"مجله علوم زراعی ایران"
جلدپانزدهم، شماره۱، بهار۱۳۹۲

برآورد ترکیب پذیری واثر ژن در لاین‌های ذرت با استفاده از تجزیه لاین×تستر در شرایط تنش خشکی
Estimation of combining ability and gene effect in maize lines using line×testeranalysis underdrought stress conditions

سیده فاطمه حسینی[۱]، رجب چوکان[۲]، محمد رضا بی‌همتا[۳] و عبداله محمدی[۴]

چکیده

حسینی، س. ف.، ر. چوکان، م.ر. بی همتا و ع. محمدی. ۱۳۹۲. برآورد ترکیب پذیری واثر ژن در لاین‌های ذرت با استفاده از تجزیه لاین×تستر در شرایط تنش خشکی. **مجله علوم زراعی ایران. ۱۵(۱):۷۰-۶۰.**

به منظور برآورد ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی و نوع اثر ژن، تعداد ۳۰ لاین متوسطرس و دیررس ذرت با تسترهای MO17، K19،K18 و K19/1 به روش لاین×تستر تلاقی داده شده و ۱۲۰ هیبرید حاصل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۸ در موسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (کرج) مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات مورد مطالعه شامل عملکرد دانه، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد ردیف دانه بلال، عمق دانه و وزن هزار دانه بودند. نتایج تجزیه واریانس در هر دو شرایط آبیاری مطلوب وتنش خشکی که به صورت ١٤ روز یک‌بار آبیاری می‌شد، اختلاف معنی‌داری را بین هیبریدها برای تمام صفات مورد بررسی به استثنای تعداد دانه در ردیف بلال در شرایط آبیاری مطلوب نشان داد. معنی‌دار بودن میانگین مربعات لاین×تستر در هر دو شرایط آبیاری نشان داد که واکنش لاین‌ها با تسترهای مختلف برای صفات مربوطه متفاوت بود. نسبت $\sigma^2_{gca}/\sigma^2_{sca}$ نشان دهنده نقش بیشتر واریانس غیرافزایشی (SCA) نسبت به واریانس افزایشی (GCA) در کنترل صفات مزبور بود. در مجموع هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی در کنترل این صفات نقش داشتند. لاین‌های K3651/2، K47/2-2-1-3-1-1-1-1-1، K47/2-2-1-4-1-1-1-1-1، K47/2-2-1-21-2-1-1-1 و K3640/8 در شرایط تنش خشکی دارای قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی نسبتاً بالایی بودند. ارزیابی ترکیب‌پذیری خصوصی تلاقی‌ها در شرایط تنش نشان داد که تلاقی‌های T1×L18، T2×L23، T3×L30 و L10 ×T4 دارای بالاترین و T1×L7، T2× L30، T3×L26، و L23× T4 دارای پایین‌ترین ترکیب‌پذیری‌خصوصی بودند، بنابراین به نظر می‌رسد که هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی در کنترل این صفات نقش داشتند.

واژه‌های کلیدی: اثر ژن، ترکیب‌پذیری عمومی، ترکیب‌پذیری خصوصی، ذرت و لاین×تستر.

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۶/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۲۳ این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی شماره ۸۸۰۰۴-۰۳-۰۳-۲ موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و پایان نامه نگارنده اول می‌باشد

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
۲- دانشیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه و نهال وبذر. عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده)
(پست الکترونیک: r_choukan@yahoo.com)
۳- استاد پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
٤-استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-25]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.1.6.4]

مقدمه

برنامه‌ریزی و مدیریت پروژه‌های به‌نژادی در جهت بهبود عملکرد گیاهی مستلزم آگاهی از میزان تنوع ژنتیکی، روابط بین صفات، میزان اثر و عمل ژن‌ها روی تظاهر صفات و همچنین میزان توارث‌پذیری صفات است (Basel and Torgot, 2005) انتخاب روش اصلاحی مناسب برای بهره برداری از پتانسیل ژنتیکی صفات مختلف زراعی در یک گیاه بستگی به نوع عمل ژن‌های کنترل کننده یک صفت و نحوه توارث آنها دارد (Akhtar and Chowdhry, 2006). کومار و گوپتا (Kumar and Gupta, 2003) در تجزیه ژنتیکی صفات تعداد روز تا ظهور گل تاجی، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال و عملکرد دانه در اینبرد لاین‌های ذرت دریافتند که اجزای واریانس غالبیت و افزایشی نقش مهم و معنی‌داری در کنترل کلیه صفات به جز عملکرد دانه دارند. نتایج آزمایش اولاکوجو و اولاوی(Olakojo and Olaoye, 2005) نشان داد که برای ارتفاع بوته در ذرت، اثرات افزایشی ژن نقش مهمی داشت.گارسیا و همکاران (Garcia *et al*., 2005) نشان دادند که درجه وراثت‌پذیری برای ارتفاع بوته و ارتفاع بلال متنوع می‌باشد.

