‌تواند منجر به بهبود صفات برای تحمل به تنش شوری در مواد ژنتیکی مورد مطالعه شود. رقم روشن برای صفات عملکرد، وزن زیست توده و تعداد پنجه، رقم بم برای وزن صد دانه و رقم کویر برای صفت تعداد سنبلچه در سنبله، دارای بیش‌ترین ترکیب‌پذیری عمومی بودند و می‌توانند به‌منظور به‌نژادی این صفات مورد استفاده قرار گیرند. برآورد وراثت‌پذیری عمومی بالا و وراثت‌پذیری خصوصی متوسط و بالا برای صفات مورد مطالعه در این پژوهش حاکی از امیدبخش بودن این مواد ژنتیکی برای به‌نژادی در شرایط نرمال و همچنین تحمل به تنش شوری بود.

واژه‌های کلیدی

اجزای عملکرد
دی‌آلل
شرایط مزرعه
شوری
گندم
وراثت‌پذیری

Archive of SID

مقدمه

امروزه عوامل مختلفی مانند عدم دسترسی به زمین و آب کافی، وجود استرس‌های زیستی و غیرزیستی و فعالیت‌های اقتصادی کم در بخش کشاورزی، مهم‌ترین عامل‌های تاثیرگذار بر کاهش عملکرد نهایی محصولات کشاورزی می‌باشند. از بین این عوامل تنش‌های غیرزیستی، مهم‌ترین عامل کاهش تولید در محصولات هستند (Munns and Tester 2008; Reynolds and Tuberosa, 2008). برآورد کاهش عملکرد در محصولات توسط عامل‌های غیرزیستی، به‌ترتیب شامل ٤٠ درصد به دلیل دمای بالا، ٢٠ درصد به دلیل شوری، ١٧ درصد به دلیل خشکی، ١٥ درصد به‌دلیل دمای پایین و ٨ درصد به‌دلیل سایر فاکتورها می‌باشد (Rehman et al. 2005; Ashraf et al. 2008). از بین تنش‌های غیرزیستی، تنش شوری همواره از ٣٠٠٠ سال گذشته یکی از مهم‌ترین تهدیدها برای کشاورزی در نقاط مختلفی از دنیا بوده و این پدیده همچنان رو به افزایش است (Flowers, 2006). تنش شوری به دلیل آبیاری محصولات در مناطق خشک و نیمه خشک رو به افزایش است، زمین‌های تحت آبیاری متاثر از شوری ٢٠ درصد برآورد شده‌است (Pitman and Läuchli, 2002). به‌طورکلی ٨٣٠ میلیون هکتار از مجموع سطح زمین‌های قابل کشت تحت تاثیر شوری هستند (Martinez-Beltran and Manzur, 2005). تاثیر پدیده شوری بر کاهش عملکرد نهایی محصولات منجر به گسترش درک تحمل به تنش شوری گیاهان با استفاده از روش‌های ژنتیکی شده‌است (Cuartero et al. 2006; Munns, 2005; Munns et al. 2006; Yamaguchi and Blumwald, 2005). به‌دلیل این‌که مکانیسم‌های مولکولی، بیوشیمیایی و فیزیولوژی مرتبط با تنش شوری در گیاهان تا حدودی به صورت ناشناخته مانده است، پیشرفت‌های مرتبط با توسعه گیاهان برای تحمل به تنش شوری بسیار اندک می‌باشد (Läuchli and Grattan, 2007).

با وجود تنوع کم در زمینه تحمل گیاهان به تنش شوری، در برخی از گیاهان از جمله گندم و تیره گرامینه درجه‌های مختلفی از تحمل به شوری و تنوع ژنتیکی گزارش شده‌است (Ashraf et al. 1986; Epstein et al. 1980; Flowers and Yeo, 1995; Flowers, 2004). به‌نژادی برای تحمل به تنش شوری یکی از مؤثرترین راه‌ها برای پایدار ماندن عملکرد محصولات کشاورزی در محیط‌های شور است (Genc et al. 2010). تحمل تنش شوری بیانگر توانایی یک ژنوتیپ برای رشد و تولید عملکرد مناسب در یک محیط شور می‌باشد که این توانایی عمدتاً از طریق عملکرد و یا تولید بیوماس نسبی در محیط‌های شور نسبت به محیط‌های غیرشور اندازه‌گیری می‌شود (Munns et al. 2002). مشابه سایر صفات زراعی، به‌نژادی برای تحمل به تنش شوری نیازمند توجیه اقتصادی، تنوع ژنتیکی، روش‌های سریع و قابل اعتماد برای گزینش و همچنین درک کنترل ژنتیکی صفات می‌باشد (Genc et al. 2010). دو معیار اول برای به‌نژادی صفات زراعی گندم وجود دارد اما معیار سوم و چهارم نیازمند پژوهش بیشتر است. در موقعیت کنونی درک تحمل به تنش شوری به ویژه در شرایط مزرعه به‌دلیل تغییرات ناهمگن دشوار می‌باشد. اگرچه روش‌های غربال‌گری گوناگونی که عمدتاً زمان‌بر و گران هستند، در سال‌های اخیر برای روش‌های گلخانه‌ای ارائه شده است اما در نهایت صحت و درستی این روش‌ها بایستی در شرایط مزرعه آزمایش شود (Munns and James 2003; Lindsay et al. 2004). برای رفع مشکلات مرتبط با به‌نژادی برای تنش شوری در شرایط مزرعه، گزینش بر مبنای صفات یکی از مهم‌ترین رویکردهایی بوده که توسط پژوهشگران زیادی پیشنهاد شده‌است (Shannon and Noble 1990; Flowers and Yeo 1995; Rajendran et al. 2009). روش‌های مختلف گزینش برای به‌نژادی گندم در افزایش تحمل به تنش شوری توسط پژوهشگران مختلف پیشنهاد شده‌است (Kingsbury and Epstein, 1984; Karadimova and Djambova, 1993; Pecetti and Gorham, 1997). بیش‌تر روش‌های گزینشی جهت ارزیابی ارقام گندم برای تنش شوری در محیط‌های تحت کنترل بوده است (Munns et al. 2000). به طور کلی پژوهش‌های کمی در زمینه شناسایی و نحوه عمل ژن‌ها و همچنین برآورد پارامترهای ژنتیکی در شرایط تنش شور به‌ویژه در شرایط مزرعه بر روی محصولات زراعی از جمله گندم انجام گرفته است.

در آزمایشی روی گندم بهاره میزان وراثت‌پذیری صفاتی مانند تعداد پنجه بین ٠/٤٩ تا ٠/٦، وزن هزار دانه بین ٠/٥٧ تا ٠/٨، تعداد دانه در سنبله بین ٠/٦٤ تا ٠/٧٨ و عملکرد دانه بین ٠/٦ تا ٠/٩١ برآورد شد (Ashraf, 1994). در مطالعه دیگری تعداد ٢٥

www.SID.ir

Archive of SID

رقم گندم هگزاپلوئید اولیه از مرکز تحقیقات CIMMYT در شرایط گلخانه تحت تیمار شوری ۱۵۰ میلی‌مولار NaCl مورد مقایسه قرار گرفت که ارقام Frontana،Norin-10 ، Mayo-54، Noreste-66 و Yaktana-54 بیش‌ترین میزان وزن‌تر و خشک ساقه و ارقام Na(20)TPP، Penjamo-62، Inia-66، Frontana،Siete Cerros، و Jaral-66 بیش‌ترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (Ashraf and Shahbaz, 2003).

در یک پژوهش نشان داده شد که ارقام ایرانی گندم نان فلات و قدس برای تحمل به تنش شوری حساس و رقم روشن از تحمل بالایی برای مقاومت به تنش شوری برخوردار است (Poustini et al. 2007). هم‌چنین در پژوهش دیگری بر روی ارقام ایرانی و با استفاده از اندازه گیری‌های مقادیر یونی برگ‌ها در گندم، دو رقم روشن و کویر به عنوان ارقام شناخته شده متحمل در ایران معرفی شدند (Poustini and Siosemardeh, 2004).

گزینش روش به‌نژادی برای محصولات در زمینه‌های مختلف به درک اطلاعات درست از الگوی وراثتی صفات مربوطه، تعداد ژن‌های با آثار بزرگ و ماهیت عمل ژن‌ها در گونه‌های مختلف بستگی دارد. به‌طور کلی هدف از اجرای این پژوهش نیز مطالعه توارث‌پذیری صفات عملکرد و اجزای عملکرد در گندم برای مقابله با تنش شوری در قالب طرح تلاقی دی‌آلل در دو شرایط نرمال و تنش شوری در شرایط کشت مزرعه‌ای بود.

