Archive of SID

"نهال و بذر"
جلد ۱۹، شماره ۲، شهریور ۱۳۸۲

ارزیابی ترکیب‌پذیری لاین‌های سورگوم جهت تولید ارقام هیبرید
Evaluation of Combining Ability of Sorghum Lines for Improving Hybrid Cultivars

عزیز فومن، محمدرضا قنادها و علی مقدم

مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

تاریخ دریافت:۸۰/٤/٥

چکیده

فومن، ع.، قنادها، م. ر.، و مقدم، ع. ۱۳۸۲. ارزیابی ترکیب‌پذیری لاین‌های سورگوم جهت تولید ارقام هیبرید. **نهال و بذر** ۱۹: ۱٥٤-۱۳۷.

در سال ۱۳۷۷، شش لاین نر عقیم سیتوپلاسمی با چهار لاین نر بارور (تستر) به روش طرح آزمایشی فاکتوریل (٦×٤) تلاقی داده شدند. در سال بعد، ۲٤ هیبرید حاصل همراه با ۱۰ لاین والدی در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در کرج مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفتند. چهار صفت ارتفاع بوته، تعداد پنجه، عملکرد علوفه تر و خشک در دو چین کامل کلیه تیمارها مورد بررسی قرار گرفت. بین تیمارها، چین‌ها و اثر متقابل تیمار × چین برای کلیه صفات اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت. تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ژنوتیپ‌ها، والدین در مقابل هیبرید (به جز برای تعداد پنجه در متوسط دو چین)، لاین‌ها (فقط برای ارتفاع در چین دوم و متوسط دو چین)، تسترها و اثر متقابل لاین × تستر معنی‌دار هستند. ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) لاین‌ها و تسترهای مورد آزمایش معنی‌دار بودند که بیانگر اهمیت اثرات افزایشی ژن برای این صفات بوده و روش‌های گزینشی برای اصلاح آن‌ها مناسب است. توارث‌پذیری تعدادی از صفات در چین اول، دوم و متوسط دو چین متفاوت بود لذا در حالت علوفه‌ای چند چینه بایستی حتما توارث‌پذیری در هر چین (مورد نظر به نژادگر) بررسی گردد. بین ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) تعدادی از والدین برای همه صفات اختلاف معنی‌دار وجود داشت که نشان‌دهنده اهمیت اثرات غیرافزایشی ژن‌ها برای این صفات است و روش هیبریداسیون برای دستیابی به آن‌ها مناسب‌ترین است. بیشترین SCA مثبت برای عملکرد علوفه تر از تلاقی‌های $A_{ICS84} \times R_2$، $A_{ICS88005} \times R_1$، $A_{ICS31} \times R_{S8}$ و $A_1 \times R_{112}$ و علوفه خشک از $A_{ICS88005} \times R_1$، $A_{ICS31} \times R_{S8}$، $A_2 \times R_{112}$، $A_{ICS84} \times R_{112}$ و $A_{ICS31} \times R_2$ در مجموع دو چین حاصل گردید. بیشترین عملکرد علوفه تر در مجموع دو چین از تلاقی $A_{ICS84} \times R_2$ و علوفه خشک از $A_{ICS31} \times R_2$ به ترتیب با ۱٤٤/۸ و ۳٤/٥ تن در هکتار به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: سورگوم، تجزیه لاین × تستر، طرح آمیزشی فاکتوریل، SCA و GCA.

این مقاله بر اساس نتایج به دست آمده از اجرای طرح تحقیقاتی شماره ۷۷۱٤۱-۱۲-۱۰۷ مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه گردیده و قسمتی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول می‌باشد که به دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج ارائه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

رمز موفقیت در تهیه ارقام هیبرید به توانائی به‌نژادگر در دستیابی به ترکیب مناسبی از لاین‌های خالص جهت ایجاد هیبریدهای برتر بستگی دارد. جهت نیل به این هدف بررسی و ارزیابی قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) لاین‌ها در برنامه تولید ارقام هیبرید بسیار مهم است (House, 1985).

سورگوم (*Sorghum bicolor* (L.) Moench گیاهی است که ۱۰-۲ درصد دگرگشنی دارد. بنابراین جزو گیاهان خودگشن به حساب می‌آید و تا زمان کشف صفت نرعقیمی سیتوپلاسمی و تولید بذر هیبرید، به صورت ارقام خالص کشت می‌گردید. صفت نرعقیمی سیتوپلاسمی توسط استفنز و هلند (Stephens and Holand, 1954) در سال ۱۹۵٤ در سورگوم کشف گردید و در سال ۱۹۵۸ تولید بذر هیبرید سورگوم به عرصه تولید رسید (Quinby, 1963). کوینبی تا سال ۱۹۷۱ اکثر مسائل تولید تجارتی ارقام هیبرید سورگوم را هموار نمود و در این سال تولید تجارتی این ارقام در کشورهای ایالات متحده آمریکا، چین و هندوستان معمول گردید (Reddy and Rao, 1997؛ Schertz and Pring, 1982). در حال حاضر سورگوم به دو صورت ارقام خالص و ارقام هیبرید در دنیا کشت می‌گردد.

هتروزیس که به عنوان برتری هیبرید F1 نسبت به میانگین والدین یا والد برتر تعریف می‌شود در سورگوم با زودرسی، ارتفاع بوته، پنجه‌زنی بیشتر، افزایش عملکرد دانه و علوفه تظاهر می‌کند (Quinby, 1963؛ Kirby and Atkins, 1986).

منیکام و ویجندرا داس (Manickam and Vijendra Das, 1994) سه لاین و ١٤ تستر سورگوم علوفه‌ای را جهت ارزیابی قابلیت ترکیب‌پذیری برای ۱۱ صفت شروع گلدهی، ارتفاع گیاه، محیط ساقه، تعداد پنجه، تعداد برگ، سطح برگ هر گیاه، عملکرد علوفه تر، عملکرد ماده خشک، مواد جامد محلول، پروتئین خام و عملکرد دانه مورد بررسی قرار دادند. نسبت واریانس GCA به SCA برای ۱۱ صفت مورد بررسی، بزرگتر بودن واریانس SCA به واریانس GCA را نشان داد که بیانگر اثرات غیرافزایشی ژن‌های کنترل‌کننده همه صفات به جز تعداد پنجه و برگ می‌باشد. بزرگتر بودن واریانس GCA به SCA تعداد پنجه و برگ به وسیله راس و همکاران (Ross *et al.*, 1976) نیز در خصوص سورگوم علوفه‌ای گزارش گردیده است.

گانگاکیشان‌وباریکار (Ganga Kishan and Borikar, 1988) سه لاین نر عقیم سیتوپلاسمی سورگوم را با پنج تستر در هندوستان تلاقی داده و ۱۵ هیبرید حاصل را به همراه والدین به منظور ارزیابی عملکرد و اجزاء عملکرد مورد بررسی قرار دادند و اعلام کردند برای پنج صفت مورد بررسی (ارتفاع گیاه، زمان گلدهی، طول خوشه، وزن هزار دانه و عملکرد) اثرات ژنوتیپ‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

(تیمارها)، هیبریدها، تسترها و اثر متقابل هیبرید × تستر معنی‌دار است.

کروک و کاسادی (Crook and Casady, 1974) با تلاقی فاکتوریل چهار لاین نر عقیم سیتوپلاسمی سورگوم با ۱۰ لاین نر بارور با پایه ژنتیکی متنوع به عنوان تستر، ٤٠ هیبرید حاصل را همراه با والدین مورد بررسی قرار دادند. واریانس ژنتیکی برای تمام صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود و SCA نیز برای تمام صفات به جز عملکرد دانه معنی‌دار گزارش گردید.

چوداری (Choudhari, 1992) سه لاین نر عقیم و هشت تستر را به صورت فاکتوریل تلاقی داده و ٢٤ هیبرید حاصل از این تلاقی‌ها را به همراه والدین آن‌ها مورد بررسی قرار داد و هتروزیس برای ارتفاع گیاه، عملکرد ساقه تر در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی، عملکرد شیره و دانه مشاهده کرد. هوکسترا و همکاران (Hookstra *et al.*, 1983) با تلاقی ۱۹ لاین نرعقیم سیتوپلاسمی سورگوم دانه‌ای را با شش توده آزاد گرده‌افشان به عنوان تستر تلاقی دادند و ١١٤ هیبرید یا توده تاپ‌کراس حاصل را به مدت دو سال از نظر اثرات قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی مورد بررسی و ارزیابی قرار دادند. اختلاف معنی دار بین لاین‌ها و جامعه‌های تستر برای صفات عملکرد، ارتفاع گیاه، تعداد روز تا گل‌دهی، تعداد پنجه و درصد روغن مشاهده کردند. اثر متقابل لاین × تستر برای عملکرد، ارتفاع گیاه و زمان گل‌دهی نیز معنی‌دار بود.