تجزیه لاین×تستر یک رویکرد مناسب برای تشخیص لاین‌های برتر برای تلاقی صفات مورد نظر می‌باشد. در بسیاری از مطالعات برای تعیین والدین مناسب از قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) صفات و برای برآورد تلاقی از قابلیت ترکیب پذیری خصوصی (SCA) صفات استفاده می‌شود. اکبر و همکاران (Akbar *et al*., 2008) نشان دادند که اثرات GCA و SCA برای انتخاب لاین‌ها بسیار حایز اهمیت بوده و اثر GCA در وزن هزار دانه در شرایط دمای بالا غیر معنی‌دار می‌باشد. برآوردهای ترکیب‌پذیری و واریانس‌های افزایشی و غالبیت عمدتاً براساس تلاقی‌های دی‌آلل انجام می‌شود، ولی روش تلاقی لاین×تستر که در سال ۱۹۵۷ توسط کمپتورن (Kempthron, 1957) ارائه شد،گسترش روش تاپ-کراس است که در آن بیش از یک تستر به کار برده می‌شود(Sing, 1998). با این روش می‌توان اجزای واریانس ژنتیکی یعنی واریانس افزایشی (σ^2_A) و واریانس غالبیت (σ^2_D) را نیز برآورد کرد (Farshadfar, 1997). برای ارزیابی ترکیب‌پذیری، روش‌های مختلفی وجود دارد و در صورت زیاد بودن تعداد لاین‌ها کار چندان ساده‌ای نیست. از روش لاین×تستر خصوصاً برای ارزیابی قابلیت ترکیب پذیری عمومی و خصوصی والدین استفاده می‌گردد. برای برآورد اثرات ژن نیز از این روش می‌توان استفاده نمود.

دستیابی به لاین‌های نر عقیم می‌تواند گرده‌افشانی را به صورت اقتصادی کنترل کند. اخیراً در بسیاری از گونه‌های گیاهی بذر هیبریدهای F_1 با استفاده از نر عقیمی ایجاد می‌شود(He *et al*., 2009) برای ارزیابی وتعیین بهترین هیبرید بایستی ترکیب‌پذیری عمومی و ترکیب پذیری خصوصی را بدست آورد، به این معنی که در تهیه هیبریدها باید از هر دو واریانس افزایشی و غیرافزایشی استفاده شود (Sing *et al.,* 1998)، در حالی که توانایی ترکیب‌پذیری خصوصی انعکاس اهمیت اثر غیرافزایشی در ترکیب هیبریدهای حساس است (Basal and Turgut, 2005). برآورد قابلیت ترکیب‌پذیری عمومیو خصوصی به اصلاحگران کمک می‌کند تا در مورد برنامه‌های اصلاحی و استراتژی‌های گزینش ژنوتیپ‌ها تصمیم‌گیری نمایند (De la Vega and Chapman, 2006). پراساد و ساستری (Prasad and Sastry,1987)از این روش برای شناسایی والدین وهیبریدهای قابل استفاده در برنامه‌های اصلاحی ذرت استفاده نمودند. پس از معرفی این روش محققان زیادی از آن استفاده کرده و نتایج ارزشمندی به دست آوردند (Shree *et al.,*1992; Choukan, 1999).

هدف از اجرای این آزمایش، برآورد ترکیب‌پذیری

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-25]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.1.6.4]

در ۳۰ لاین ذرت و مطالعه نحوه عمل ژن‌های موثر در تظاهر صفات گیاهی مرتبط با عملکرد دانه بوده است.

مواد وروش‌ها

به منظور برآورد ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی و نوع اثرات ژن، تعداد ۳۰ لاین خالص با تسترهای MO17،K18،K19و K19/1 که لاین‌های اینبرد تجاری متوسط و دیررس هستند (جدول ۱) از طریق تلاقی لاین×تستر مورد مطالعه قرار گرفتند. در مجموع ۱۲۰ هیبرید حاصل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۸ در موسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (کرج) مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات مورد بررسی شامل عملکرد دانه، عمق دانه، ارتفاع بلال، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعدادردیف دانه بلال و تعداد دانه در ردیف بلال بودند.هرهیبرید در یک خط ۳۲کپه‌ای به فاصله ۸ سانتی‌متر و فاصله خطوط ۷۵ سانتی‌متر، با سه بذر در هر کپه کشت و درمرحله سه تا پنج برگی تنک و در هر کپه یک بوته نگهداری شد. پس از تهیه زمین به میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتارکود فسفر (P_2O_5) از منبع فسفات آمونیوم و ۴۰۰ کیلوگرم درهکتار نیتروژن (از منبع اوره) استفاده شد. کل کود فسفات و نیمی از کود نیتروژن در زمان کاشت و نیمی دیگر از آن در مرحله هفت برگی به صورت سرک استفاده شد.این تحقیق در دو آزمایش جداگانه با شرایط کاشت یکسان و با آبیاری متفاوت انجام شد، در حالت اول، آبیاری معمول به‌صورت هفتگی و در آزمایش دوم آبیاری هر ۱۴ روز یکبار انجام شد. در هر آبیاری میزان آب آبیاریبا استفاده ازکنتورهای هیدروفلوم اندازه‌گیری شده و رطوبت خاک تا حد ظرفیت مزرعه رسانده شد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزارSAS انجام شد (Soltani,1998).