مواد ژنتیکی شامل ۷ رقم ایرانی گندم نان شامل فلات (P_1) و قدس (P_3) حساس و نیمه حساس به شوری، ارگ (P_5) و پیشتاز (P_7) نیمه متحمل به شوری و بم (P_2)، روشن (P_4) و کویر (P_6) متحمل به شوری که دارای دامنه متنوعی از تحمل به تنش شوری

مواد و روش‌ها

بودند گزینش و از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شدند. کشت والدین جهت انجام تلاقی‌ها و بدست آوردن بذور دورگ لازم، در مزرعه و در چندین منطقه مختلف آب و هوایی کشور جهت عدم هم‌پوشانی زمان گلدهی آخر فصل از سال ۱۳۹۰ شروع و تا سال ۱۳۹۲ ادامه یافت. شهرستان یزد (با طول و عرض جغرافیایی ٥٤°٢٧'E و ٣١°٩٩'N)، شهرستان تهران (دانشگاه تربیت مدرس دانشکده کشاورزی با طول و عرض جغرافیایی ٥١°١٦'E و ٣٥°٧٤'N) و شهرستان کرج (مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج با موقعیت طول و عرض جغرافیایی٥١°٦'E و ٣٥°٥٩'N) جهت انجام تلاقی‌ها گزینش شدند. پس از آماده شدن بذور دورگ در اول آذر ماه سال ۱۳۹۲ آماده سازی زمین در مزرعه تحقیقاتی مرکز ملی تحقیقات شوری یزد با طول و عرض جغرافیایی ٥٤°٢٧'E و ٣١°٩٩'N انجام گرفت. نقشه کاشت ٤٩ ژنوتیپ شامل ۲۱ تلاقی مستقیم، ۲۱ تلاقی معکوس و هفت والد برای کاشت در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو شرایط نرمال و تنش شوری تهیه شد. تعداد هر بذر دورگ و والدی برای هر تکرار از شرایط نرمال و تنش به‌طور یکسان ۱۷ بذر در نظر گرفته شد. بذور دورگ و والدین مستقیما با دست در عمق ٤-٣ سانتی‌متری کشت شدند. پس از کشت آبیاری با آب نرمال با هدایت الکتریکی ۲ dS/m انجام گرفت و کرت اصلی به‌طور کامل غرقاب شد. سپس از مرحله ٤-٣ برگی و پس از اطمینان از استقرار بوته‌ها آبیاری شرایط تنش با هدایت الکتریکی ٦ dS/m شروع شد و تا هدایت الکتریکی ۱۲ dS/m در مراحل بعدی آبیاری به تدریج افزایش یافت. جهت اعمال تنش شوری در مزرعه، آب طبیعی با هدایت الکتریکی ۲ dS/m با آب شور پمپاژ شده از مخزن جداگانه با هدایت الکتریکی ١٤ dS/m با نسبت معین به یک لوله خروجی هدایت شدند، به‌طوری‌که هدایت الکتریکی آب خروجی به هدایت الکتریکی ۱۲ dS/m رسید. پس از چندبار اندازه‌گیری و اطمینان از هدایت الکتریکی مورد نظر آب به مزرعه پمپاژ شد. تمامی بوته‌های هر کرت آزمایشی به صورت جداگانه پس از آسیاب دستی با ترازوی دیجیتال وزن واندازه‌گیری شدند و پس از معادل‌سازی عملکرد نهایی و عملکرد زیست توده تمام بوته مشخص شد. در هر کرت برای تعداد بوته سبز شده هر کرت شمارش شد. تعداد پنجه بارور برای هر بوته اندازه‌گیری شد و به صورت متوسط تعداد پنجه در بوته ثبت شد. برای وزن صد دانه به صورت تصادفی ۱۰۰ بذر از هر واحد آزمایش برداشت و با دست شمرده شد و در ترازوی دیجیتال وزن و اندازه‌گیری شد. برای سایر صفات اجزای عملکرد سه تا پنج سنبله به تصادف از هر واحد آزمایش انتخاب و صفات ارتفاع گیاه و طول گره اول از بالا تا زیر سنبله یا طول پدانکل با استفاده از متر اندازه‌گیری شد.

www.SID.ir

Archive of SID

برای سنبله‌های گزینش شده، تعداد بذر در هر سنبله و تعداد سنبلچه شمارش و اندازه‌گیری شد.

جهت انجام تجزیه‌های آماری ابتدا نرمال بودن خطاهای آزمایشی از طریق آزمون کولموگروف-اسمیرنوف[1] (Lilliefors, 1967) و هم‌چنین همگنی واریانس‌های درون تیماری با استفاده از نرم‌افزار SAS Ver. 9.2 بررسی شد. تجزیه واریانس بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بر مبنای روش اول (Method1) مدل اول و دوم گریفینگ (Griffing, 1956) و با استفاده از برنامه SAS (Zhang and Kang, 2005) انجام گرفت. میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی در والدها (GCA[2])، ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA[3]) در تلاقی‌های F_1 و هم‌چنین اثر معکوس برای تلاقی‌های معکوس مورد آزمون قرار گرفت. برآوردهای واریانس ترکیب‌پذیری عمومی ($\hat{\sigma}_g^2$)، واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی ($\hat{\sigma}_s^2$) و واریانس اثرهای معکوس ($\hat{\sigma}_r^2$) جهت برآورد واریانس افزایشی (σ_A^2)، واریانس غالبیت (σ_D^2) و وراثت‌پذیری عمومی (h^2_B) و خصوصی (h^2_n) انجام گرفت (Zhang and Kang, 2005). مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی، خصوصی و اثر مادری ژنوتیپ‌ها، اثرهای متقابل و غیرمادری تلاقی‌ها و نسبت σ_g^2/σ_s^2 نیز محاسبه شد. نسبت ژنتیکی[4] (Baker, 1978)، درجه غالبیت[5]، وراثت‌پذیری‌های عمومی و خصوصی نیز بر اساس روابط زیر محاسبه شدند.

$$\text{Genetic ratio} = \frac{2\hat{\sigma}_g^2}{2\hat{\sigma}_g^2 + \hat{\sigma}_s^2} \qquad \text{(Baker, 1978)}$$

$$\text{Degree of Dominance} = \sqrt{\frac{2\sigma_D^2}{\sigma_A^2}} \qquad \text{(Mather and Jink, 1982)}$$

$$h_B^2 = \frac{\sigma_A^2 + \sigma_D^2}{\sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \frac{\sigma_e^2}{r}} \qquad \text{(Roy, 2000)}$$

$$h_n^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_A^2 + \sigma_D^2 + + \frac{\sigma_e^2}{r}} \qquad \text{(Roy, 2000)}$$

در روابط فوق σ_A^2، برآورد واریانس افزایشی؛ σ_D^2، برآورد واریانس غالبیت؛ σ_e^2، برآورد واریانس خطا؛ r، تعداد تکرار؛ MSE، برآورد واریانس خطا و t مقدار جدول t-استیودنت در سطح احتمال پنج درصد است.

نتایج تجزیه واریانس به روش گریفینگ برای تمامی صفات مورد ارزیابی و در هر محیط به‌صورت جداگانه نشان داده شده‌است

نتایج و بحث

(جدول ۱). در همه صفات اثر ژنوتیپ و اثر مادری معنی‌دار بود. اثر تکرار برای همه صفات به جز تعداد سنبلچه در سنبله در هر دو شرایط نرمال و تنش و صفت تعداد پنجه در شرایط تنش معنی‌دار بود. اثر GCA برای همه صفات مورد ارزیابی به جز تعداد دانه در سنبله در شرایط نرمال و اثر SCA برای همه صفات به جز تعداد پنجه در هر دو شرایط و طول سنبله در شرایط نرمال معنی‌دار بود. آثار معکوس برای صفات عملکرد، وزن زیست توده و تعداد پنجه در هر دو شرایط، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله در شرایط نرمال و وزن صد دانه در شرایط تنش معنی‌دار بود. همچنین آثار غیرمادری برای همه صفات به جز طول سنبله در شرایط تنش، تعداد سنبلچه در سنبله و وزن صد دانه در شرایط نرمال اختلاف معنی‌دار نشان دادند (جدول ۱). نتایج متفاوت آزمون F برای صفات در دو محیط مختلف حاکی از پاسخ متفاوت صفات مختلف نسبت به شرایط محیطی متفاوت بود.