کمبود علوفه در ایران و ظرفیت تولید بالای سورگوم و سازگاری آن با شرایط اقلیمی ایران،ایجاب می کند تا ارقام سازگار با شرایط آب و هوایی ایران در داخل کشور تولید گردد و از هیبریدهای سورگوم علوفه‌ای با ظرفیت تولید بالا که بیشتر از پدیده هتروزیس ناشی می‌شود بهره بیشتری گرفته شود و امتیاز تولید بذر هیبریدهای تولید شده نیز در اختیار کشورمان باشد تا از واردات بذر هیبریدهای سورگوم علوفه‌ای خارجی جلوگیری به عمل آید. بنابراین تهیه ارقام هیبرید پرمحصول برای کشور از اهمیت خاصی برخوردار است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق شش لاین نرعقیم سیتوپلاسمی سورگوم با چهار لاین نر بارور به عنوان تستر در یک طرح آزمایشی فاکتوریل ٦×٤ در سال ۱۳۷۷ در کرج تلاقی داده شدند. در بهار سال بعد، ٢٤ هیبرید حاصل همراه با ۱۰ لاین والدی در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار از نظر صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه، عملکرد علوفه تر و خشک مورد بررسی قرار گرفتند. لاین‌ها شامل $L_1(A_1)$، $L_2(A_2)$، $L_3(A_3)$، $L_4(A_{ICS31})$، $L_5(A_{ICS84})$، $L_6(A_{ICS88005})$ و تسترها $T_1(R_1)$، $T_2(R_2)$، $T_3(R_{112})$ و $T_4(R_{S8})$ بودند.

www.SID.ir

Archive of SID

زمین مورد نظر در پاییز شخم عمیق زده شد و کود فسفات آمونیوم بر مبنای ۱۱۵ کیلوگرم P_2O_5 و ٤٥ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در پاییز داده شد. کود نیتروژن از نوع اوره در زمان کاشت و داشت در مجموع به میزان ۱۳۸ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در سه نوبت به طور مساوی در زمان کاشت و به صورت سرک (در مرحله ٤٠-۳۵ سانتی‌متری بوته‌ها) و بعد از چین‌برداری استفاده گردید. هر تیمار در هر تکرار بر روی سه خط به طول ۷/۵ متر کشت گردید، فواصل کاشت ۸×٦٠ سانتی‌متر بود. برداشت و یادداشت‌برداری از خط وسط با حذف ۲۵ سانتی‌متر از طرفین آن به عمل آمد و دو خط کناری به عنوان حاشیه حذف گردیدند. جهت تعیین ارتفاع و تعداد پنجه، ۱۰ بوته از خط وسط به طور تصادفی در هر تکرار مورد عمل قرار گرفت. برداشت علوفه تر از سطح ٤/۲ مترمربع به عمل آمد و یک نمونه ۲ کیلوگرمی از هر تیمار در هر تکرار جهت تعیین وزن خشک به دستگاه خشک‌کن منتقل گردید.

آبیاری نشتی هر ۱۰-۷ روز یک بار انجام شد. برداشت از سطح ۱۰ سانتی‌متری زمین به عمل آمد تا رشد رویشی چین بعدی تسهیل گردد. همه صفات مورد بررسی در هر دو چین اندازه‌گیری، شمارش و توزین گردید.

تجزیه واریانس داده‌های دو چین در قالب کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد و روش تجزیه لاین × تستر طبق روش کمپتورن (Kempthorne, 1957) و سینگ و چوداری (Singh and Choudhary, 1976) در طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) والدین، واریانس اثر افزایشی، غالبیت و درصد سهم لاین‌ها، تسترها و لاین × تستر محاسبه گردید و مقایسات میانگین‌ها به‌روش دانکن (DMRT) به‌عمل آمد.

نتایج و بحث

ابتدا داده‌های دو چین کلیه صفات در قالب کرت‌های خرد شده در زمان تجزیه واریانس گردید. از آنجا که اختلاف معنی‌دار بین اثر متقابل تکرار × چین در هیچ صفتی مشاهده نگردید، اشتباه دو عامل یاد شده در هم ادغام (Pooled) گردیده و تجزیه واریانس به صورت کرت‌های خرد شده معمولی جهت تعیین وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین دو چین به عمل آمد. نتایج تجزیه واریانس داده‌های دو چین نشان داد که بین تیمارها، چین‌ها و اثر متقابل تیمار × چین برای کلیه صفات اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ وجود دارد (جدول ۱). اختلاف موجود بین تیمارها بیانگر وجود تنوع ژنتیکی بین مواد آزمایشی می‌باشد. معنی‌دار بودن اثر چین و اثر متقابل تیمار × چین، به ترتیب تفاوت دو چین و واکنش متفاوت ارقام را در چین‌های مختلف نشان می‌دهد. مقایسه میانگین چین‌ها نشان داد که عملکرد علوفه تر، علوفه خشک و تعداد پنجه در چین دوم بیشتر از چین اول بوده و فقط ارتفاع بوته در چین اول بیشتر از چین دوم است (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ـ تجزیه واریانس صفات مختلف در دو چین سورگوم در قالب کرت‌های خرد شده

Table. 1. Analysis of variance for two cuttings of sorghum in split plot

S. O. V.	منبع تغییرات	درجه آزادی d.f.	میانگین مربعات MS: ارتفاع بوته Plant height	تعداد پنجه Tiller No.	عملکرد علوفه تر Green fodder	عملکرد علوفه خشک Dry matter
Replication	تکرار	2	1.74	0.01	54.20	0.63
Treatment (T)	تیمار	33	12062.03**	8.18**	692.19**	50.39**
Error 1	خطا	66	48.83	0.01	32.37	1.21
Cutting (C)	تیمار × چین	1	2329.09**	279.77**	7549.42**	118.86**
T × C	خطا	33	359.25**	0.50**	47.03**	2.49**
Error 2		68	19.34	0.08	22.38	0.90
C.V. %			2.80	8.66	8.92	7.45

**: Significant at 1% level of probability.

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

جدول ۲ـ مقایسه میانگین چین‌های سورگوم برای صفات مختلف

Table 2. Comparison of means of sorghum cuttings for different traits

Traits	صفات	چین Cutting		میانگین Means	گروه Groupping
Plant height (cm)	ارتفاع بوته	First	اول	160.53	a
		2 nd	دوم	153.77	b
Tiller No.	تعداد پنجه	2 nd	دوم	4.38	a
		First	اول	2.04	b
Green fodder (tha^{-1})	عملکرد علوفه تر	2 nd	دوم	59.11	a
		First	اول	46.95	b
Dry matter (tha^{-1})	عملکرد علوفه‌خشک	2 nd	دوم	13.50	a
		First	اول	11.97	b

حروف a و b گروه‌های جداگانه‌ای را در سطح احتمال ۱٪ نشان می‌دهند.

The a and b show separately groups at 1% level of probability.

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس و تجزیه لاین × تستر صفت ارتفاع بوته در جدول ۳ نشان داد میانگین مربعات تیمار، والدین، هیبریدها، والدین در مقابل هیبرید، لاین‌ها (به جز در چین اول، متوسط دو چین در سطح ۵٪)، تسترها و اثر

www.SID.ir

Archive of SID

متقابل لاین × تستر در هر دو چین و متوسط چین‌ها معنی‌دار در سطح ۱٪ می‌باشد. معنی‌دار بودن میانگین مربعات هیبریدها و والدین بیانگر تفاوت ارتفاع و وجود تنوع ژنتیکی بین مواد مورد آزمایش می‌باشد. مقایسه میانگین ارتفاع بوته با روش دانکن در سطح ۱٪ در متوسط دو چین نشان داد (جدول ٤) که هیبریدهای $L_2 \times T_1$، $L_1 \times T_1$ و $L_3 \times T_3$ بیشترین ارتفاع را داشته و در گروه اول قرار دارند. بیشترین ارتفاع در متوسط دو چین مربوط به هیبرید $L_2 \times T_1$ و کمترین آن مربوط به لاین L_6 به ترتیب به مقدار ۲۳۲/٦ و ۹۰/۰۲ سانتی‌متر بود. به طور کلی اختلاف ارتفاع هیبریدها نسبت به والدین خیلی زیاد بوده و از هتروزیس بالایی برخوردار است .معنی‌دار بودن میانگین مربعات هیبرید، انجام تجزیه لاین × تستر را ممکن می‌سازد. معنی‌دار بودن اثر والدین در مقابل هیبریدها به وجود هتروزیس (اعم از مثبت و منفی) برمی‌گردد.