جدول ۱ – اسامی لاین‌های ذرت مورد استفاده در آزمایش

Table1. The name of maize lines used in the experiment

No.	Maize lines	No.	Maize lines	No.	Maize lines
1	K166B	11	KLM77007/7-3-1-2-1-2-1-2	21	K1263/14-2
2	A679	12	KLM77020/1-1-2-1-1-1-1	22	K3544/4
3	K3615/2	13	KLM77021/4-1-2-1-2-3-1	23	K3544/3
4	K3640/5	14	KLM76012/1-3-1-1-1-2-1-1	24	K3547/3
5	K3653/2	15	K47/2-2-1-3-1-1-1-1	25	K3615/1
6	K3651/2	16	K47/2-2-1-4-1-1-1-1	26	K3640/2
7	K3547/5	17	K47/2-2-1-19-1-1-1-1	27	K3640/3
8	K3493/1-1	18	K47/2-2-1-21-2-1-1-1	28	K3640/5-1
9	KLM77007/7-2-6-3-1-3-1	19	K47/2-2-1-21-3-1-1-1	29	K3640/6
10	KLM77007/7-3-1-2-1-1-1	20	K48/3-1-2-7-1-1-1-1	30	K3640/8

نتایج وبحث

نتایج تجزیه وایانس، اختلاف معنی‌داری را بین هیبریدها برای تمام صفات مورد بررسی به استثنای تعداد دانه در ردیف در شرایط آبیاری معمول نشان داد (جدول ۲) (برای صفت تعداد دانه در ردیف در شرایط آبیاری معمول به علت غیر معنی‌دار بودن هیبریدها تجزیه لاین×تستر انجام نشد). اختلاف معنی‌دار بین هیبریدها برای کلیه صفات در هر دو شرایط مشاهده شدکه نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی کافی بین تلاقی‌ها از نظر صفات مزبور بود.

براساس اطلاعات جدول‌های ۲ و ۳ صفاتی که بین لاین‌ها و تسترهای آنها تفاوت معنی‌دار داشت، نشان‌دهنده اثرات افزایشی برای کنترل آن صفات بود و تفاوت غیر معنی‌دار بین لاین‌ها و تسترها در صفات

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-25]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.1.6.4]

جدول ۲- تجزیه واریانس لاین× تستر برای صفات گیاهی ذرت در شرایط آبیاری معمول

Table 2. Analysis of variance for line×tester for plant characteristics in normal irrigation condition

			میانگین مربعات(MS)						
SOV	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	عملکرد دانه Kernel yield	ارتفاع بوته Plant height	ارتفاع بلال Ear height	تعداد دانه در ردیف بلال Kernel.row^{-1}	تعداد ردیف دانه در بلال Kernel row.ear^{-1}	عمق دانه Kernel depth	وزن هزار دانه 1000 Kernel weight
Replication	تکرار	2	3.930^{ns}	311.34**	0.14^{ns}	7.2898^{ns}	7.952**	0.048^{ns}	447.35**
Hybrid	هیبرید	119	12.830**	656.27**	344.78**	14.058**	1.011^{ns}	0.031**	2364.0**
Line	لاین	29	11.608 ^{ns}	517.12^{ns}	131.41^{ns}	18.870^{ns}	0.878 ^{ns}	0.04 ^{ns}	2152.3^{ns}
Tester	تستر	3	29.463 ^{ns}	2711.57**	1777.07**	0.788^{ns}	0.713 ^{ns}	0.005 ^{ns}	3315.3^{ns}
Line×Tester	لاین× تستر	87	12.66**	631.79**	366.52**	12.912*	1.066 ^{ns}	0.029**	2401.8**
Error	خطا	238	1.507	57.27	21.2	5.059	1.059	0.019	82.86
SEσ^2_A	انحراف معیار افزایشی		0.0037	0.6825	-1.075	0.068	–	0.0001	2.224
SEσ^2_D	انحراف معیار غیر افزایشی		44.62	2298	1381.2	31.41	–	0.047	9275.7
$\sigma^2_{gca}/\sigma^2_{sca}$			0.00008	0.0002	-0.001	0.002	–	0.0028	-0.0002

ns: Not significant

ns: غیر معنی‌دار

* and ** : Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج ویک درصد

جدول ۳- تجزیه واریانس لاین ×تستر برای صفات گیاهی ذرت در شرایط تنش خشکی

Table 3. Analysis of variance for line× tester for plant characteristics in drought stress condition

			میانگین مربعات(MS)						
SOV	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	عملکرد دانه Kernel yield	ارتفاع بوته Plant height	ارتفاع بلال Ear height	تعداد دانه در ردیف بلال Kernel.row^{-1}	تعداد ردیف دانه در بلال Kernel row.ear^{-1}	عمق دانه Kernel depth	وزن هزار دانه 1000 Kernel weight
Replication	تکرار	2	0.55^{ns}	108.54**	271.28**	38.5^{ns}	1.62^{ns}	0.0001^{ns}	7.26^{ns}
Hybrid	هیبرید	119	2.78**	167.16**	745.15**	42.53**	5.58**	0.0311**	3523.99**
Line	لاین	29	2.09^{ns}	162.50^{ns}	933.08^{ns}	92.54^{ns}	3.86^{ns}	0.0479**	2384.87^{ns}
Tester	تستر	3	27.73**	57.011^{ns}	773.96^{ns}	67.17**	79.97**	0.0297^{ns}	3575.03**
Line×Tester	لاین× تستر	87	2.15**	172.50**	681.51**	63.48**	3.58**	0.02566**	2812.28**
Error	خطا	238	0.57	17.262	34.84	72.6	0.7399	0.004234	130.72
SEσ^2_A	انحراف معیار افزایشی		0.027	-0.263	3.568	0.35	0.087	0.003	29.32
SEσ^2_D	انحراف معیار غیر افزایشی		6.321	620.99	2586.6	167.65	11.38	0.086	10726.2
$\sigma^2_{gca}/\sigma^2_{sca}$			0.004	-0.0004	0.001	0/002	0.008	0.004	0.002