برای صفت عملکرد، وزن زیست توده و تعداد سنبلچه در سنبله درجه غالبیت در شرایط نرمال ۰/۸۳، ۰/۹۸ و ۰/۸۲ و در شرایط تنش نیز به‌ترتیب ۱/۲۸، ۱/۳٤ و ۱/٤٦بود که حاکی از نقش بیش‌تر اثر غالبیت برای شرایط تنش شوری بود (جدول ۱). در این سه صفت نسبت ژنتیکی در شرایط تنش کمتر از شرایط نرمال بود بنابراین سهم آثار غلبه در شرایط تنش برای این سه صفت بالا بود و آثار افزایشی در شرایط نرمال نقش بیش‌تری در بروز صفات مذکور داشتند. پاسخ متفاوت ژنوتیپ در محیط یا به عبارتی اثر

[1] Kolmogorov-Smirnov
[2] General Combining Ability
[3] Specific Combining Ability
[4] Genetic ratio
[5] Degree of dominance

www.SID.ir

Archive of SID

متقابل ژنوتیپ و محیط می‌تواند یکی از دلایل عدم تطابق شرایط تنش شوری با شرایط نرمال باشد. بیش‌تر بودن واریانس غالبیت نسبت به واریانس افزایشی و همچنین پائین بودن نسبت ژنتیکی حاکی از سهم بیش‌تر واریانس غالبیت و فوق غالبیت در کنترل این صفت در شرایط تنش بود (جدول ۱). در صفت تعداد دانه در سنبله درجه غالبیت برای شرایط نرمال ۲/٦۷ و شرایط تنش ۱/۲۸ بود و همچنین نسبت ژنتیکی پایین حاکی از نقش بالای واریانس غالبیت در کنترل این صفت در هر دو شرایط بود. در سایر صفات درجه غالبیت کمتر از یک و نسبت ژنتیکی بیشتر از ۰/۵ بود که نشان دهنده نقش بالای آثار افزایشی در کنترل آن‌ها بود. به‌طور-کلی معنی‌دار بودن واریانس GCA برای همه صفات و SCA برای اکثر صفات در هر دو شرایط نرمال و تنش حاکی از نقش آثار افزایشی و غیرافزایشی در کنترل صفات اجزای عملکرد بودند (جدول ۱). این نتایج با پژوهش‌های سایر پژوهشگران در مطالعه رفتار ژنتیکی گندم نان تحت تنش شوری (Kulshreshtha and Singh, 2011) که گزارش مشابهی برای صفات طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد پنجه در بوته، وزن زیست توده در بوته، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه در بوته ارائه نمودند مطابقت داشت. در صفات طول سنبله، تعداد پنجه و وزن صد دانه به‌دلیل بالا بودن نسبت ژنتیکی بیکر (Baker, 1978) در هر دو شرایط و همچنین کمتر از یک بودن درجه غالبیت، آثار افزایشی اهمیت بیشتری نسبت به آثار غلبه ژن‌ها داشتند. برای صفت تعداد دانه در سنبله و وزن صد دانه نتایج این پژوهش با نتایج (2011) Kulshreshtha and Singh مطابقت داشت.در پژوهش دیگری نیز سهم اثرات افزایشی برای صفات طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و شاخص برداشت در شرایط نرمال گزارش شده-است (Ahmad et al. 2011). هم‌چنین در توافق با پژوهش حاضر آثار غلبه برای طول سنبله، تعداد پنجه در گیاه و عملکرد دانه گزارش شده‌است. در یک پژوهش با استفاده از تلاقی‌های دی‌آلل بر روی گندم نتیجه‌گیری شد که ترکیب‌پذیری عمومی خوبی برای برخی از صفات در آزمایشات شوری وجود دارد و می‌توان از این ترکیب‌پذیری در برنامه‌های به‌نژادی برای تنش شوری استفاده کرد (Singh and Chatrath, 1997). در پژوهش دیگری آثار افزایشی معنی‌داری برای صفات تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد پنجه و عملکرد در شرایط تنش شوری گزارش شد (Sener et al. 2000). از سوی دیگر رفتار افزایشی و غالبیت ژن‌ها برای صفات تعداد پنجه در گیاه، وزن هزار دانه، و عملکرد دانه در بوته برای شرایط نرمال گزارش شده‌است (Singh et al. 2003). در تحقیق دیگری آثار افزایشی برای همه صفات مشابه با این پژوهش گزارش شده‌است (Ali and Khan, 1998). به‌طورکلی در صفات عملکرد، وزن زیست توده، تعداد دانه در سنبله و همچنین تعداد پنجه آثار غیرافزایشی، نقش بیشتر و مؤثری در بروز صفات در شرایط تنش داشتند که بیانگر این است که الگوی صفات در شرایط تنش پیچیده‌تر از شرایط نرمال است (Rao and McNeilly, 1999). این رفتار ژنتیکی در توافق با نتایج (1988) Azhar and McNeilly برای گیاه سورگوم بود. سازوکار پیچیده توارث تحمل به تنش شوری در گیاه ارزن به صورت کمتر برآورد شدن واریانس افزایشی نسبت به غالبیت در برخی از صفات در درجات مختلفی از سطح شوری نشان داده شده‌است (Kebebew and McNeilly, 1996).

در شرایط نرمال و تنش به‌ترتیب بیش‌ترین برآورد مثبت GCA برای صفات عملکرد (۱۲/۲٤ و ۱٦/٥٤)، وزن زیست توده (۳۱/۳٦ و ٤٤/٦۳) و تعداد پنجه (۰/٤٦ و ۰/۷۸) مربوط به والد روشن بود. از طرفی والد فلات در صفات عملکرد (۱۷/٥۸- و ۱۷/۰۳-)، وزن زیست توده (۳٥/٦۷- و ٤۰-)، تعداد پنجه (۰/٥٥- و ۰/۸٦-) و همچنین وزن صد دانه (۰/۲٥- و ۰/۲۱-) بیش‌ترین برآورد منفی GCA را به خود اختصاص داد. بیش‌ترین برآورد مثبت GCA برای وزن صد دانه در هر دو شرایط نرمال (۰/۲) و تنش (۰/۲۷) به والد بم اختصاص داشت. بیش‌ترین برآورد مثبت GCA صفت تعداد سنبلچه در سنبله در هر دو شرایط نرمال (۰/٥۳) و تنش (۰/۳٦) مربوط به والد کویر بود. بیش‌ترین برآورد GCA منفی در صفت تعداد سنبلچه در سنبله در شرایط نرمال به والد ارگ (۰/٥۲-) و در شرایط تنش به والد بم (۰/٥٦-) اختصاص داشت. برای صفت تعداد دانه در سنبله در شرایط نرمال، والدین فلات و قدس به‌ترتیب با ترکیب‌پذیری عمومی (۰/۷۱) و (۰/٦٤) دارای برآورد مثبت و معنی‌دار GCA بودند و در شرایط تنش والد قدس بیش‌ترین (۲/۲۳) برآورد مثبت را داشت. همچنین والد ارگ بیش‌ترین برآورد منفی را برای طول

www.SID.ir

Archive of SID

سنبله در هر دو شرایط نرمال (۰/۲۸-) و تنش (۰/۰۹-) دارا شد و فقط برآورد مثبت والد پیشتاز (۰/۱۶) در شرایط نرمال برای GCA معنی‌دار بود و در شرایط تنش برآورد مثبت GCA برای هیچ‌کدام از والدین معنی‌دار نشد (جدول ۲). معنی‌دار بودن مقادیر مثبت GCA برای برخی از والدین در برخی از صفات نشان دهنده پیشرفت ژنتیکی بهتر و بیش‌تر برای صفات مورد نظر می‌باشد. به عبارت دیگر در نسل‌های اولیه گزینش، می‌توان تغیرات محسوسی در صفات مورد نظر که GCA بالایی دارند انجام داد و از والدینی که مقدار ترکیب‌پذیری عمومی بالایی دارند استفاده نمود. در شرایط تنش که در برخی از صفات آثار غلبه بیش‌تری داشتند، گزینش و پیشرفت ژنتیکی محدودتر از شرایط نرمال می‌باشد. بنابراین برای صفات عملکرد، وزن زیست توده و تعداد سنبلچه در سنبله گزینش تاخیری در نسل‌های انتهایی مناسب می‌باشد. در پژوهشی با مطالعه اجزا ژنتیکی به روش دی‌آلل در شرایط تنش شوری، نقش آثار افزایشی برای روز تا بالغ شدن، ارتفاع گیاه و تعداد پنجه در بوته گزارش شد. نتایج پژوهش نشان داد که گزینش زودرس برای این صفات در شرایط تنش نتایج مفیدی در پی خواهد داشت. همچنین برای صفت عملکرد دانه آثار غلبه در شرایط تنش شوری معنی‌دار بود و گزینش تاخیری در نسل‌های انتهایی را برای افزایش عملکرد پیشنهاد دادند (Ahmad et al. 2013).

برای صفت عملکرد، بیش‌ترین آثار مادری مثبت مربوط به والد پیشتاز در هر دو شرایط نرمال و تنش بود و بیش‌ترین برآورد منفی مربوط به والدین بم، ارگ و روشن در شرایط نرمال و والدین روشن، ارگ و قدس در شرایط تنش بود. برای صفت وزن زیست توده، بیش‌ترین برآورد مثبت اثر مادری مربوط به والد فلات و پیشتاز در هر دو شرایط نرمال و تنش و همچنین والد قدس در شرایط تنش بود. منفی‌ترین برآورد آثار مادری در صفت وزن زیست توده نیز در هر دو شرایط نرمال و تنش مربوط به والدین بم، روشن و ارگ بود. در صفت وزن صد دانه بیش‌ترین آثار مادری معنی‌دار مربوط به والد روشن در هر دو شرایط نرمال و تنش بود. در شرایط نرمال منفی‌ترین آثار مادری نیز مربوط به والدین بم و پیشتاز بود و در شرایط تنش برآورد آثار مادری منفی برای والدین معنی‌دار نبود.