میانگین مربعات لاین‌ها در چین اول غیرمعنی‌دار و در چین دوم و متوسط چین‌ها به ترتیب در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ معنی‌دار بود. بدین ترتیب چین اول دلالت بر عدم وجود اثرات افزایشی و چین دوم و متوسط چین‌ها وجود اثرات افزایشی را در کنترل این صفت نشان می‌دهد. معنی‌دار بودن میانگین مربعات تسترها بیانگر وجود اثرات GCA یا افزایش در کنترل این صفت در لاین‌های مورد پژوهش است. معنی‌دار بودن میانگین مربعات اثر متقابل لاین × تستر نشان‌دهنده وجود اثرات SCA یا غیرافزایشی در کنترل ارتفاع بوته می‌باشد. بدین ترتیب در کنترل این صفت بایستی هم اثرات افزایشی و هم‌اثرات غیرافزایشی‌نقش‌داشته باشند.

جهت تعیین بهترین ترکیب شونده‌های لاین و یا تستر، اثرات GCA مربوط به هر لاین با تستر محاسبه و در جدول ٥ درج گردیده است. لاین‌های L_1، L_2، L_3 و همچنین تسترهای T_1 و T_2 دارای اثرات GCA معنی‌دار مثبت بوده و به عنوان بهترین ترکیب شونده‌ها در ارتباط با صفت ارتفاع بوته انتخاب می‌گردند. اثرات SCA ترکیبات مورد پژوهش و مقادیر واریانس‌های افزایشی و غالبیت در جدول ٦ درج گردیده است. ترکیبات $L_3 \times T_4$، $L_2 \times T_1$، $L_1 \times T_1$، $L_6 \times T_3$ و $L_5 \times T_3$ دارای بیشترین اثرات SCA مثبت و معنی‌دار بودند. معنی‌دار بودن واریانس غالبیت در ارتباط با این صفت بیانگر نقش مهم این بخش از واریانس ژنتیکی و همچنین عمل ژن در بروز این صفت می‌باشد. بنابراین تولید ارقام هیبرید با ارتفاع بیشتر جهت استفاده از این بخش از واریانس ژنتیکی توجیه‌پذیر می‌باشد.

تعداد پنجه

نتایج تجزیه واریانس و تجزیه لاین × تستر صفت تعداد پنجه (جدول ۳) نشان داد که میانگین‌مربعات تیمار، والدین، هیبریدها، والدین در مقابل هیبرید (به جز در متوسط دو چین)،

www.SID.ir

www.SID.ir

جدول ۳ـ تجزیه واریانس صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه، عملکرد علوفه تر و خشک سورگوم

Table 3. Analysis of variance for plant heigh, tiller number green fodder and dry matter yield of sorghum

			MS میانگین مربعات											
			ارتفاع بوته Plant height			تعداد پنجه Tiller No			عملکرد علوفه تر Green fodder			عملکرد علوفه خشک Dry matter		
S. O. V.	منبع تغییرات	درجه آزادی d.f.	چین اول First cut	چین دوم 2nd cut	متوسط Mean	چین اول First cut	چین دوم 2nd cut	متوسط Mean	چین اول First cut	چین دوم 2nd cut	مجموع Total	چین اول First cut	چین دوم 2nd cut	مجموع Total
Replication	تکرار	2	0.59	2.17	0.91	0.02	0.02	0.01	41.27	16.74	27.14	0.31	0.83	0.32
Treatment	تیمار	33	6773.57**	5647.71**	6030.69**	3.59**	5.10**	4.12**	324.88**	414.40**	346.12**	26.51**	26.36**	25.19**
Parents (P)	والدین	9	2145.64**	2112.58**	2095.48**	6.31**	12.15**	8.90**	68.19**	269.82**	123.09**	5.68**	18.58**	9.99**
Hybrid (H)	هیبرید	23	5416.92**	5451.52**	5255.13**	2.62**	2.51**	2.43**	184.41**	266.59**	210.05**	14.59**	16.02**	14.52**
P vs H	والدین در مقابل هیبرید	1	79627.99**	41976.08**	59285.34**	1.36**	1.27**	0.00^{ns}	5865.82**	51.1537**	5483.06**	488.25**	334.21**	407.48**
Line (L)	لاین	5	1152.35^{ns}	1432.34**	1134.90*	0.14^{ns}	0.28^{ns}	0.07^{ns}	164.78^{ns}	281.08^{ns}	197.94^{ns}	10.37^{ns}	12.20^{ns}	9.98^{ns}
Tester (T)	تستر	3	35539.55**	38650.21**	36910.45**	18.21**	16.91**	17.61**	588.97*	1026.39**	772.73**	57.12**	69.57**	61.66**
L × T	تستر × لاین	15	813.92**	151.51**	297.47**	0.32**	0.37*	0.18**	110.04**	109.79**	101.56**	7.48**	6.58**	6.60**
Error	خطا	66	47.29	19.43	23.39	0.03	0.17	0.06	19.03	36.28	16.18	0.95	1.17	0.61
C. V. %			4.28	2.87	3.08	8.00	9.44	7.68	9.29	10.19	7.58	8.15	8.03	6.12

ns, * and ** : Non significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

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

Archive of SID

Archive of SID

جدول ٤ـ مقایسه میانگین‌های ارتفاع بوته (cm) کلیه تیمارها به روش دانکن در سطح ۱٪
Table 4. Comparison of means of plant height (cm) of treatments at 1% level of probability

First cut چین اول			2 nd cut چین دوم			Mean متوسط دو چین		
تیمار Treatment	میانگین Mean	گروه Groupping	تیمار Treatment	میانگین Mean	گروه Groupping	تیمار Treatment	میانگین Mean	گروه Groupping
$L_2 \times T_1$	246.3	a	$L_1 \times T_2$	224.8	a	$L_2 \times T_1$	232.6	a
$L_1 \times T_1$	239.9	ab	$L_3 \times T_2$	221.1	ab	$L_1 \times T_1$	229.3	a
$L_3 \times T_2$	227.8	bc	$L_2 \times T_1$	218.8	ab	$L_3 \times T_2$	229.4	ab
$L_1 \times T_2$	223.7	cd	$L_1 \times T_1$	218.7	ab	$L_1 \times T_2$	224.3	ab
$L_4 \times T_2$	214.9	cde	$L_2 \times T_2$	215.8	abc	$L_2 \times T_2$	215.2	bc
$L_2 \times T_2$	214.6	cde	$L_4 \times T_2$	212.7	bcd	$L_4 \times T_2$	213.8	bcd
$L_3 \times T_1$	212.4	cde	$L_3 \times T_1$	207.6	cd	$L_3 \times T_1$	210.0	cde
$L_5 \times T_2$	211.1	de	$L_6 \times T_1$	204.9	de	$L_6 \times T_1$	230.4	def
$L_4 \times T_1$	205.5	e	$L_4 \times T_1$	196.5	ef	$L_4 \times T_1$	201.0	ef
$L_6 \times T_1$	202.0	e	$L_6 \times T_2$	190.2	fg	$L_5 \times T_2$	199.4	ef
$L_5 \times T_1$	201.3	e	$L_5 \times T_2$	187.6	fg	$L_6 \times T_2$	195.5	f
$L_6 \times T_2$	200.8	e	$L_5 \times T_1$	185.0	gh	$L_5 \times T_1$	193.1	f
$L_3 \times T_4$	198.0	c	L_2	176.4	h	T_1	170.8	g
T_2	166.7	f	T_2	163.8	i	$L_3 \times T_4$	167.5	g
T_1	165.1	fg	$L_2 \times T_4$	138.7	j	T_2	165.2	g
$L_4 \times T_4$	150.3	gh	$L_3 \times T_4$	136.9	j	$L_2 \times T_4$	137.4	h
$L_3 \times T_3$	141.7	hi	$L_1 \times T_3$	136.4	j	$L_4 \times T_4$	137.0	h
$L_4 \times T_3$	140.1	hi	$L_2 \times T_3$	134.1	j	$L_3 \times T_3$	136.0	h
$L_5 \times T_4$	136.7	hij	$L_1 \times T_4$	133.9	j	$L_1 \times T_4$	133.6	h
$L_2 \times T_4$	136.2	hij	$L_3 \times T_3$	130.3	jk	$L_2 \times T_3$	131.5	hi
$L_6 \times T_3$	136.0	hij	$L_4 \times T_4$	123.7	kl	$L_1 \times T_3$	129.7	hi
$L_1 \times T_4$	133.3	ijk	$L_5 \times T_3$	123.1	klm	$L_5 \times T_4$	129.2	hi
$L_6 \times T_4$	131.3	ijk	$L_5 \times T_4$	121.7	klm	$L_4 \times T_3$	128.2	hij
$L_5 \times T_3$	129.8	ijk	$L_6 \times T_3$	116.9	lmn	$L_6 \times T_3$	128.6	hij
$L_2 \times T_3$	128.9	ijk	L_5	116.3	lmn	$L_5 \times T_3$	126.4	hij
$L_1 \times T_3$	123.0	jkl	$L_4 \times T_3$	116.2	lmn	$L_6 \times T_4$	120.2	ijk
T_4	119.1	klm	L_4	115.0	lmn	T_4	116.2	jkl
L_5	112.9	lmn	T_4	114.8	lmn	L_5	114.6	kl
L_2	107.9	lmn	L_1	113.1	lmn	L_4	110.2	kl
L_4	105.4	mno	T_3	112.8	lmn	L_2	108.2	kl
T_3	104.0	mno	L_3	112.4	mn	T_3	108.4	l
L_1	100.7	no	L_2	110.0	n	L_1	106.9	l
L_3	99.4	no	$L_6 \times T_4$	109.1	n	L_3	105.9	l
L_6	91.2	o	L_6	88.9	o	L_6	90.0	m