ns: Not significant

ns: غیر معنی دار

* and ** : Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج ویک درصد

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-25]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.1.6.4]

مورد بررسی نشان‌دهنده اثرات غیرافزایشی بود. در اصلاح نباتات گزینش برای اثرات افزایشی مطمئن‌تر بوده و در نتیجه انتقال صفات دارای واریانس افزایشی به نسل‌های بعدی آسان‌تر است. معنی‌دار بودن میانگین مربعات لاین× تستر نشان داد که واکنش لاین‌ها با تسترهای مختلف برای صفات مربوطه متفاوت بوده و حاکی از نقش اثر ژن غالبیت و غیرافزایشی در کنترل صفات مزبور بوده و ترکیب‌پذیری خصوصی بین تلاقی‌ها را نشان می‌دهد، بنابراین به نظر می‌رسد که هر دو اثر ژن افزایشی و غیرافزایشی در کنترل این صفات نقش داشتند. لازم به ذکر است که برای معنی‌دار شدن قوی اثر تلاقی‌های مربوط به یک صفت، لازم نیست که همه اجزای آن (لاین‌ها، تسترها و لاین× تستر) معنی‌دار شوند، بلکه معنی‌دار شدن حتی فقط یک جزء می‌تواند باعث معنی‌دار شدن آن گردد. البته عکس این مطلب صادق نیست (Kemptrorn, 1975)

اگر نسبت $\sigma^2_{gca}/\sigma^2_{sca}$بزرگتر از یک باشد، نشان دهنده واریانس ژنتیکی افزایشی و در صورت کمتر بودن از یک، نشان دهنده اهمیت واریانس غیر افزایشی می‌باشد. برای صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، عمق دانه، وزن هزار دانه، تعداد ردیف دانه بلال در شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی نقش واریانس غیر افزایشی (SCA) نسبت به واریانس افزایشی (GCA) بیشتر بوده و برآورد منفی یا صفر برای اجزای واریانس بر اساس نظر ماتر و جینکز (Mather and Jinks, 1982) و روی (Roy,2000) می‌تواند ناشی از عدم کفایت مدل آماری و ژنتیکی، عدم کفایت نمونه‌برداری از جمعیت مرجع، خطای نمونه‌برداری در برآوردها و ضعف طرح آزمایشی باشد. در ذرت نقش بیشتر اثرات غیرافزایشی برای ارتفاع بوته توسط سینگ و سینگ (Singh and Singh, 1998) گزارش گردیده، در حالیکه کونا و همکاران (Konak *etal*.,1999) اثرات افزایشی گزارش کرده‌اند.

در بیشتر تحقیقات نقش اثرات غیرافزایشی ژن(ها) برای وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه گزارش شده است (Choukan,1998; Konak *et al*., 1999; Nestares *et al*.,1999; Singh *et al*.,1998). رایس و همکاران (Rissi*et al*., 1991) برای عملکرد دانه نقش اثرات افزایشی را مهم‌تر ذکر کرده‌اند. این اختلاف در نتایج می‌تواند ناشی از روش آزمون مواد آزمایشی، تفاوت‌های بین مواد ژنتیکی و یا استفاده از پارامترهای مختلف برای برآوردعمل ژنی باشد (Konak, 1999). وجود هر دو اثرات افزایشی و غیرافزایشی واریانس ژنتیکی نشان دهنده لزوم بهره‌گیری از هر دو اجزای تثبیت‌پذیر و غیر تثبیت‌پذیر واریانس ژنتیکی در برنامه‌های به‌نژادی ذرت می‌باشد.

با توجه به اینکه اثر تلاقی‌ها برای صفات (به استثنای تعداد ردیف دانه در شرایط آبیاری معمول) معنی‌دار بود، مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی برای کلیه لاین‌ها و تسترهادر شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی برآورد گردید (جدول‌های ۴ و ۵). نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ترکیب پذیری عمومی لاین‌ها برای هر صفت وجود داشت. از آنجا که قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی بر مبنای اثرات افزایشی ژن‌ها می‌باشد، وجود تفاوت بین اثرات ترکیب‌پذیری عمومی نشان‌دهنده اختلاف ژنتیکی در منشاء لاین‌ها برای صفات مورد نظر می‌باشد، بنابراین لاین‌هایی که دارای قابلیت ترکیبپذیری عمومی نسبتاً بالاتری هستند، برای صفات مزبورمناسب‌تر به نظر می‌رسند. برای صفات عملکرد دانه لاین ۱۸، ارتفاع بوته لاین ۲۵، ارتفاع بلال لاین ۳۰ و وزن هزار دانه لاین‌های ۹ و ۱۱ در هر دو شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی ترکیب‌پذیری عمومی بالایی را نشان دادند. در شرایط تنش خشکی برای صفت عملکرد دانه، لاین‌های ۶، ۱۵، ۱۶، ۱۸ و ۳۰ ارتفاع بوته لاین‌های شماره ۲، ۴، ۸، ۱۰، ۱۵، ۲۱، ۲۴، ۲۵ و ۳۰ برای ارتفاع بلال لاین‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۳، ۲۱و ۳۰ برای صفت تعداد دانه در ردیف لاینهای