برای صفت تعداد سنبلچه در سنبله، بیش‌ترین برآورد مثبت آثار مادری در دو شرایط نرمال و تنش مربوط به رقم فلات بود. همچنین منفی‌ترین برآورد آثار مادری مربوط به والدین بم و کویر در شرایط نرمال و والد پیشتاز در شرایط تنش بود. در صفت تعداد پنجه برعکس برآورد GCA بیش‌ترین برآورد مثبت و منفی در شرایط نرمال به ترتیب به والد فلات و روشن و بیش‌ترین برآورد منفی در شرایط تنش به والد روشن اختصاص داشت. والدین پیشتاز، روشن، فلات و قدس بیش‌ترین برآورد مثبت آثار مادری را برای صفت تعداد دانه در سنبله در شرایط نرمال به خود اختصاص دادند و والدین بم، ارگ و کویر بیش‌ترین برآورد منفی آثار مادری را در شرایط نرمال دارا شدند. این در حالیست که فقط والد فلات دارای آثار مادری مثبت و معنی‌دار در شرایط تنش برای صفت تعداد دانه در سنبله بود. همچنین والد فلات بیش‌ترین برآورد مثبت و والد بم بیشترین برآورد منفی معنی‌دار آثار مادری را برای صفت طول سنبله در هر دو شرایط نرمال و تنش به خود اختصاص دادند.

برآورد ترکیب‌پذیری خصوصی صفات مختلف در جدول ٤ نشان داده شده‌است. برای صفت عملکرد در شرایط نرمال بیش‌ترین برآورد مثبت SCA مربوط به تلاقی کویر × قدس (۱۵/۷۸) بود و بیش‌ترین برآورد منفی مربوط به تلاقی‌های پیشتاز × روشن (۱۳/۸۳-)، کویر × فلات (۱۲/۱۲-) و روشن × قدس (۱۰/۷٦-) بود. در شرایط تنش تلاقی‌های بیش‌تری دارای SCA مثبت و معنی‌دار نسبت به شرایط نرمال بودند. بیش‌ترین برآورد SCA مثبت برای صفت عملکرد در شرایط تنش شامل تلاقی‌های پیشتاز × بم (۱۸/٤۸)، پیشتاز × قدس (۱۸/۱)، پیشتاز × ارگ (۱٦/۰۲)، کویر × فلات (۱٦/٤۲)، ارگ × قدس (۱٤/٤) و پیشتاز × روشن (۱٤/۳۳)بود. هم‌چنین بیش‌ترین برآورد منفی SCA برای صفت عملکرد در شرایط تنش مربوط به تلاقی کویر × ارگ (۱۹/۳۵-)، ارگ × بم (۱۵/٤-)، روشن × فلات (۱۲/٤٦-) و قدس × بم (۸/۳۵-) بود. بیش‌ترین برآورد مثبت SCA برای صفت وزن زیست توده در شرایط نرمال مربوط به تلاقی کویر × قدس (٤۰/٦) و بیش‌ترین SCA مثبت مربوط به تلاقی کویر × فلات (٦٦/۱۵)، ارگ × قدس (٤٤/٤۹)، پیشتاز × روشن (٤٦/۵۲) بود. بیش‌ترین برآورد منفی SCA برای وزن زیست توده در شرایط

www.SID.ir

Archive of SID

نرمال مربوط به تلاقی‌های پیشتاز × روشن (٤٩/٦٢-)، پیشتاز × بم (٤٨/٣٦-) و کویر × فلات (٣٧/٧٢-) بود و برای شرایط تنش مربوط به تلاقی‌های کویر × ارگ (٥٣/١٣-)، ارگ × بم (٣٢/٠٦-) و روشن × فلات (٢٩/٥٦-) بود. برای صفت وزن صد دانه بیش-ترین SCA مربوط به تلاقی کویر × روشن (٠/٢١) بود. هم‌چنین بیش‌ترین برآورد SCA مثبت و معنی‌دار در شرایط تنش مربوط به تلاقی‌های پیشتاز × فلات و پیشتاز × روشن (٠/٣٧) بود. بیش-ترین برآورد مثبت و منفی معنی‌دار SCA برای صفت تعداد سنبلچه در سنبله در شرایط نرمال مربوط به تلاقی‌های بم × فلات (٠/٦٨) و قدس × بم (٠/٨٧-) بود. برای صفت تعداد دانه در سنبله نیز بیش‌ترین برآورد مثبت SCA مربوط به تلاقی‌های پیشتاز × ارگ (٤/١١) و کویر × فلات (٢/٢٧) و بیش‌ترین SCA منفی مربوط به تلاقی‌های روشن × فلات (٢/٨٦-) و قدس × بم (١/٦٤-) در شرایط نرمال بود. در شرایط تنش فقط تلاقی پیشتاز × ارگ دارای SCA مثبت و معنی‌دار (٧/٥١) بود. برای صفت طول سنبله در شرایط نرمال نیز تلاقی‌های پیشتاز × فلات (٠/٦١) و روشن × بم (٠/٢٩) و تلاقی پیشتاز × قدس (٠/٦٥-) به‌ترتیب بیش‌ترین SCA مثبت و منفی را داشتند (جدول ٤).

در شرایط نرمال بیش‌ترین برآورد مثبت SCA مربوط به تلاقی‌های پیشتاز × روشن (١/٩٨)، پیشتاز × کویر (١/٥١) و روشن × بم (٠/٦٤) بود. تلاقی‌های روشن × فلات (٠/٦) و کویر × قدس (٠/٦١) بیش‌ترین SCA مثبت و تلاقی‌های پیشتاز × روشن (١/٣٢-)، روشن × قدس (٠/٨-) و روشن × بم (٠/٦٦-) بیش‌ترین SCA منفی را در شرایط نرمال برای صفت تعداد پنجه به خود اختصاص دادند. همچنین بیش‌ترین SCA مثبت در شرایط تنش مربوط به تلاقی‌های کویر × فلات (١/٠٥) و ارگ × قدس (٠/٩١) و بیش‌ترین SCA منفی مربوط به تلاقی‌های کویر × ارگ (٠/٩٦-)، ارگ × بم (٠/٧٣-) و بم × فلات (٠/٥٧-) بود. وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی عملکرد به‌ترتیب در شرایط نرمال ٨٨ درصد و ٦٥ درصد و در شرایط تنش به ترتیب ٩٣ درصد و ٥١ درصد بود که حاکی از نقش زیاد آثار افزایشی در الگوی توارث عملکرد در هر دو محیط بود. نسبت ژنتیکی در شرایط نرمال ٧٤ درصد و در شرایط تنش ٥٥ درصد بود (جدول ١).

بر اساس طبقه‌بندی Stansfield (1991) وراثت‌پذیری صفات می‌تواند به سه گروه کم (کم‌تر از ٢٠ درصد)، متوسط (بین ٢٠ تا ٥٠) و قوی (بیش‌تر از ٥٠ درصد) دسته‌بندی شود. در این پژوهش جز صفت طول سنبله در شرایط تنش در تمامی صفات وراثت‌پذیری‌های عمومی در گروه قوی قرار داشتند (جدول ١). برای وراثت‌پذیری خصوصی صفت عملکرد، وزن صد دانه در هر دو شرایط نرمال و تنش و وزن زیست توده در شرایط نرمال و تعداد پنجه در شرایط تنش دارای وراثت‌پذیری قوی و سایر صفات در شرایط مختلف دارای وراثت‌پذیری خصوصی متوسط بودند (جدول ١). مطالعه حاضر نشان داد که آثار ژنتیکی افزایشی نقش مهمی در توارث صفات بویژه عملکرد و وزن زیست توده در شرایط نرمال و تنش ایفا می‌کند. نقش بیشتر آثار افزایشی در اکثر صفات مورد مطالعه بویژه در شرایط تنش شوری بیانگر این است که گزینش در نسل‌های اولیه تفرق می‌تواند تغییرات مطلوبی در صفات مورد مطالعه ایجاد نماید.