L = Lines : $L_1 = A_1$, $L_2 = A_2$, $L_3 = A_3$, $L_4 = A_{ICS31}$, $L_5 = A_{ICS84}$ & $L_6 = A_{ICS88005}$
T = Testers : $T_1 = R_1$, $T_2 = R_2$, $T_3 = R_{112}$ & $T_4 = R_S$

www.SID.ir

www.SID.ir

جدول ۵ـ اثرات ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) لاین‌ها (L) و تسترها (T) برای صفات مختلف سورگوم

Table 5. General combining ability of lines (L) and testers (T) for different traits of sorghum

منابع تغییرات S. O. V.	ارتفاع بوته Plant height (cm)			تعداد پنجه Tiller No.			عملکرد علوفه تر Green folder (tha^{-1})			عملکرد علوفه خشک Dry matter (tha^{-1})		
	First cut	2nd cut	Mean	First cut	2nd cut	Mean	First cut	2nd cut	Total	First cut	2nd cut	Total
Lines												
L1	1.41^{ns}	11.58**	6.51**	0.03^{ns}	0.01^{ns}	-0.01^{ns}	-1.28^{ns}	2.08^{ns}	0.40^{ns}	-0.16^{ns}	0.56^{ns}	0.20^{ns}
L2	2.92^{ns}	9.98**	6.46**	-0.09^{ns}	0.13^{ns}	0.03^{ns}	6.77**	8.19**	7.48**	1.46**	1.63**	1.55**
L3	16.40**	7.13**	11.78**	0.12**	-0.23^{ns}	-0.05^{ns}	-1.23^{ns}	-1.44^{ns}	-1.33^{ns}	-0.74**	-1.04**	-0.89**
L4	-0.86^{ns}	-4.58**	-2.72^{ns}	-0.13**	-0.06^{ns}	-0.11^{ns}	1.50^{ns}	-2.66^{ns}	-0.58^{ns}	0.82**	-0.22^{ns}	0.30^{ns}
L5	-8.83**	-12.52**	-10.69**	-0.01^{ns}	0.20^{ns}	0.12^{ns}	-2.26^{ns}	-0.12^{ns}	-1.19^{ns}	-0.60*	-0.06^{ns}	-0.27^{ns}
L6	-11.04**	-11.59**	-11.34**	0.13**	-0.06^{ns}	0.01^{ns}	-3.51**	-6.04**	-4.78**	-0.78**	-0.99**	-0.88**
S.E. (gi)	1.98	1.27	1.40	0.05	0.12	0.07	1.26	1.74	1.16	0.28	0.31	0.23
Testers												
T1	39.34**	38.40**	38.87**	0.86**	0.86**	0.85**	4.74**	6.32**	5.53**	1.16**	1.50**	1.33**
T2	36.93**	41.82**	39.37**	0.88**	0.81**	0.86**	5.16**	6.04**	5.60**	1.84**	1.87**	1.86**
T3	-45.34**	-40.69**	-43.01**	-0.89**	-0.69**	-0.79**	-4.86**	-3.16*	-4.01**	-1.87**	-1.37**	-1.62**
T4	-30.93**	-39.53**	-35.23**	-0.85**	-0.97**	-0.92**	-5.0**	-9.20**	-7.12**	-1.14**	-2.00**	-1.57**
S. E. (gi)	1.63	1.04	1.14	0.04	0.10	0.06	1.03	1.41	0.95	0.23	0.26	0.18

Ns, * and ** : Non significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

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

Archive of SID

جدول ٦ـ ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) لاین‌ها (L) و تسترها (T) برای صفات مختلف سورگوم

Table 5. Specific combining ability of lines (L) and testers (T) for different traits of sorghum

تستر × لاین Line × Tester	ارتفاع بوته Plant height (cm)			تعداد پنجه Tiller No.			عملکرد علوفه تر Green folder (tha^{-1})			عملکرد علوفه خشک Dry matter (tha^{-1})		
	First cut	2nd cut	Mean	First cut	2nd cut	Mean	First cut	2nd cut	Total	First cut	2nd cut	Total
$L_1 \times T_1$	20.62**	1.85^{ns}	11.25**	-0.34**	-0.21^{ns}	-0.28*	-0.70^{ns}	-1.49^{ns}	-1.10^{ns}	0.64^{ns}	0.57^{ns}	0.61^{ns}
$L_1 \times T_2$	6.79^{ns}	4.53^{ns}	5.64*	0.27**	-0.02^{ns}	0.14^{ns}	0.18^{ns}	-2.91^{ns}	-1.36^{ns}	0.78^{ns}	0.32^{ns}	0.55^{ns}
$L_1 \times T_3$	-11.67**	-1.33^{ns}	-6.51*	0.10^{ns}	0.08^{ns}	0.09^{ns}	6.04**	5.61^{ns}	5.82*	-0.19^{ns}	-0.53^{ns}	-0.36^{ns}
$L_1 \times T_4$	-15.74**	-5.05^{ns}	-10.39**	-0.29**	0.16^{ns}	0.05^{ns}	-5.52**	-1.21^{ns}	-3.36^{ns}	-1.23*	-0.36^{ns}	-0.80^{ns}
$L_2 \times T_1$	25.48**	3.56^{ns}	14.53**	0.43**	-0.39^{ns}	0.02^{ns}	-1.45^{ns}	0.14^{ns}	-0.66^{ns}	-0.41^{ns}	0.32^{ns}	0.14^{ns}
$L_2 \times T_2$	-3.81^{ns}	-2.90^{ns}	-3.37^{ns}	-0.70**	0.33^{ns}	-0.19^{ns}	1.07^{ns}	1.10^{ns}	1.08^{ns}	-1.54**	-1.10^{ns}	-1.08*
$L_2 \times T_3$	-7.28^{ns}	-2.09^{ns}	-4.69^{ns}	0.14^{ns}	0.06^{ns}	0.09^{ns}	4.54^{ns}	3.19^{ns}	3.87^{ns}	2.07**	1.69**	1.88**
$L_2 \times T_4$	-14.39**	1.42^{ns}	-6.47*	0.14^{ns}	0.01^{ns}	0.08^{ns}	-4.16^{ns}	-4.42^{ns}	-4.29^{ns}	-0.98^{ns}	0.92^{ns}	-0.94*
$L_3 \times T_1$	-21.94**	-4.76^{ns}	-13.36**	0.28**	0.16^{ns}	0.23^{ns}	-2.46^{ns}	3.34^{ns}	2.90^{ns}	-0.30^{ns}	-0.08^{ns}	-0.19^{ns}
$L_3 \times T_2$	-4.13^{ns}	5.31*	0.60^{ns}	0.08^{ns}	-0.08^{ns}	-0.02^{ns}	-6.41*	-7.41*	-6.91**	0.31^{ns}	-0.14^{ns}	0.09^{ns}
$L_3 \times T_3$	-7.93^{ns}	2.98^{ns}	-5.48^{ns}	-0.11^{ns}	-0.11^{ns}	-0.10^{ns}	-0.56^{ns}	3.30^{ns}	1.37^{ns}	-0.60^{ns}	0.22^{ns}	-0.19^{ns}
$L_3 \times T_4$	34.00**	2.43^{ns}	18.24**	-0.25**	0.03^{ns}	-0.11^{ns}	4.51^{ns}	0.77^{ns}	2.64^{ns}	0.60^{ns}	-0.00^{ns}	0.30^{ns}
$L_4 \times T_1$	-11.50**	-4.15^{ns}	-7.83**	-0.33**	0.36^{ns}	-0.02^{ns}	-2.29^{ns}	-4.29^{ns}	-3.29^{ns}	-0.92^{ns}	-1.42*	-1.17*
$L_4 \times T_2$	0.30^{ns}	8.56**	4.44^{ns}	0.20*	-0.19^{ns}	0.01^{ns}	-0.09^{ns}	5.64^{ns}	2.77^{ns}	0.47^{ns}	1.83**	1.15*
$L_4 \times T_3$	7.70^{ns}	-5.36*	1.19^{ns}	0.01^{ns}	-0.42^{ns}	-0.21^{ns}	-5.43*	-7.70*	-6.57**	-1.92**	-2.23**	-2.07**
$L_4 \times T_4$	3.50^{ns}	0.95^{ns}	2.20^{ns}	0.14^{ns}	0.26^{ns}	0.22^{ns}	7.81**	6.35^{ns}	7.08**	2.38**	1.81**	2.10**
$L_5 \times T_1$	-7.77^{ns}	-7.74**	-7.76**	-0.32**	-0.47^{ns}	-0.38**	-6.62**	-3.70^{ns}	-5.16*	-2.02**	-1.33*	-1.67**
$L_5 \times T_2$	4.47^{ns}	-8.57**	-2.06^{ns}	0.35*	0.35^{ns}	0.35*	10.73**	9.69**	10.21**	1.19*	0.53^{ns}	0.86^{ns}