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-25]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.1.6.4]

جدول۴- مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های ذرت برای صفات مورد ارزیابی در شرایط آبیاری معمولی

Table 4. General combining ability of maize lines and testers for evaluated traits in normal irrigation condition

شماره لاین No.	عملکرد دانه Kernel yield	ارتفاع بوته Plant height	ارتفاع بلال Ear height	تعداد دانه در ردیف بلال Kernel.row^{-1}	وزن هزار دانه 1000 Kernel weight	عمق دانه Kernel depth
1	-0.918	-12.113	-2.686	1.669**	6.722**	-0.147
2	-0.941	8.886**	1.230	2.252**	-8.02*	0.009
3	0.198	2.052	0.980	1.586	16.138**	0.003
4	-1.459	1.636	1.397	-0.830	-14.694	0.0008
5	0.904**	-11.363	-3.8527	0.086	1.3648	0.0342
6	0.36	1.969	-1.186	-0.580	-12.777	0.0508
7	-1.2058	-3.197	0.147	0.0027	16.055**	-0.007
8	-0.932	5.052**	0.730	-0.913	-1.44	-0.039
9	-0.922	-2.613	2.147	-0.163	20.722**	0.096**
10	1.476**	-4.947	-2.769	0.336	3.305	-0.011
11	0.138	4.469*	3.147**	1.086	9.805**	-0.053
12	0.812**	-12.947	-1.852	0.002	0.888	0.048
13	-1.109	4. 302*	1.647	1.586**	18.888**	-0.0157
14	-0.549	6.969**	-0.602	-0.413	3.138*	-0.0032
15	0.175	10.05**	4.813**	-2.830	-20.027	-0.069
16	1.116**	2.2194	-3.019	0.669*	-8.527*	0.012
17	-0.199	3.552	-5.436	-1.580	-0.027	0.055
18	1.026**	-1.113	-0.686	-1.497	-10.194	-0.018
19	1.5173**	-0.780	-7.102	-0.663	9.888**	-0.119
20	-0.115	-3.197	0.813	-0.247	3.305	-0.097
21	-1.369	14.80**	1.313	-1.747	9.722**	0.080*
22	-0.374	-7.780	1.480	0.336	-15.777	0.046
23	1.575**	-0.530	2.730*	0.252	1.888	0.006
24	-1.034	1.719	6.147**	1.502**	-1.861	-0.011
25	-1.278	7.386**	3.897**	-1.163	8.0556**	0.042
26	0.859**	-3.697	-3.102	1.336*	11.472**	0.021
27	0.852**	-8.697	-3.769	-1.997	16.055**	-0.011
28	-0.577	-1.280	2.397	-0.413	-15.611	0.04672
29	0.907**	0.802	-4.602	0.919	-21.694	0.063*
30	1.060**	-1.613	5.647**	1.419*	6.805**	0.04672
SE_{gi}	0.306	1.891	1.151	0.562	2.275	0.034
SE (g_i-g_j)	0.434	2.675	1.628	0.795	3.218	0.049
Tester 1	0.806**	-0.2638	-2.380	-0.091	-0.1	-0.011
Tester 2	-0.32	0.5805	1.8861**	-0.069	-4.51	0.004
Tester 3	-0.475	6.54722**	5.2417**	0.0861	8.611**	0.002
Tester 4	-0.007	-6.86389	-4.747	0.075	-4	0.003
SEg_i	0.09831	0.6059	0.368	0.18009	0.7287	0.0111
SE(gi-gj)	1.3903	0.85688	0.52138	0.25468	1.0306	0.01583

*and** : Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-25]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.1.6.4]

جدول ۵- مقادیر ترکیب پذیری عمومی لاین‌های ذرت برای صفات مورد ارزیابی در شرایط تنش خشکی

Table 5. Genera combining ability of maize lines and testers for evaluated traits in drought stress condition