معنی‌دار بودن اثر غالبیت در بیش‌تر صفات به‌ویژه عملکرد و وزن زیست توده در شرایط تنش شوری بیانگر این است که گزینش برای تحمل به تنش شوری می‌تواند در نسل‌های انتهایی نیز مؤثر باشد. گزارش شده‌است که آثار افزایشی و غالبیت نقش پر اهمیتی در کنترل صفات برای تحمل به تنش شوری دارند (Rao and McNeilly 1999). برآوردهای وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی برای همه صفات در یک دامنه مؤثر جهت گزینش برای افزایش به تحمل تنش شوری قرار گرفتند. وراثت‌پذیری خصوصی و عمومی بالا برای صفات به‌ویژه عملکرد و وزن زیست توده بیانگر این بود که امکان پیشرفت قابل توجه برای تحمل به تنش شوری برای صفات مذکور در گندم از طریق گزینش وجود دارد. به‌طور-کلی برای وزن زیست توده در شرایط تنش مقدار SCA برآورد شده تعداد بیش‌تری از ژنوتیپ‌ها، معنی‌دار شد. کاهش در وزن زیست توده ژنوتیپ‌های حساس در شرایط تنش شوری عمدتاً مربوط به مصرف انرژی برای تنظیم اسمزی است (Wyn Jones and Gorham 1993).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- تجزیه واریانس به روش گریفینگ برای صفات عملکرد و اجزا عملکرد گندم در دو شرایط نرمال و تنش شوری

منابع تغیرات	درجه آزادی	عملکرد		وزن زیست توده		وزن صد دانه		تعداد سنبلچه در سنبله		تعداد پنجه		تعداد دانه در سنبله		طول سنبله	
		نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش
تکرار	۲	۱۸٦^{ns}	۱۱۱۰**	٦٥٧٠**	۲٦٤٤*	۰/٥۸**	۱/۱۷**	۰/۲۸^{ns}	۰/۳٤^{ns}	٤/٥۷**	۲/٦٤^{ns}	۹۲/٤۳**	٥۰۳/۱۳**	۲/۱۷**	۱/۷۸**
ژنوتیپ	٤۸	۸۲۲**	۱٥۸۸**	٤٦۳۸**	۹۹۷۲**	۰/۱۷**	۰/۲۱**	۱/۸۲**	۱/۷۹**	۱/۷۸**	٤/۰۸**	۲٥/٥۲**	۳٦/۳۷**	۰/٥۷**	۰/۰٦٦**
GCA	٦	۳۳۲۱**	٤۷۲۰**	۱۷۲٦٤**	۳۰۳٥۰**	۰/۷٥**	۱/۰۲**	٤/٦۷**	٤/٤٦*	٥/۲٦**	۱٤/۹۲**	۲۳/۳٥^{ns}	۱۰٥/۳۷*	۱/۲۲**	۰/۱٦**
SCA	۲۱	۳۳۷**	۸٦٦**	۲۳۸٤**	٦۱۳۰**	۰/۲٥**	۰/۱۱^{ns}	۳/۷٦**	۲/۳۱*	۱/۷^{ns}	۱/۳۹^{ns}	۸۹/۲٦**	٥۳/۹٦**	۱/۱۱^{ns}	۰/۱۷*
اثر معکوس	۲۱	٥۹٤**	۱٤۱٥**	۳۲۸٦*	۷۹۹۳**	۰/۰٦^{ns}	۰/۱*	۱/۲۹*	۰/۷٤^{ns}	۱/۱**	۳/۷۸**	۱۹/۰۹**	۱۲/۰۷^{ns}	۰/٥۹**	۰/۰٥^{ns}
اثر مادری	٦	۱۰٥۰**	۲۱۲۱**	٦۸٤۳**	۹٤٦۱**	۰/۱۱**	۰/۱*	۱/۹۹**	۱/۱۹*	۱/۲۷**	۳/۱**	۳۹/۱٤**	۲٤/۰٤*	۰/۷٤**	۰/۰۸*
اثر غیرمادری	۱٥	٤۱۱**	۱۱۳۳**	۱۸٦۳**	۷٤۰٦**	۰/۰٦^{ns}	۰/۰۹*	۰/۸۳^{ns}	۱/٦۳*	۱/۲۸**	۱/۹٦**	۱۲/٥۳**	۲۸/۹۹**	۰/۲۲**	۰/۰۲^{ns}
خطا	۲۱۹	۷۸/۸۷	۷۲/٥۷	٦۰٦	٦۲۰	۰/۰٥۲	۰/۰٥	۰/٥۲	۰/۸۲	۰/٤٥	۰/٦	۲/۷۹	۱۳/۳۱	۰/۱۱	۰/۰٤
CV	-	۷/۲۷	۷/۸	۷/۳۱	۸/۰٤	٦/۸۲	۷/۲۸	٤/۰۱	۷/٥	۷/۸	۱۰/۷۱	۳/۹٤	۹/٥۳	٤/۳٥	۰/۷۱
σ_g^2	-	۷۱/۱۹**	۹۲/۱۹**	۳٥٥**	٥۸۰**	۰/۰۱٦**	۰/۰۲۲**	۰/۰۹**	۰/۰۷**	۰/۱**	۰/۳۱**	۰/۲٦**	۱/۸۳**	۰/۰۲٤**	۰/۰۰۳**
σ_s^2	-	٤۸/۹٥**	۱٥۰/۷**	۳۳۸**	۱۰٤۷**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۸*	۰/۰٦^{ns}	۰/۱٥*	۰/۱٦**	۰/۲٦**	۱/۸٥**	۲/۹۸**	۰/۰۲۲^{ns}	۰/۰^{ns}
σ_r^2	-	۸٥/۸۱**	۲۲۳/۷۳**	٤٤۷**	۱۲۲۹**	۰/۰۱**	۰/۰۰۸*	۰/۲٥*	۰/۰٦^{ns}	۰/۱٤**	۰/٤۲**	٦/۰٦**	۱/۷۹	۰/۱۰٥**	۰/۰۰۸**
واریانس افزایشی		۱٤۲/۳۸	۱۸٤/۳۸	۷۱۰	۱۱٥۹	۰/۰۳	۰/۰٤	۰/۱۸	۰/۱٤	۰/۲	۰/٦۲	۰/٥۲	۳/٦٦	۰/۰٥	۰/۰۱
واریانس غالبیت		٤۸/۹٥	۱٥۰/۷	۳۳۸	۱۰٤۷	۰/۰	۰/۰۱	۰/۰٦	۰/۱٥	۰/۱٦	۰/۲٦	۱/۸٥	۲/۹۸	۰/۰۲	۰/۰
درجه غالبیت		۰/۸۳	۱/۲۸	۰/۹۸	۱/۳٤	۰/۲٥	۰/٦	۰/۸۲	۱/٤٦	۱/۲٦	۰/۹۲	۲/٦۷	۱/۲۸	۰/۹٦	۰/۰
وراثت‌پذیری عمومی		۰/۸۸	۰/۹۳	۰/۸٤	۰/۹۱	۰/٦٦	۰/۷٦	۰/٥۸	۰/٥۱	۰/۷۱	۰/۸۱	۰/۷۲	۰/٦	۰/٦٦	۰/۳۱
وراثت‌پذیری خصوصی		۰/٦٥	۰/٥۱	۰/٥۷	۰/٤۸	۰/٦٤	۰/٦٤	۰/٤٤	۰/۲٥	۰/۳۹	۰/٥۷	۰/۱٦	۰/۳۳	۰/٤٥	۰/۳۱
نسبت ژنتیکی		۰/۷٤	۰/٥٥	۰/٦۸	۰/٥۳	۰/۹۷	۰/۸٥	۰/۷٥	۰/٤۸	۰/٥٦	۰/۷	۰/۲۲	۰/٥٥	۰/٦۹	۱

ns، غیر معنی‌دار؛ * و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- برآورد GCA صفات مختلف گندم در دو شرایط نرمال و تنش شوری

والد	عملکرد		وزن زیست توده		وزن صد دانه		تعداد سنبلچه در سنبله		تعداد پنجه		تعداد دانه در سنبله		طول سنبله	
	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش
فلات	−۱۷/۵۸**	−۱۷/۰۳**	−۳۵/۶۷**	−٤۰**	−۰/۲۵**	−۰/۲۱**	−۰/۲۲*	۰/۰۹^{ns}	−۰/۵۵**	−۰/۸۶**	۰/۷۱*	۰/۹۲^{ns}	−۰/۱۸**	۰/۰٤^{ns}
بم	۲/۳^{ns}	۷/۶۷**	۲/۸۳^{ns}	۱۷/۳۲**	۰/۲**	۰/۲۷**	−۰/۱٤^{ns}	−۰/۵٦**	۰/۱٤^{ns}	۰/۳۷**	−۰/۳۱**	−۲/۵**	۰/۰۸^{ns}	−۰/۰۷^{ns}
قدس	۱/۵۷^{ns}	−۰/٦^{ns}	۵/٤۷^{ns}	−۱/۲۳^{ns}	۰/۰^{ns}	−۰/۱۳**	۰/۰٤^{ns}	۰/۱۷^{ns}	۰/۲۹**	۰/۳۸**	۰/٦٤*	۲/۲۳**	−۰/۰٤^{ns}	−۰/۰۳^{ns}
روشن	۱۲/۲٤**	۱٦/۵٤**	۳۱/۳٦**	٤٤/٦۳**	۰/۰^{ns}	۰/۰۹*	۰/۲۸*	۰/۱۵^{ns}	۰/٤٦**	۰/۷۸**	۰/٦^{ns}	−۰/۱۲^{ns}	۰/۱۳*	۰/۰۷^{ns}
ارگ	۱/۰۷^{ns}	۱/۸۳^{ns}	٦/۵۷^{ns}	−۱/۰٦^{ns}	−۰/۰۱^{ns}	−۰/۰۵^{ns}	−۰/۵۲**	−۰/۲۸*	۰/۰۷^{ns}	−۰/۱٦^{ns}	−۰/٤۹^{ns}	۰/۷^{ns}	−۰/۲۸**	−۰/۰۹*
کویر	−۱/٦۲^{ns}	−٦/۷۲**	−۱۱/۳۵**	−۲۰/۹٦**	۰/۰٦^{ns}	۰/۰٦^{ns}	۰/۵۳**	۰/۳٦**	−۰/۳۷**	−۰/٦۷**	−۰/۲۸^{ns}	۰/۳۱^{ns}	۰/۱۳*	۰/۰۵^{ns}
پیشتاز	۲/۰۳^{ns}	−۱/٦۹^{ns}	۰/۷۹^{ns}	۱/۲۹^{ns}	۰/۰۱^{ns}	−۰/۰۳^{ns}	۰/۱٦^{ns}	−۰/۰۷^{ns}	−۰/۰۳^{ns}	۰/۱۵^{ns}	۰/۱۳^{ns}	−۱/۵٤*	۰/۱٦**	۰/۰۳^{ns}
میانگین	۱۲۲/۲**	۱۰۹/۰۹**	۳۳٦/٤۱**	۳۰۹/۵۹**	۳/۳٦**	۲/۹۸**	۱۷/۹۲**	۱۲/۰۸**	۸/٦٦**	۷/۲۷**	٤۲/۳۹**	۳۸/۲٦**	۷/۵٤**	۵/۰٦**
LSD (gi)	۲/۵۲	۲/٤۲	٦/۹۸	۷/۰٦	۰/۰۷	۰/۰٦	۰/۲۰	۰/۲٦	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/٤۷	۱/۰۳	۰/٤۲	۰/۱۲
LSD (gi-gj)	۳/۸۵	۳/٦۹	۱۰/٦٦	۱۰/۷۸	۰/۱	۰/۱	۰/۳۱	۰/۳۹	۰/۲۹	۰/۳٤	۰/۷۲	۱/۵۸	۰/۵٦	۰/۱۷