Archive of SID

www.SID.ir

www.SID.ir

Table 6. Continued

ادامه جدول ٦

تستر × لاین Line × Tester	ارتفاع بوته Plant height (cm)			تعداد پنجه Tiller No.			عملکرد علوفه تر Green folder (tha^{-1})			عملکرد علوفه خشک Dry matter (tha^{-1})		
	First cut	2nd cut	Mean	First cut	2nd cut	Mean	First cut	2nd cut	Total	First cut	2nd cut	Total
$L_5 \times T_3$	5.37^{ns}	9.41^{**}	7.42^{**}	-0.01^{ns}	0.35^{ns}	0.17^{ns}	-2.10^{ns}	-0.32^{ns}	-1.21^{ns}	1.13^{ns}	1.81^{**}	1.46^{**}
$L_5 \times T_4$	-2.07^{ns}	6.89^{**}	2.40^{ns}	-0.01^{ns}	-0.24^{ns}	-0.14^{ns}	-2.01^{ns}	-5.67^{ns}	-3.84^{ns}	-0.30^{ns}	-1.01^{ns}	-0.65^{ns}
$L_6 \times T_1$	-4.89^{ns}	11.23^{**}	3.16^{ns}	0.30^{**}	0.56^{*}	0.43^{**}	8.59^{**}	6.00^{ns}	7.30^{**}	2.65^{**}	1.94^{**}	2.30^{**}
$L_6 \times T_2$	-3.62^{ns}	-6.93^{**}	-5.25^{ns}	-0.19^{*}	-0.39^{ns}	-0.28^{*}	-5.48^{*}	-6.10^{ns}	-5.79^{*}	-1.69^{**}	-1.45^{*}	-1.57^{*}
$L_6 \times T_3$	13.81^{**}	2.35^{ns}	8.07^{**}	-0.12^{ns}	0.04^{ns}	-0.06^{ns}	-2.49^{ns}	-4.08^{ns}	-3.28^{ns}	-0.49^{ns}	-0.97^{ns}	-0.73^{ns}
$L_6 \times T_4$	-5.29^{ns}	6.64^{**}	-5.98^{*}	0.01^{ns}	-0.21^{ns}	-0.10^{ns}	-0.63^{ns}	4.18^{ns}	1.78^{ns}	-0.47^{ns}	0.48^{ns}	0.00^{ns}
S. E. (Sij)	3.97	2.55	2.79	0.09	0.24	0.14	2.52	3.48	2.32	0.56	0.63	0.45
سایر اجزاء ژنتیکی												
F= ۱ واریانس افزایشی	234.7^{ns}	27.5^{ns}	252.5^{ns}	0.11^{ns}	0.10^{ns}	0.11^{ns}	4.10^{ns}	8.51^{ns}	5.90^{ns}	0.37^{ns}	0.49^{ns}	0.41^{ns}
F= ۱ واریانس غالبیت	255.5^{**}	44.0^{*}	91.4^{**}	0.10^{**}	0.07^{ns}	0.04^{ns}	30.34^{*}	24.50^{*}	28.46^{*}	2.18^{*}	1.80^{*}	2.00^{**}
سهم لاین‌ها ٪ Contribution of lines %	4.63	5.71	4.69	1.16	2.44	0.61	19.43	22.92	20.49	15.45	16.55	14.95
سهم تسترها ٪ Contribution of testers %	85.58	92.48	91.61	90.81	88.05	94.48	41.66	50.22	47.98	51.08	56.65	55.41
سهم لاین × تستر ٪ Contribution of L × T%	9.80	1.81	3.69	8.03	9.51	4.91	38.92	26.86	31.53	33.46	26.80	29.64

ns. * and ** : Non significant. significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

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

F : Coefficient of Inbreeding

F: ضریب اینبریدینگ (خویش‌آمیزی)

Archive of SID

Archive of SID

تسترها و لاین × تستر در هر دو چین و متوسط چین‌ها در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است. اثرات والدین در مقابل هیبریدها در متوسط دو چین و لاین‌ها در چین اول، دوم و متوسط دو چین معنی‌دار نمی‌باشند. معنی‌دار بودن میانگین مربعات هیبریدها و والدین بیانگر تفاوت تعداد پنجه و وجود تنوع ژنتیکی بین مواد مورد آزمایش می‌باشد. مقایسه میانگین تعداد پنجه با روش دانکن در سطح احتمال ۱٪ در متوسط دو چین نشان داد (جدول ۷) که تسترهای T_1 و T_2 به ترتیب با متوسط پنجه ۶/۷۳ و ۶/۱۳ بیشترین و لاین L_5 با متوسط ۲/۰۷ کمترین پنجه را دارند. در متوسط دو چین بیشترین تعداد پنجه در بین هیبریدها به ترکیب‌های $L_6 \times T_1$، $L_5 \times T_2$، $L_3 \times T_1$، $L_1 \times T_2$، $L_2 \times T_1$ و $L_3 \times T_2$ به ترتیب با متوسط ۴/۵۳، ۴/۵۰، ۴/۲۳، ۴/۱۷، ۴/۱۰ و ۴/۰۰ پنجه تعلق دارد. تفاوت معنی‌دار موجود بین میانگین مربعات هیبرید، انجام تجزیه لاین × تستر را ممکن می‌سازد. اثر معنی‌دار والدین در مقابل هیبریدها، در چین اول و دوم به وجود هتروزیس (اعم از مثبت و منفی) مربوط می‌شود. ولی در متوسط دو چین اختلاف معنی‌دار بین والدین در مقابل هیبریدها از نظر این صفت مشاهده نمی‌شود. عدم تفاوت معنی‌دار در متوسط دو چین به لاین‌ها برمی‌گردد که از نوع سورگوم دانه‌ای بوده و در چین دوم بر اثر چین‌برداری شرایط برای پنجه‌دهی نوع دانه‌ای هم فراهم شده است.

میانگین مربعات لاین‌ها در چین اول، دوم و متوسط چین‌ها معنی‌دار نبود. بنابراین اثرات افزایشی در کنترل این صفت نقشی ندارد. معنی‌دار بودن میانگین مربعات تسترها بیانگر وجود اثرات افزایشی در کنترل این صفت در تسترهای مورد آزمایش است. معنی‌دار بودن میانگین مربعات اثر متقابل لاین × تستر نشان می‌دهد وجود اثرات SCA یا غیرافزایشی در کنترل تعداد پنجه می‌باشد.