شماره لاین No.	عملکرد دانه Kernel yield	ارتفاع بوته Plant height	ارتفاع بلال Ear height	تعداد دانه در ردیف $Kernel.row^{-1}$	تعداد ردیف دانه $Kernel\ row.ear^{-1}$	عمق دانه Kernel depth	وزن هزاردانه 1000 Kernel weight
1	-0.0123	-12.052	-4.4388	1.8464**	0.5060*	0.075**	7.525**
2	-0.4923	12.613**	2.8111**	-2.4202	0.6393**	-0.0152	4.1917
3	0.0081	-10.969	-0.4388	-1.1368	0.3393	0.0284	-20.3917
4	-0.2198	13.363**	3.7277**	-2.2035	0.8060**	-0.0727	9.6083**
5	-0.1048	-6.969	-5.7722	4.2214**	0.2393	-0.0119	-7.0583
6	0.7056**	1.6139	5.9777**	2.0739**	0.6727**	0.0198	-8.3083
7	0.0101	-2.1361	-2.6055	0.9797	-0.3106	-0.0373	4.9417
8	0.0262	6.0306**	3.4777**	-2.3785	-0.6356	-0.0377	-3.725
9	-0.5856	-2.969	-1.6055	1.4964**	-0.8606	-0.0102	24.608**
10	-0.2323	19.280**	6.0611**	-0.2702	-0.7272	-0.1036	1.6917
11	0.3376	-2.8028	-3.5222	0.1131	-1.3106	-0.4902	25.1917**
12	0.1821	-2.2194	0.4777	-1.0952	0.6393	0.0222	-3.3083
13	-0.5713	2.6972	3.0611**	-2.0785	-0.0772	0.01557	15.441**
14	-0.0098	-0.8861	-1.8555	1.8214**	0.4810	0.0772**	-17.475
15	0.6162**	6.8639**	-7.5222	0.8464	0.7893**	0.02973	-12.475
16	0.4949**	-6.3028	-1.0222	-0.2368	-0.1772	0.01723	-12.0583
17	0.1427	-2.8861	-1.438	1.3131**	0.4560	0.0422**	-7.6417
18	0.8330**	-1.6361	1.894	0.6922	0.1477	0.0930**	6.275*
19	0.0214	0.0306	-2.3555	3.1297**	0.3560	-0.0261	-31.475
20	-0.1981	-4.2194	1.9777	-0.9502	-0.1772	0.0414*	-18.1417
21	-1.0446	5.7806**	3.3944**	-0.6868	0. 1060	0.1355	-7.8917
22	-0.1117	-9.9694	1.9777	2.3131**	0.6727**	0.0784**	20.858**
23	0.4815*	-0.4694	-0.8555	0.6131	0.1560	-0.0386	7.4417**
24	-0.0915	13.1139**	-3.3555	0.3072	-0.2722	-0.0706	8.441**
25	-0.1008	13.7806**	-3.1055	0.4406	-0.2389	0.0409*	1.025
26	-0.2359	-4.3028	0.5611	-0.1868	-0.4606	-0.004	9.1917**
27	0.1091	-8.6361	1.1444	-1.2702	0.1393	-0.0596	16.358**
28	-0.5898	-17.6361	-2.52222	0.5506	-0.4772	0.0151	11.27**
29	0.1750	-7.4694	-2.68889	-7.4243	-0.9772	-0.1713	-19.558
30	0.4572**	9.3639**	8.56111**	-0.4202	-0.4439	-0.0244	-4.558
se_{gi}	0.1898	1.4757	1.03867	0.6483	0.0512	0.0162	2.583
Se (g_i-g_j)	0.26852	2.08697	1.46891	0.9169	0.3041	0.0230	4.0422
Tester 1	0.79715**	-3.4527	0.6388	-0.5282	-1/2577	-0.0094	17.2528**
Tester 2	-0.0968	-0.8305	-1.0611	0.9776**	0/1007	0.0267**	-9.3917
Tester 3	-0.2186	3.5583	-0.1611	3.0245**	0/1287	-0.0042	15.5083**
Tester 4	-0.4816	0.7250	0.5833	1.2896**	1/0282**	-0.013	-23.3694
Seg_i	0.0608	0.4726	0.3326	0.2367	0/0785	0.0520	0.91540
Se(gi-gj)	0.0859	0/6683	0/4704	0.3348	0/1110	0.7367	1.29457

* and ** : Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-25]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.1.6.4]

جدول۶- مقادیر ترکیب پذیری خصوصی تلاقی لاین تستر برای صفات گیاهی ذرت در شرایط آبیاری معمول

Table 6. Specific combining ability of lines and testers for plant characteristics in normal irrigation condition