ns، عدم معنی‌داری؛ * و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

جدول ۳- برآورد آثار مادری صفات مختلف گندم در دو شرایط نرمال و تنش شوری

والد	عملکرد		وزن زیست توده		وزن صد دانه		تعداد سنبلچه در سنبله		تعداد پنجه		تعداد دانه در سنبله		طول سنبله	
	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش
فلات	۱/٤٤^{ns}	۲/۱٤^{ns}	۱۸/۰۳**	۱٦/۳٦**	۰/۰٤^{ns}	−۰/۰۳^{ns}	۰/۳۹**	۰/۳۵**	۰/۳**	۰/۲۲^{ns}	۱/۰۸**	۱/۹۲**	۰/۲۱**	۰/۰۹*
بم	−٤/۸۹**	−۲/۳٦^{ns}	−۱۳/۰۳**	−۱۱/۳۵**	−۰/۰۹*	−۰/۰۷^{ns}	−۰/٤۱**	۰/۰۸^{ns}	−۰/۲۳*	−۰/۰٦^{ns}	−۰/۷۱*	−۰/٦۸^{ns}	−۰/۲٦**	−۰/۰۹*
قدس	۰/۳^{ns}	٤/۰۷**	۰/۵۹^{ns}	۸/۰۵*	۰/۰۵^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۲۹**	−۰/۱^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۰/٦٦*	−۰/۲۳^{ns}	۰/۱۲*	۰/۰۳^{ns}
روشن	−۳/۷۷**	−۹/۱۵**	−۱۲/۵٤**	−۱۳/۵**	۰/۱۳**	۰/۰۹*	۰/۱۵^{ns}	۰/۰۵^{ns}	−۰/۲۲*	−۰/۲٤*	۱/۰۵**	۰/۱۵^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۰۵^{ns}
ارگ	−٤/۵٦**	−٦/۰۵**	−۸/۵*	−۱۵/۱٦**	−۰/۰۵^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۱۵^{ns}	−۰/۱۱^{ns}	−۰/۱٦^{ns}	−۱/٤۹**	−۰/۸٦^{ns}	−۰/۰۷^{ns}	−۰/۰۲^{ns}
کویر	۲/۳٦^{ns}	−۱/۰۸^{ns}	−۰/٤٦^{ns}	−۵/۵٦^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰^{ns}	−۰/۲۹**	−۰/۱٤^{ns}	۰/۰٦^{ns}	−۰/۰۸^{ns}	−۲/۱۸**	−۱/۳۱^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۰^{ns}
پیشتاز	۹/۱۳**	۱۲/٤٤**	۱۵/۹**	۲۱/۱۵**	−۰/۰۷*	−۰/۰۲^{ns}	−۰/۱٦^{ns}	−۰/۳۸**	۰/۱۹^{ns}	۰/۱^{ns}	۱/٦**	۱/۰۱^{ns}	−۰/۱۳*	−۰/۰٦^{ns}
LSD (mi)	۲/۵۲	۲/٤۲	٦/۹۸	۷/۰٦	۰/۰۷	۰/۰٦	۰/۲۰	۰/۲٦	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/٤۷	۱/۰۳	۰/٤۲	۰/۱۲
LSD (mi-mj)	۳/۸۵	۳/٦۹	۱۰/٦٦	۱۰//۷۸	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۳۱	۰/۳۹	۰/۲۹	۰/۳٤	۰/۷۲	۱/۵۸	۰/٦۵	۰/۱۸

ns، عدم معنی‌داری؛ * و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- برآورد آثار SCA تلاقی‌ها در شرایط نرمال و تنش شوری برای صفات گندم