اثرات GCA مربوط به هر لاین و تستر، جهت تعیین بهترین ترکیب شونده‌ها محاسبه و در جدول ۵ درج گردیده است. چنانکه قبلاً نیز ذکر گردید این اثر بین لاین‌ها در متوسط دو چین معنی‌دار نبوده ولی تسترهای T_1 و T_2 دارای اثرات GCA معنی‌دار مثبت بوده و به عنوان بهترین ترکیب‌شونده‌ها در ارتباط با صفت تعداد پنجه گزینش می‌شوند. اثرات SCA ترکیبات مورد آزمایش و مقادیر واریانس‌های افزایشی و غالبیت در جدول ۶ درج گردیده است. ترکیبات $L_6 \times T_1$ و $L_5 \times T_2$ دارای بیشترین اثرات SCA مثبت و معنی‌دار در متوسط دو چین می‌باشند.

عملکرد علوفه تر و خشک

نتایج تجزیه واریانس و لاین × تستر عملکرد علوفه تر و خشک (جدول ۳) نشان داد که میانگین مربعات تیمار ، والدین، هیبریدها، والدین در مقابل هیبرید، تسترها و اثر متقابل لاین × تستر در چین اول، دوم و مجموع دو

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷ـ مقایسه میانگین‌های تعداد پنجه کلیه تیمارها به روش دانکن در سطح ۱٪

Table 7. Comparison of means of tiller No. of treatments at 1% level of probability (DMRT)

First cut چین اول			2 nd cut چین دوم			Mean متوسط دو چین		
تیمار Treatment	میانگین Mean	گروه Groupping	تیمار Treatment	میانگین Mean	گروه Groupping	تیمار Treatment	میانگین Mean	گروه Groupping
T_2	4.733	a	T_1	9.000	a	T_1	6.733	a
T_1	4.467	a	T_2	7.533	b	T_2	6.133	b
$L_6 \times T_1$	3.400	b	$L_5 \times T_2$	5.667	c	$L_6 \times T_1$	4.533	c
$L_3 \times T_1$	3.367	b	$L_6 \times T_1$	5.667	c	$L_5 \times T_2$	4.500	c
$L_5 \times T_2$	3.333	b	$L_2 \times T_2$	5.567	c	$L_3 \times T_1$	4.233	cd
$L_2 \times T_1$	3.300	bc	$L_4 \times T_1$	5.467	c	$L_1 \times T_2$	4.167	cd
$L_1 \times T_2$	3.233	bc	$L_3 \times T_1$	5.100	cd	$L_2 \times T_1$	4.100	cd
$L_3 \times T_2$	3.200	bc	$L_1 \times T_2$	5.100	cd	$L_3 \times T_2$	4.000	cd
$L_4 \times T_2$	3.067	bc	$L_1 \times T_1$	4.967	cde	$L_4 \times T_1$	3.983	cd
$L_6 \times T_2$	2.933	cd	$L_2 \times T_1$	4.900	cde	$L_4 \times T_2$	3.967	cd
$L_5 \times T_1$	2.633	de	$L_5 \times T_1$	4.900	cde	$L_2 \times T_2$	3.883	d
$L_1 \times T_1$	2.600	de	$L_4 \times T_2$	4.867	cde	$L_6 \times T_2$	3.800	d
$L_4 \times T_1$	2.500	ef	$L_3 \times T_2$	4.800	cdef	$L_1 \times T_1$	3.783	d
$L_2 \times T_2$	2.200	f	$L_6 \times T_2$	4.667	cdefg	$L_5 \times T_1$	3.767	d
$L_6 \times T_4$	1.400	g	$L_5 \times T_3$	4.161	defgh	$L_5 \times T_3$	2.683	e
$L_1 \times T_3$	1.300	g	L_2	4.133	defghi	T_3	2.667	e
$L_2 \times T_4$	1.300	g	T_3	4.033	efghi	L_2	2.617	e
T_3	1.300	g	L_3	3.833	fghi	$L_2 \times T_3$	2.533	e
T_4	1.300	g	$L_2 \times T_3$	3.800	fghi	$L_1 \times T_3$	2.500	e
L_1	1.267	g	$L_1 \times T_2$	3.700	ghi	L_3	2.500	e
$L_4 \times T_4$	1.267	g	$L_6 \times T_3$	3.600	hi	$L_6 \times T_3$	2.417	e
$L_2 \times T_3$	1.267	g	$L_4 \times T_4$	3.533	hi	$L_4 \times T_4$	2.400	e
$L_6 \times T_3$	1.233	g	$L_1 \times T_4$	3.500	hi	T_4	2.400	e
$L_3 \times T_3$	1.233	g	T_4	3.500	hi	$L_2 \times T_4$	2.383	e
$L_5 \times T_4$	1.233	g	$L_2 \times T_4$	3.467	hi	$L_1 \times T_4$	2.350	e
$L_5 \times T_3$	1.200	g	L_4	3.467	hi	L_1	2.333	e
$L_1 \times T_4$	1.200	g	L_6	3.467	hi	L_6	2.317	e
L_6	1.167	g	L_1	3.400	hi	$L_5 \times T_4$	2.267	e
L_3	1.167	g	$L_5 \times T_4$	3.300	hi	L_4	2.267	e
$L_3 \times T_4$	1.133	g	$L_3 \times T_3$	3.267	hi	$L_3 \times T_3$	2.250	e
$L_4 \times T_3$	1.100	g	L_5	3.133	hi	$L_6 \times T_4$	2.233	e
L_2	1.100	g	$L_4 \times T_3$	3.133	hi	$L_3 \times T_4$	2.133	e
L_4	1.067	g	$L_3 \times T_4$	3.133	hi	$L_4 \times T_3$	2.117	e
L_5	1.000	g	$L_6 \times T_4$	3.067	I	L_5	2.067	e

L = Lines : $L_1 = A_1$, $L_2 = A_2$, $L_3 = A_3$, $L_4 = A_{ICS31}$, $L_5 = A_{ICS84}$ & $L_6 = A_{ICS88005}$

T = Testers : $T_1 = R_1$, $T_2 = R_2$, $T_3 = R_{112}$ & $T_4 = R_S$

www.SID.ir

Archive of SID

چین در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار هستند. اثر لاین‌ها در هیچ مورد معنی‌دار نبود. اثرات معنی‌دار بودن میانگین مربعات هیبریدها و والدین‌بیانگر تفاوت‌عملکردعلوفه تر و خشک و وجود تنوع‌ژنتیکی بین‌مواد موردآزمایش است.

مقایسه میانگین عملکرد علوفه تر و خشک چین اول، دوم و مجموع دو چین با روش دانکن در سطح احتمال ۱٪ نشان داد (جدول‌های ۸ و ۹) که هیبریدهای $L_5 \times T_2$، $L_2 \times T_2$، $L_2 \times T_1$، $L_6 \times T_1$، $L_4 \times T_2$، $L_2 \times T_3$ و $L_1 \times T_1$ در چین اول، دوم و مجموع دو چین بالاترین عملکرد را داشته و در گروه اول قرار گرفتند و در گروه آخر در هر سه مورد (چین اول، دوم و متوسط دو چین) اکثراً والدین قرار گرفته‌اند. بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک در مجموع دو چین با ۱٤٤/۸ و ۳٤/٦٥ تن در هکتار به ترتیب به هیبریدهای $L_5 \times T_2$ و $L_4 \times T_2$ و کمترین آن با ۹۹×٦۰ و ۱۳/۰۸ تن در هکتار به لاین L_6 تعلق دارد. تفاوت معنی‌دار موجود بین میانگین مربعات هیبرید، تجزیه لاین × تستر را ممکن می‌سازد. اثر معنی‌دار والدین در مقابل هیبریدها به وجود هتروزیس (اعم از مثبت و منفی) برمی‌گردد.

میانگین مربعات لاین‌ها در هیچ مورد برای عملکرد علوفه تر و خشک معنی‌دار نبود. بنابراین اثرات افزایشی در کنترل این صفات در لاین‌های مورد پژوهش نقش تأثیرگذار ندارند. میانگین مربعات تسترها معنی‌دار بوده و بیانگر اثرات افزایشی در کنترل این صفات در تسترهای مورد مطالعه است. معنی‌دار بودن میانگین مربعات اثر متقابل لاین × تستر نشان‌دهنده وجود اثرات SCA یا غیرافزایشی در کنترل عملکرد علوفه تر و خشک می‌باشد.