	Kernel yield in stress condition				Kernel yield in normal condition			
	Tester				Tester			
Line	1	2	3	4	1	2	3	4
1	0.57585	0.08215	-0.1746	-0.48333	4.581**	-1.740*	0.0985	-2.939
2	0.22727	0.48923	-0.8975*	0.18109	-0.150	1.769	-0.851	-0.767
3	-0.9422*	-0.2362	1.3085**	-0.13008	2.587**	-0.311	-0.827	-1.447
4	-0.4479	0.63765	-0.3941	0.20451	-0.175	-0.182	0.56	-0.202
5	0.06077	-0.1819	-0.0470	0.16826	1.514**	-3.453	-1.383	3.322**
6	0.60785	-1.3631**	0.32466	0.43067	-1.568	0.29	-0.063	1.33**
7	-1.2226**	-0.5733	0.99983**	0.79617*	-0.040	-1.338	0.847	0.531
8	-0.1554	-0.2791	0.27141	0.16309	-1.138	-0.698	2.911**	-1.073
9	-0.3271	0.29615	-0.0806	0.11167	0.297	-0.77	0.461	0.014
10	-0.6507	-0.6417	0.44574	0.84676*	-0.245	-3.131	3.906**	-0.529
11	0.84093*	-1.0501**	-0.1715	0.38076	0.057	-1.698	3.219**	-1.578
12	-0.1049	-0.5249	-0.0284	0.65826	2.225**	-2.293	-1.902	1.971**
13	-0.1508	-0.4671	0.38499	0.23301	1.821**	-1.782	0.244	-0.28
14	0.33677	-0.5172	-0.2200	0.40059	0.020	0.037	0.071	-0.129
15	-0.5444	1.8919**	-0.2725	-1.0749**	-0.127	2.709**	-1.77	-0.808
16	-0/2570	1.01357**	-0.6525	-0.10391	-0.971	3.369**	-0.511	-1.886
17	-1/0059**	1.34773**	0.23358	-0.57541	-0.330	1.770**	-1.015	-0.424
18	1.73052**	-0.1275	-0.5353	-1.0676**	0.860	-2.217	2.368**	-1.011
19	0.17443	-0.0312	-0.1680	0.02492	-0.040	-2.93	2.807**	0.164
20	-0.4306	1.19232**	-0.4195	-0.34216	1.789**	-0.299	-0.740	-0.749
21	0.07552	-0.0118	-0.7993*	0.73567	-0.3740	0.218	-3.305	3.461**
22	1.0616**	-0.8057**	0.03108	-0.28691	-0.592	-0.735	-1.265	2.593**
23	0.89835*	1.90232**	-1.4441**	-1.3564**	-3.010	3.764**	-1.456	0.702
24	-0.5029	0.04407	0.01191	0.44692	-0.148	-0.241	-1.310	1.702**
25	-0.3759	-0.0476	0.58658	-0.16308	-1.360	3.015**	-2.24	0.593
26	1.14652**	0.97882**	-1.6746**	-0.45066	-0.164*	1.298	-1.698	0.563
27	-0.2355	0.02607	-0.00009	0.20959	-0.787	1.460**	-2.470	1.797**
28	-0.2742	-0.7042	0.41591	0.56259	-1.344	0.081	0.673	0.589
29	0.55618	-0.5415	0.84999	-0.86466*	-1.215	3.005**	1.163**	-2.958
30	-0.6640	-1.7971*	2.11641**	0.34476	-1.970	1.030	3.488**	-2.548
Sesij	0.613				1.124			
$Se(s_{ij}-s_{kl})$	0.868				1.590			

* and ** : Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

*و**: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

۱، ۵، ۶، ۹، ۱۴، ۱۷، ۱۹ و ۲۲ ، برای صفت تعداد ردیف دانه لاین‌های ۲، ۴، ۶، ۱۵و ۲۲، برای صفت عمق دانه لاین‌های ۱، ۱۴، ۱۷، ۱۸و ۲۲ و وزن هزار دانه لاین‌های ۱، ۴، ۹، ۱۱، ۱۳، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۶، ۲۷ و ۲۸ در سطح احتمال یک درصد تفاوت مثبت و معنی‌داری را نشان دادند. چوکان (Choukan.,1998) نیز معنی‌داری ترکیب‌پذیری عمومی عملکرد دانه را متأثر از ترکیب‌پذیری عمومی اجزای عملکرد، بخصوص تعداد دانه در ردیف بلال و تعداد ردیف دانه در بلال اعلام کرد. در فرآیند اصلاحی ذرت نبایستی هدف یافتن بهترین لاین خالص باشد، بلکه هدف یافتن بهترین ترکیب هیبریدی است که از نظر ژنوتیپی و فنوتیپی مناسب باشد، زیرا مشاهده شده است که ترکیب بهترین لاین‌ها به لحاظ قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی همیشه بهترین هیبرید را تولید نخواهد کرد.درگیاهانی مانند ذرت که هدف نهایی عمدتاً عملکرد دانه است، تاکید بر عملکرد دانه و نیز نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به این صفت می‌تواند به عنوان

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-25]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.1.6.4]

یکی از کارآمدترین ابزارها مورد استفاده قرار گیرد، ولی در مواردی که عملکرد علوفه یا سایر مصارف گیاه مورد نظر باشد و به‌نژادگر با چندین صفت با طبیعت متفاوت مواجه باشد، تنها با تأکید بر یک صفت، امکان تهیه یک هیبرید مناسب نیست و صفات و ویژگی‌های گیاهی متفاوتی ممکن است مورد توجه قرار گیرند که ممکن است هر یک ساختار ژنتیکی خاص خود را داشته باشند. به عنوان نمونه صفاتی نظیر طول بلال، ارتفاع بلال و قطر بلال در افزایش و کاهش عملکرد موثر هستند. دارا بودن عملکرد بالا مستلزم مثبت بودن ترکیب پذیری عمومی و ترکیب پذیری خصوصی در این صفات است، درحالی که گاهی این صفات با یکدیگر همخوانی ندارند.ترکیب‌پذیری خصوصی واریانس غیرافزایشی (غالبیت و اپیستازی) تلاقی‌ها را نشان می‌دهد و در این آزمایش برای عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب هیبریدهای حاصل از تلاقی L1×T1وT2×L23و T3×L10و T4×L21 و در شرایط تنش خشکی تلاقی‌هایL18× T1 و L23× T2و T3×L3 بالاترین ترکیب‌پذیری خصوصی را داشتند.