تلاقی	عملکرد		وزن زیست توده		وزن صد دانه		تعداد سنبلچه در سنبله		تعداد پنجه		تعداد دانه در سنبله		طول سنبله	
	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش
فلات × بم	−۱/۲۸^{ns}	−۵/۰٦^{ns}	−۹/۰۱^{ns}	−۲۲/۰٤*	−۰/۰۲^{ns}	−۰/۰۲^{ns}	۰/٦۸**	۰/۳۹^{ns}	−۰/۲۱^{ns}	−۰/۵۷*	۰/۳^{ns}	−۰/۲۸^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۰۷^{ns}
فلات × قدس	۲/٤۱^{ns}	۱۰/۰۹**	۸/٤٦^{ns}	۲۳/۷٦*	۰/۱٤^{ns}	−۰/۰۲^{ns}	−۰/۰۵^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۰/۲۹^{ns}	۰/۰۹^{ns}	۱/۲۸^{ns}	۲/۸۳^{ns}	−۰/۰٤^{ns}	۰/۰۲^{ns}
فلات × روشن	۳/٤۳^{ns}	−۱۲/٤٦**	۹/۲۲^{ns}	−۲۹/۵٦**	۰/۰۲^{ns}	−۰/۰٦^{ns}	−۰/۱۸^{ns}	۰/۲۸^{ns}	۰/٦*	−۰/۵۱^{ns}	−۲/۸٦**	۲/۰۵^{ns}	۰/۰۱^{ns}	−۰/۱۲^{ns}
فلات × ارگ	−۰/٦۷^{ns}	۰/۱۵^{ns}	۰/۹٦^{ns}	−۱۱/۳۸^{ns}	۰/۰٤^{ns}	۰/۰٦^{ns}	−۰/۰۳^{ns}	۰/۰۹^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۰/۷۷^{ns}	−۰/٤۳^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۲۲^{ns}
فلات × کویر	−۱۲/۱۲**	۱٦/٤۲**	−۳۷/۷۲**	٦٦/۱۵**	−۰/۰۹^{ns}	۰/۱۲^{ns}	−۰/۰۲^{ns}	۰/٤۹^{ns}	−۰/٤۲^{ns}	۱/۰۵**	۲/۲۷**	۲/۲۱^{ns}	−۰/۲^{ns}	۰/۰۲^{ns}
فلات × پیشتاز	−٤/۵۷^{ns}	٦/٤۲^{ns}	۱۰/۲^{ns}	−۱/۱٤^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۰/۳۷*	۰/۷۱^{ns}	۰/٦۷^{ns}	−۰/۱۱^{ns}	−۰/۲۹^{ns}	−۰/۳۸^{ns}	۳/۵^{ns}	۰/٦۱*	۰/۰٦^{ns}
بم × قدس	−۳/٦۳^{ns}	−۸/۳۵*	−۹/۹٤^{ns}	−۱۹/۳۵*	۰/۰۳^{ns}	−۰/۰۸^{ns}	−۰/۸۷**	۰/٦٤*	−۰/۱۵^{ns}	−۰/٤۲^{ns}	−۱/٦٤*	۱/۸۹^{ns}	−۰/۱۱^{ns}	−۰/۰٤^{ns}
بم × روشن	−۷/٤٤*	۱/۸۷^{ns}	−۱٦/۱۵^{ns}	۱۱/۰۳^{ns}	۰/۰٦^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۰/٤۳^{ns}	−۰/٦٦*	۰/۲^{ns}	−۰/۳۹^{ns}	−۱/۸۳^{ns}	۰/۲۹*	۰/۱۱^{ns}
بم × ارگ	۳/۰۸^{ns}	−۱۵/٤**	۰/۲۲^{ns}	−۳۲/۰٦**	۰/۰٤^{ns}	−۰/۱۲^{ns}	−۰/۰۹^{ns}	۰/٤۳^{ns}	−۰/۱۱^{ns}	−۰/۷۳*	۱/۰۵^{ns}	۰/٤۸^{ns}	−۰/۱۱^{ns}	−۰/۰۱^{ns}
بم × کویر	−۲/۹٦^{ns}	۸/۹۱*	−۲/۱۹^{ns}	۷/۹۷^{ns}	−۰/۱۵^{ns}	۰/۱۸^{ns}	−۰/۲۷^{ns}	−۰/۲۵^{ns}	−۰/۱۸^{ns}	−۰/۰۲^{ns}	−۰/۸٤^{ns}	۰/۷۵^{ns}	−۰/۲^{ns}	۰/۰۱^{ns}
بم × پیشتاز	−۹/۷^{ns}	۱۸/٤۸**	−٤۸/۳٦**	۳۸/۸۵*	−۰/۱۱^{ns}	−۰/۰۹^{ns}	۰/۵۸^{ns}	۱^{ns}	−۰/۷۱^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۰/۸٦^{ns}	۱/٤۹^{ns}	−۰/۳۸^{ns}	۰/۰٤^{ns}
قدس × روشن	−۱۰/۷٦**	٤/٦۹^{ns}	−۳۱/۸۹**	٤/۲٦^{ns}	−۰/۱٤^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۰/۳۵^{ns}	−۰/۰۷^{ns}	−۰/۸**	۰/٤^{ns}	۱/۱۵^{ns}	۱/۱۷^{ns}	۰/۰۹^{ns}	−۰/۱^{ns}
قدس × ارگ	−۸/۲۷*	۱٤/٤**	−۱۳/۵۸^{ns}	٤٤/٤۹**	−۰/۱۳^{ns}	−۰/۱۲^{ns}	−۰/۱۵^{ns}	۰/۳۲^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۹۱**	−۰/۰۵^{ns}	۰/٤٦^{ns}	−۰/۲۳^{ns}	۰/۱۳^{ns}
قدس × کویر	۱۵/۷۸**	٤/۳۲^{ns}	٤۰/٦**	۱۱/٦۸^{ns}	−۰/۰۱^{ns}	۰/۰۹^{ns}	−۰/۱۳^{ns}	۰/۳۸^{ns}	۰/٦۱*	۰/۰۳^{ns}	۰/۳۸^{ns}	−۰/۲۳^{ns}	۰/۱^{ns}	−۰/۰۳^{ns}
قدس × پیشتاز	٤/۵۵^{ns}	۱۸/۱**	۳/۲۷^{ns}	۲۳/۱٤^{ns}	۰/۱۸^{ns}	−۰/۱۲^{ns}	−۰/۷٤^{ns}	−۰/۰۹^{ns}	−۰/۳۲^{ns}	۰/۷^{ns}	۱/٦۵^{ns}	−۰/۷۵^{ns}	−۰/٦۵*	۰/۰۳^{ns}
روشن × ارگ	−۵/٦۲^{ns}	٤/۱۱^{ns}	−۱٦/۲۲^{ns}	۱۰/۱۷^{ns}	۰/۰٦^{ns}	۰/۰٦^{ns}	−۰/۳^{ns}	۰/۰۱^{ns}	−۰/۵^{ns}	−۰/۱٤^{ns}	−۱/۲۱^{ns}	−۰/۳۲^{ns}	−۰/۱٤^{ns}	۰/۰٦^{ns}
روشن × کویر	۱/۱۷^{ns}	۱۰/۱۵**	۸/۸۳^{ns}	۲/۳٦^{ns}	۰/۲۱*	−۰/۱^{ns}	۰/۰^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰^{ns}	۰/۲۸^{ns}	۰/۳۹^{ns}	۱/٦۹^{ns}	۰/۱٤^{ns}	−۰/۰۲^{ns}
روشن × پیشتاز	−۱۳/۸۳*	۱٤/۳۳*	−٤۹/٦۲**	٤٦/۵۲**	۰/۰٤^{ns}	۰/۳۷*	−۰/۵۳^{ns}	۱/۹۸**	−۱/۳۲**	۰/۳۹^{ns}	۰/۸۸^{ns}	۵/۵٤^{ns}	−۰/۰۹^{ns}	−۰/۱^{ns}
ارگ × کویر	۱/۳۸^{ns}	−۱۹/۳۵**	−۳/٦۲^{ns}	−۵۳/۱۳**	۰/۰٤^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۳۹^{ns}	−۰/۰۹^{ns}	۰/۲۵^{ns}	−۰/۹٦**	۰/۹^{ns}	−۱/۰٦^{ns}	۰/۱٤^{ns}	−۰/۰۷^{ns}
ارگ × پیشتاز	۷/۵۹^{ns}	۱٦/۰۲*	−۱۳/٦۷^{ns}	۳۹/۲۳*	۰/۰۷^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۰/٤۱^{ns}	۰/۹۵^{ns}	۰/۷٦^{ns}	۰/۵۵^{ns}	٤/۱۱**	۷/۵۱*	۰/۱٤^{ns}	۰/۰^{ns}
کویر × پیشتاز	−۵/۹۷^{ns}	−۱۲/۱۹^{ns}	−۱۵/۳٦^{ns}	−۱٤/۳۳^{ns}	−۰/۰۵^{ns}	−۰/۱۵^{ns}	−۰/۷^{ns}	۱/۵۱*	۰/۰۵^{ns}	−۰/۳۳^{ns}	۰/۵٦^{ns}	۳/۵۹^{ns}	−۰/۰٦^{ns}	۰/۰٤^{ns}

ns، غیر معنی‌دار؛ * و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

www.SID.ir

Archive of SID

معنی‌دار بودن آثار برآورد شده برای عملکرد و وزن زیست توده در شرایط نرمال و تنش تا حد بسیار بالایی شبیه هم بود (جدول ۲ و ۳). بنابراین گزینش عملکرد و وزن زیست توده همزمان می‌تواند یک معیار مناسب برای گزینش در شرایط تنش شوری باشند. Flowers and Hajibagheri (2001) پیشنهاد کردند که وزن خشک زیست توده می‌تواند معیار مناسبی برای غربال سریع محصولات در تنش شوری باشد. به‌طورکلی در اکثر صفات برآورد GCA، SCA و آثار مادری والدین و تلاقی‌ها در شرایط تنش و نرمال متفاوت بود که این در توافق با نتایج سایر پژوهشگران بود (Richards et al. 1987; Slavich et al. 1990). عملکرد دانه در گیاه، تعداد بذر در سنبله و تعداد پنجه بارور از مهم‌ترین صفاتی بودند که برای غربالگری در شرایط شور پیشنهاد شده‌اند (El-Hendawy et al. 2009). وزن خشک به‌عنوان یکی از معیارهای مهم ارزیابی برای تنش شوری در محیط‌های کنترل شده پیشنهاد شده‌است (Kingsbury and Epstein, 1984; Meneguzzo et al. 2000). پژوهشگران زیادی کاهش عملکرد گندم را در شرایط تنش شوری ناشی از کاهش در تعداد پنجه‌های بارور می‌دانند (Maas and Grieve, 1990; Silberbush and Lipps, 1991). تنش شوری تعداد سنبلچه و حجم سنبلچه در سنبله را کاهش می‌دهد (Grieve et al. 1993).

به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که واریانس ژنتیکی برای به‌نژادی در شرایط نرمال و تنش شوری برای ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی حاصل از تلاقی‌های دی‌آلل وجود داشت. واریانس افزایشی و GCA برای همه صفات در شرایط نرمال و تنش شوری معنی‌دار بود. معنی‌داری آثار غلبه برای اکثر صفات در شرایط تنش و نرمال حاکی از این بود که گزینش صفات در نسل‌های آخر دوره به‌نژادی می‌تواند منجر به بهبود صفات برای تحمل به تنش شوری در مواد ژنتیکی مورد مطالعه شود. به‌طور کلی رقم روشن برای صفات عملکرد، وزن زیست توده و تعداد پنجه، رقم بم برای وزن صد دانه، رقم کویر برای صفت تعداد سنبلچه در سنبله، دارای بیش‌ترین ترکیب‌پذیری عمومی بودند و می‌توانند برای بهبود و به‌نژادی این صفات مورد استفاده قرار گیرند. برآورد وراثت‌پذیری عمومی بالا و هم‌چنین وراثت‌پذیری خصوصی متوسط و بالا برای صفات مورد مطالعه در این پژوهش حاکی از امیدبخش بودن این مواد ژنتیکی برای اصلاح و بهبود در شرایط نرمال و همچنین تحمل به تنش شوری بود.

سپاسگزاری

از تمامی کارکنان مرکز ملی شوری یزد و بخش غلات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج به جهت همکاری‌های فنی و ابزاری برای اجرای این پژوهش صمیمانه تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

Ali Z, Khan AS (1998) Combining ability studies of some morphophysiological traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Agricultural Sciences 35: 1-3.