جهت تعیین بهترین ترکیب‌شونده‌های لاین و یا تستر، اثرات GCA مربوط به آن‌ها محاسبه و در جدول ۵ درج گردیده است. برای عملکرد علوفه تر و خشک لاین L_2 و تسترهای T_1 و T_2 دارای اثرات GCA مثبت و معنی‌دار بوده و به عنوان بهترین ترکیب‌شونده‌ها در ارتباط با عملکرد علوفه انتخاب می‌گردند. اثرات SCA ترکیبات مورد پژوهش و مقادیر واریانس‌های افزایشی و غالبیت در جدول ٦ درج شده است. ترکیبات $L_5 \times T_2$، $L_6 \times T_1$، $L_4 \times T_4$ و $L_1 \times T_3$ برای عملکرد علوفه تر و $L_6 \times T_1$، $L_4 \times T_4$، $L_2 \times T_3$، $L_5 \times T_3$ و $L_4 \times T_2$ برای عملکرد علوفه خشک در مجموع دو چین دارای بیشترین اثرات SCA مثبت و معنی‌دار می‌باشند. واریانس غالبیت در ارتباط با عملکرد علوفه تر و خشک معنی‌دار بوده که نقش مهم این بخش از واریانس ژنتیکی و همچنین عمل ژن در بروز این صفت می‌باشد. بنابراین تولید ارقام هیبرید با عملکرد علوفه بیشتر با استفاده از این بخش از واریانس ژنتیکی توجیه‌پذیر است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸- مقایسه میانگین‌های عملکرد علوفه تر (tha^{-1}) کلیه تیمارها به روش دانکن در سطح ٪۱
Table 8. Comparison of means of green fodder (tha^{-1}) of treatments at 1% level of probability (DMRT)

First cut چین اول			2 nd cut چین دوم			Mean متوسط دو چین		
تیمار Treatment	میانگین Mean	گروه Groupping	تیمار Treatment	میانگین Mean	گروه Groupping	تیمار Treatment	میانگین Mean	گروه Groupping
$L_5 \times T_2$	65.48	a	$L_5 \times T_2$	79.29	a	$L_5 \times T_2$	144.8	a
$L_2 \times T_2$	64.84	a	$L_2 \times T_2$	79.01	a	$L_2 \times T_2$	143.9	a
$L_2 \times T_1$	61.90	ab	$L_2 \times T_1$	78.33	ab	$L_2 \times T_1$	140.2	a
$L_6 \times T_1$	61.49	ab	$L_4 \times T_2$	72.70	abc	$L_6 \times T_1$	131.6	ab
$L_4 \times T_2$	58.41	abc	$L_3 \times T_1$	71.90	abc	$L_4 \times T_2$	131.1	ab
$L_2 \times T_3$	58.29	abc	$L_2 \times T_3$	71.90	abc	$L_2 \times T_3$	130.2	abc
$L_3 \times T_1$	57.82	abc	$L_1 \times T_1$	70.60	abcd	$L_3 \times T_1$	129.7	abc
$L_4 \times T_4$	56.11	abcd	$L_6 \times T_1$	69.96	abcde	$L_1 \times T_1$	125.2	abcd
$L_1 \times T_2$	55.91	abcd	$L_1 \times T_2$	68.89	abcdef	$L_1 \times T_2$	124.8	abcd
$L_4 \times T_1$	55.79	abcd	$L_1 \times T_3$	68.21	abcdef	$L_1 \times T_3$	120.0	bcde
$L_1 \times T_1$	54.60	abcd	$L_5 \times T_1$	66.19	abcdefg	$L_4 \times T_1$	118.9	bcde
$L_1 \times T_3$	51.75	bcde	T_1	63.49	bcdefgh	$L_4 \times T_4$	114.3	bcdef
$L_3 \times T_4$	50.08	cdef	$L_4 \times T_1$	63.06	cdefgh	$L_5 \times T_1$	113.9	bcdef
$L_2 \times T_4$	48.40	cdefg	$L_3 \times T_3$	62.38	cdefgh	$L_3 \times T_2$	110.2	cdefg
$L_3 \times T_2$	48.37	cdefg	$L_3 \times T_2$	60.87	cdefgh	$L_2 \times T_4$	107.7	defg
$L_6 \times T_2$	48.02	cdefg	$L_5 \times T_3$	60.08	cdefgh	$L_3 \times T_3$	107.6	defg
$L_5 \times T_1$	47.70	cdefg	$L_2 \times T_4$	58.25	cdefghi	T_1	106.4	defgh
$L_5 \times T_3$	45.20	defgh	$L_4 \times T_4$	58.17	cdefghi	$L_6 \times T_2$	105.6	defghi
$L_4 \times T_3$	43.06	efghi	$L_6 \times T_2$	57.58	cdefghi	$L_3 \times T_4$	103.9	efghij
T_1	42.86	efghi	L_5	55.63	defghi	$L_5 \times T_3$	102.7	efghij
$L_6 \times T_4$	42.66	efghi	$L_1 \times T_4$	55.36	defghi	$L_1 \times T_4$	95.36	fghij
$L_5 \times T_3$	42.62	efghi	L_2	54.60	efghi	$L_6 \times T_4$	95.28	fghij
$L_5 \times T_4$	42.52	efghi	$L_3 \times T_4$	53.81	fghij	$L_4 \times T_3$	93.22	ghij
T_2	41.75	efghi	L_4	224.53.61	fghij	L_4	99.26	ghijk
$L_6 \times T_3$	40.99	efghij	$L_6 \times T_4$	52.62	ghij	$L_6 \times T_3$	91.39	ghijk
$L_1 \times T_4$	40.00	fghij	T_3	50.63	hij	$L_5 \times T_4$	91.22	ghijk
L_4	38.65	ghijk	$L_6 \times T_3$	50.40	hij	L_2	90.44	ghijk
L_2	35.83	hijk	$L_4 \times T_3$	50.16	hij	L_5	86.11	hijkl
L_1	35.52	hijk	L_1	49.60	hij	T_2	85.44	ijkl
T_4	33.89	ijk	$L_5 \times T_4$	48.69	hij	L_1	85.11	jkl
T_3	33.69	ijk	T_2	43.69	ijk	T_3	84.33	jkl
L_3	30.87	jk	T_4	38.97	jk	T_4	72.86	klm
L_5	30.48	jk	L_3	38.65	jk	L_3	69.52	lm
L_6	28.45	k	L_6	32.54	k	L_6	60.99	n

L_i = Lines : $L_1 = A_1$, $L_2 = A_2$, $L_3 = A_3$, $L_4 = A_{ICS31}$, $L_5 = A_{ICS84}$ & $L_6 = A_{ICS88005}$
T = Testers : $T_1 = R_1$, $T_2 = R_2$, $T_3 = R_{112}$ & $T_4 = R_S$

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۹ـ مقایسه میانگین‌های عملکرد علوفه خشک (tha^{-1}) کلیه تیمارها به روش دانکن در سطح ۱٪

Table 8. Comparison of means of dry matter (tha^{-1}) of treatments at 1% level of probability (DMRT)

First cut چین اول			2 nd cut چین دوم			Mean متوسط دو چین		
تیمار Treatment	میانگین Mean	گروه Groupping	تیمار Treatment	میانگین Mean	گروه Groupping	تیمار Treatment	میانگین Mean	گروه Groupping
$L_4 \times T_2$	16.52	a	$L_4 \times T_2$	18.14	a	$L_4 \times T_2$	34.65	a
$L_6 \times T_1$	16.41	a	$L_2 \times T_1$	18.11	a	$L_2 \times T_1$	34.07	a
$L_2 \times T_1$	15.96	a	$L_1 \times T_2$	17.40	ab	$L_6 \times T_1$	33.53	ab
$L_1 \times T_2$	15.84	ab	$L_1 \times T_1$	17.28	ab	$L_1 \times T_2$	33.24	abc
$L_5 \times T_2$	15.82	ab	$L_5 \times T_2$	17.12	abc	$L_5 \times T_2$	32.94	abc
$L_2 \times T_2$	15.62	ab	$L_6 \times T_1$	17.11	abc	$L_2 \times T_2$	32.69	abc
$L_4 \times T_4$	15.44	ab	$L_2 \times T_2$	17.07	abc	$L_1 \times T_1$	32.29	abcd
$L_2 \times T_3$	15.05	abc	$L_2 \times T_3$	16.62	abcd	$L_2 \times T_3$	31.66	abcde
$L_1 \times T_1$	15.02	abc	$L_3 \times T_2$	15.37	bcde	$L_3 \times T_2$	30.15	bcdef
$L_3 \times T_2$	14.79	abc	$L_5 \times T_3$	15.17	bcdef	$L_4 \times T_4$	29.68	cdefg
$L_4 \times T_1$	14.44	abc	$L_3 \times T_1$	15.04	bcdef	$L_4 \times T_1$	28.95	defg
$L_3 \times T_1$	13.50	bcd	$L_5 \times T_1$	14.90	bcdefg	$L_3 \times T_1$	28.53	efg
$L_6 \times T_2$	12.76	cde	$L_4 \times T_1$	14.52	cdefg	$L_5 \times T_3$	27.20	fgh
$L_2 \times T_4$	12.73	cde	$L_4 \times T_4$	14.26	defgh	$L_6 \times T_2$	26.84	fghi
$L_3 \times T_4$	12.10	def	$L_6 \times T_2$	14.10	defghi	$L_5 \times T_1$	26.82	fghi
$L_5 \times T_3$	12.04	def	L_4	13.60	efghij	$L_2 \times T_4$	26.10	ghij
$L_5 \times T_1$	11.92	defg	$L_2 \times T_4$	13.37	efghij	L_4	24.51	hijk
$L_5 \times T_4$	11.34	defgh	$L_1 \times T_3$	13.33	efghij	$L_1 \times T_3$	24.48	hijk
$L_1 \times T_3$	11.17	defgh	L_5	13.21	efghij	$L_3 \times T_4$	23.72	hijk
$L_6 \times T_4$	11.00	efgh	T_1	13.20	efghij	$L_1 \times T_4$	23.71	hijk
L_4	10.93	efgh	L_2	13.15	efghij	T_1	23.15	ijkl
$L_1 \times T_4$	10.86	efgh	$L_1 \times T_4$	12.86	efghij	$L_6 \times T_4$	23.15	ijkl
$L_4 \times T_3$	10.40	efghi	$L_3 \times T_3$	12.48	fghij	$L_5 \times T_4$	23.06	ijkl
$L_6 \times T_3$	10.25	fghi	$L_6 \times T_4$	12.15	ghijk	L_2	22.67	jkl
$L_3 \times T_3$	10.17	fghi	$L_5 \times T_4$	11.72	hijk	$L_3 \times T_3$	22.65	jkl
T_1	9.96	fghij	$L_3 \times T_4$	11.63	hijk	$L_6 \times T_3$	21.59	klm
L_2	9.52	ghijk	$L_6 \times T_3$	11.35	ijkl	L_5	21.35	klm
T_2	9.30	hijk	T_3	11.31	jkl	$L_4 \times T_3$	21.25	klm
T_3	8.42	ijkl	$L_4 \times T_3$	10.85	jklm	T_3	19.74	lmn
T_4	8.19	ijkl	L_1	9.68	klm	T_2	18.19	mno
L_5	8.14	ijkl	T_2	8.90	lmn	L_1	17.37	no
L_1	7.70	jkl	T_4	8.56	mn	T_4	16.75	no
L_3	7.45	kl	L_3	8.38	mn	L_3	15.83	op
L_6	6.17	l	L_6	6.92	n	L_6	13.08	p

L = Lines : $L_1 = A_1$, $L_2 = A_2$, $L_3 = A_3$, $L_4 = A_{ICS31}$, $L_5 = A_{ICS84}$ & $L_6 = A_{ICS88005}$
T = Testers : $T_1 = R_1$, $T_2 = R_2$, $T_3 = R_{112}$ & $T_4 = R_S$

www.SID.ir

Archive of SID

توصیه‌های مهم ناشی از این بررسی عبارت است از این که نحوه توارث در سورگوم علوفه‌ای چند چینه در چین‌های مختلف متفاوت بوده و در بررسی‌های ژنتیکی باید مدنظر قرار بگیرد. نتایج توارث صفات در این تحقیق با مواد مورد بررسی به شرح زیر اعلام می‌گردد. بین قابلیت ترکیب‌پذیری لاین‌ها (به جز در چین دوم صفت ارتفاع بوته) برای چهار صفت مورد بررسی تفاوت معنی‌دار وجود ندارد ولی بین تسترها این تفاوت معنی دار است و بین قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی والدین برای هر چهار صفت اختلاف معنی‌دار وجود دارد. با توجه به این نتایج و اثرات GCA و SCA برای بهبود این صفات در سورگوم علوفه‌ای می‌توان از روش‌های اصلاحی زیر استفاده کرد. برای تولید ژنوتیپ‌هایی با ارتفاع بلند روش گزینشی و برای افزایش تعداد پنجه، عملکرد علوفه تر و خشک روش هیبریداسیون مناسب‌تر است. نتایج ارتفاع بوته با گزارش هاوس (House, 1985)، تعدادپنجه با راس و همکاران (Ross *et al.*, 1979) و عملکردهای علوفه تر و خشک با منیکام و ویجیندرا داس (Manickam and Vijendra Das, 1994) مطابقت دارد. به طور کلی نتایج زیر در این بررسی قابل توصیه می‌باشند:

۱ـ با توجه به اثرات GCA لاین‌ها و تسترها، لاین L_2 برای کلیه صفات مورد بررسی (به جز تعداد پنجه) و تسترهای T_1 و T_2 برای کلیه صفات، بهترین ترکیب‌شونده می‌باشند.

۲ـ با توجه به اثرات SCA ترکیبات مختلف، هیبرید $L_6 \times T_1$ برای کلیه صفات مورد بررسی (به جز برای ارتفاع بوته) بهترین ترکیب را داده است.

۳ـ با توجه به معنی‌دار بودن واریانس غالبیت به ویژه در ارتباط با صفات ارتفاع، عملکرد علوفه تر و خشک که مؤید نقش مهم واریانس غیرافزایشی (از جمله غالبیت) در بروز این صفات بوده، تولید ارقام هیبرید جهت بهره‌برداری از این بخش از واریانس ژنتیکی (نسبت به تولید لاین‌های خالص) توجیه‌پذیر می‌باشد.

با تعیین ترکیب‌پذیری لاین‌های سورگوم موجود در این تحقیق، امکان دستیابی به چند رقم هیبرید برتر مهیا شده است.

References

Choudhari, S. D. 1992. Heterosis in high energy sorghum. Journal of Maharashtra Agricultural University, 17(1): 28-29.

Crook, W. J. and Casady, A. J. 1974. Heritability and interrelationships of grain protein content with other agronomic traits of sorghum. Crop Science 14: 622-624.

Ganga Kishan, A., and Borikar, S. T. 1988. Lines × Tester analysis involving diverse cytoplasmic systems in sorghum. Plant Breeding 102: 153-157.

www.SID.ir

Archive of SID

Hookstra, G. H., Ross, W. M., and Mumm, R. F. 1983. Simultaneous evaluation of grain sorghum. A-lines and random mating populations with topcrosses. Crop Science 23: 977-981.

House, L. R. 1985. A Guide to Sorghum Breeding. Second edition. ICRISAT. Patancheru, A. P., India.

Kempthorne, O. 1957. An Introduction to Genetics Statistics. NewYork: John Wiley and Sons, Inc., London, Chapman & Hall. Ltd.

Kirby, J. S., and Atkins, R. E. 1986. Heterotic responses for vegetative and mature plant characters in grain sorghum. Crop Science 8: 335-339.

Manickam, A., and Vijendra Das, L. D. 1994. Line × Tester analysis in forage sorghum. International Sorghum and Millet Newsletter. No. 35: 79-80.

Quinby, J. R. 1963. Manifestations of hybrid vigor in sorghum. Crop Science 3: 288-291.

Reddy, B. V. S., and Rao, P. 1997. Diverstification of sorghum male sterile lines at ICRISAT. Asian Sorghum Scientist Meeting. Suphan Buri, Thailand.

Ross, W. M., Groz, H. J., Haskins, F. A., and Kofoid, K. D. 1979. Combining ability in sorghum. Crop Improvement 7: 38-42.

Schertz, K. F., and Pring, D. R. 1982. Cytoplasmic sterility systems in sorghum. Pages 373-383. In: Sorghum in the Eighties; Proceedings of International Symposium on Sorghum. Patancheru, A. P., India.

Singh, R. K., and Choudhary, B. D. 1976. Biometrical Techniques in Genetics and Breeding. International Bioscience Publishers Hissar, India.

Stephene, J. C., and Holand, R. F. 1954. Cytoplasmic male sterility for hybrid seed production. Agronomy Journal 46: 20-23.

آدرس نگارندگان:

عزیز فومن و علی مقدم- بخش تحقیقات ذرت و گیاهان علوفه‌ای، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، صندوق پستی ۴۱۱۹، کرج ۳۱۵۸۵.

محمدرضا قنادها- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج.

www.SID.ir