Ashraf M (1994) Breeding for salinity tolerance in plants. Critical Reviews in Plant Sciences 13: 17-42.

Ashraf M, Athar HR, Harris PJC, Kwon TR (2008) Some prospective strategies for improving crop salt tolerance. Advances in Agronomy 97: 45-110.

Ashraf M, McNeilly T, Bradshaw AD (1986) Response and ion uptake of selected salt tolerant and unselected lines of three legume species. New Phytologist 104: 463-472.

Ashraf M, Shahbaz M (2003) Assessment of genotypic variation in salt tolerance of early CIMMYT hexaploid wheat germplasm using photosynthetic capacity and water relations as selection criteria. Photosynthetica 41: 273-280.

Azhar FM, McNeilly T (1988) The genetic basis of variation for salt tolerance in *Sorghum bicolor* (L.) Moench seedlings. Plant Breeding 101: 114-21.

Baker R (1978) Issues in diallel analysis. Crop Science 18: 533-536.

Cuartero J, Bolarin MC, Asins MJ, Moreno V (2006) Increasing salt tolerance in the tomato. Journal of Experimental Botany 57: 1045-1058.

El-Hendawy SE, Ruan Y, Hu Y, Schmidhalter U (2009) A comparison of screening criteria for salt tolerance in wheat under field and controlled environmental conditions. Journal of Agronomy and Crop Science 195: 356-367.

Epstein E, Norlyn JD, Rush DW, Kingsbury R, Kelly DB, Wrana AF (1980) Saline culture of crops: a genetic approach. Science, 210: 399-404.

Flowers T (2006) Preface. Journal of Experimental Botany 57: p. iv.

www.SID.ir

Archive of SID

Flowers TJ (2004) Improving crop salt tolerance. Journal of Experimental Botany 55: 307-319.
Flowers TJ, Hajibagheri MA (2001) Salinity tolerance in *Hordeum vulgare*: ion concentrations in root cells of cultivars differing in salt tolerance. Plant Soil 23: 1-9.
Flowers TJ, Yeo AR (1995) Breeding for salinity resistance in crop plants: where next? Australian Journal of Plant Physiology 22: 875-884.
Genc Y, Oldach K, Verbyla A, Lott G, Hassan M, Tester M, Wallwork H, McDonald GK (2010) Sodium exclusion QTL associated with improved seedling growth in bread wheat under salinity stress. Theoretical and Applied Genetics 121: 877-894.
Grieve CM, Lesch SM, Maas EV, Francois LE (1993) Leaf and Spikelet Primordia Initiation in Salt-stressed Wheat. Crop Science 33: 1286-1294.
Griffing B (1956) Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Australian Journal of Biological Sciences 9: 463-493.
Karadimova M, Djambova G (1993) Increased NaCl-tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L. and *T. durum* Desf) through in vitro selection. In Vitro Cellular & Developmental Biology 29: 180-182.
Kebebew F, McNeilly T (1996) The genetic basis of variation in salt tolerance in Pearl Millet, *Pennisetum americanum* (L.) Leeke. Journal of Genetics and Breeding 50: 129-136.
Kingsbury R, Epstein E (1984) Selection for salt-resistant spring wheat. Crop Science 24: 310-315.
Kulshreshtha N, Singh KN (2011) Combining ability studies in wheat (*Triticum aestivum* L.) for genetic improvement under salt stress. Journal of Wheat Research 3: 22-26.
Läuchli A, Grattan S (2007) Plant growth and development under salinity stress. In: Jenks MA, Hasegawa PM, Jain SM, Foolad M (Eds.) Advances in molecular breeding toward drought and salt tolerant crops, Springer, Dordrecht, Netherlands, 1-32.
Lilliefors, HW (1969) On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. Journal of the American Statistical Association, 62: 399-402.
Lindsay MP, Lagudah ES, Hare RA, Munns R (2004) A locus for sodium exclusion (Nax1), a trait for salt tolerance, mapped in durum wheat. Functional Plant Biology 31: 1105-1114.
Martinez-Beltran J, Manzur CL (2005) Overview of salinity problems in the world and FAO strategies to address the problem. In: Proceedings of the International Salinity Forum, Riverside, California, April 2005, 311-313.
Mass EV, Grieve CM (1990) Spike and leaf development in salt stressed wheat. Crop Science 30: 1309-1313.
Mather K, Jink J (1982) Biometrical Genetics: The Study of Continuous Variation. 3rd: Chapman and Hall, London.
Meneguzzo S, Navari-Izzo F, Izzo R (2000) NaCl effects on water relations and accumulation of mineral nutrients in shoots, roots and cell sap of wheat seedling. Journal of Plant Physiology 156: 711-716.
Munns R (2005) Genes and salt tolerance: bringing them together. New Phytologist 167: 645-663.
Munns R, Hare RA, James RA, Rebetzke GJ (2000) Genetic variation for improving the salt tolerance of durum wheat. Australian Journal of Agricultural Research 51: 69-74.
Munns R, Husain S, Rivelli AR, James RA, Condon AG, Lindsay MP, Lagudah ES, Schachtman DP, Hare RA (2002) Avenues for increasing salt tolerance of crops, and the role of physiologically based selection traits. Plant Soil, 247: 93-105.
Munns R, James RA (2003) Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. Plant Soil, 253: 201-218.
Munns R, James RA, Läuchli A (2006) Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany 57: 1025-1043.
Munns R, Tester M (2008) Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology 59: 651-681.
Pecetti L, Gorham, J (1997) Screening of durum wheat germplasm for Na uptake under moderate salinity. Cereal Research Communications 25: 923-930.
Pitman MG, Läuchli, A (2002) Global impact of salinity and agricultural ecosystems. In: Läuchli A, Lüttge U (Eds.) Salinity: Environment – Plants – Molecules, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 3-20.
Poustini K, Siosemardeh A (2004) Ion distribution in wheat cultivars in response to salinity stress. Field Crop Research 85: 125-133.
Poustini K, Siosemardeh A, Ranjbar M (2007) Proline accumulation as a response to salt stress in 30 wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in salt tolerance. Genetic Resources and Crop Evolution. 54: 925-934.
Rajendran K, Tester M, Stuart JR (2009) Quantifying the three main components of salinity tolerance in cereals. Plant, Cell & Environment 32: 237-249.
Rao SA, McNeilly T (1999) Genetic basis of variation for salt tolerance in maize (*Zea mays* L.). Euphytica 108: 145-50.
Rehman SU, Harris PJC, Ashraf M (2005) Stress environment and their impact on crop production. In: Ashraf, M, Harris PJC (Eds.) Abiotic Stresses: Plant Resistance Through Breeding and Molecular Approaches, Food Products Press: An Imprint of the Haworth Press, Inc, NY, USA, 3- 18.
Reynolds M, Tuberosa R (2008) Translational research impacting on crop productivity in drought-prone environments. Current Opinion in Plant Biology 11: 171-179.
Richards RA (1978) Genetic analysis of drought stress response in rape seed (*Brassica compestris* and *B. napus*). I. Assessment of environments for maximum selection response in grain yield. Euphytica 27: 609-615.
Roy D (2000) Plant Breeding: Analysis and exploitation of variation. Narosa Publication, New Delhi. P 701.
Sener O, Klne M, Yagbasanlar T (2000) Estimation of inheritance of some agronomical characters in common wheat by diallel cross analysis. Turkish Journal of Agriculture and forestry 24: 121-127.
Shannon MC, Noble CL (1990) Genetic approaches for developing economic salt tolerant crops. In: Tanji KK (Ed.) Agricultural salinity assessment and management,

www.SID.ir

Archive of SID

ACSE Manuals and reports on engineering practice No. 71. ASCE, New York, 165-185.
Silberbush M, Lipps SH (1991) Potassium, ammonium/nitrate ratio and sodium chloride effects on wheat growth. II. Tillers and grain yields. Journal of Plant Nutrition 14: 765-773.
Singh H, Sharma SN, Sain RS, Singhania DL (2003) The inheritance of production traits in wheat by diallel analysis. SABRAO Journal of Breeding 35: 1-9.
Singh K, Chatrath R (1997) Combining ability studies in bread wheat (*Triticum aestivum* L. Thell) under salt stress environments. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding 57: 127-132.
Slavich PG, Read BJ, Cullis BR (1990) Yield response of barley germplasm to field variation in salinity quantified using the Em-38. Australian Journal of Experimental Agriculture 30: 551-556.
Stansfield WD (1991) Theory and problems of genetics. McGraw Hill Co: New York, USA.
Wyn Jones, R G Gorham T (1993) Salt tolerance. In: Johnson CB (Ed.) Physiological Processes. Limiting Plant Productivity, Butterworths, London, 271-292.
Yamaguchi T, Blumwald E (2005) Developing salt-tolerant crop plants: challenges and opportunities. Trends in Plant Science 10: 615–620.
Zhang Y, Kang MS (2005) DIALLEL-SAS05. Agronomy Journal 97: 1097-1106.

www.SID.ir