سپاسگزاری

بدینوسیله از جناب آقای مهندس معینی و کارکنان محترم بخش ذرت وگیاهان علوفه‌ای موسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و از تمام کسانی که نگارندگان را در انجام این تحقیق یاری رساندند، سپاسگزاری و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

References

Akbar, M., M. Saleem, F. M. Azhar, M. Yasin Ashraf, and R.Ahmad. 2008. Combining ability analysis in maize under normal and high temperature conditions. J. Agric. Res. 46(1): 27-38.

Akhtar, N. and M. A. Chowdhry. 2006. Genetic analysis of yield and some other quantitive traits in bread wheat. Int. J. Agric. Biol. 4: 523-527.

Basal, H. and I. Turgut. 2005. Genetic analysis of yield components and fiber strength in upland cotton (*G. hirsutum L*). Asian J. Plant Sci. 4: 3. 293-298.

Choukan, R. 1999.Estimation of combining ability, additive and dominance variance in corn lines using line x tester cross. Seed Plant J. 15:65–73.

De la Vega, A. J. and S. C. Chapman. 2006. Multivariate analysis to display interactions between environment and general or specific combining ability in hybrid crops. Crop Sci. 46: 957-967.

Farshadfar, E. 1997. Plant Breeding Methodology. Razi University Press, Kermanshah, Iran. (in Persian).

Garcia, S. A, A. C. Thuillet, J. Yu, G. Pressoir, S. M. Romero, S. E. Mitchell, J. Doebley, S. Kresovich, M, Goodman and E. S. Buckler. 2005. Maize association population: a high – resolution platform for quantitative trait locus `dissection. The Plant J. 44: 1054-1064.

He.Y., H. G. Qi, Y. C. Sun YL, and M. Z. Bao. 2009. Identification of a SCAR marker linked to a recessive male sterile gene and it's application in breeding of marigold (*Tagetes erecta*). Plant Breed. 128: 92–96.

Kempthorn, O. 1957.An Introduction to Genetic Statistics.Jhon Wiley and Nordskog Inc. London.

Konak, C., A.Unay, E. Serter and H. Basal. 1999. Estimation of combining ability effects, heterosis and

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-25]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.1.6.4]

heterobeltiosis by line × tester method in maize . Turk. J. Field Crops. 4: 1–9.

Kumar, P. and S. C. Gupta. 2003. Genetic analysis in maize. J. Res. Birsa Agric. Univ. 15: 107-110.

Mather, K. and J. L. Jinks. 1982. Biometrical genetics. The study of continuous variation: (3th Ed.) Chapman and Hall, London, New York, pp. 396.

Nestares, G., E. Frutos and G. Eyherabide. 1999.Combining ability evaluation in orange flint lines of maize . Pesquisa Agropecua Yia Brasileira. 34: 1399–1406.

Olakojo, S. A. and G. Olaoye .2005. Combining ability for grain yield, agronomic traits and *Strigalutea toiernce*of maize hybrids under artificial striga infestation. Afr. J. Biotechnol. 4(9): 984– 988.

Prasad, G. S. V, and M. V. S. Sastry. 1987. Line × tester analysis for combining ability and heterosis in brown planthopper–resistant varieties . Indian Agric. 31: 257–265.

Rissi, R. De. and A. R. Hallauer. 1991. Evaluation of four testers for evaluation maize (*Zea mays* L.) lines in a hybride development program. Revista Brasileira de Genetica, 14:467–481.

Roy, D. 2000. Plant Breeding, Analysis and Exploitation of variation. Alpha Science International Ltd., Pangbourne, U.K: 701pp.

Shree, P. S., T. Henry, M. Albeiro and G. J. Ariel. 1992. Combining ability for seed yield and it's components in common bean of Andean origin. Crop Sci.32: 81–84.

Singh, D. N. and I. S. Singh. 1998. Line × tester analysis in maize (*Zea mays* L.) J. Res. Birsa Agric. Univ. 10: 177-182.

Soltani, A. 1998. Application of Statistical Analysis . Mashhad University Press.182 pp. (In Persian).

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-25]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.1.6.4]

Estimation of combining ability and gene effect in maize lines using line×tester analysis under drought stress conditions

Hosseini, S. F.,[1] R. Choukan[2], M. R. Bihamta[3] and A. Mohammadi[4]

ABSTRACT

Hosseini, S. F., R. Choukan, M. R. Bihamta and A. Mohammadi. 2013. Estimation of combining ability and gene effect in maize lines using line×tester under drought stress conditions**. Iranian Journal of Crop Sciences. 15(1): 60-70. (In Persian).**

To estimate general combining ability, specific combining ability and gene effect, 30 maize inbred lines were crossed with four male sterile testers. One hundred and twenty developed hybrids were planted in randomized complete block design with three replications in research field station of Seed and Plant Improvement Institute of Iran (SPII), Karaj, in 2009. Kernel yield, plant height, ear height, kernel number.row^{-1},row number.cob^{-1},kernel depth and 1000 kernel weight were measured. Analysis of variance, in both irrigation conditions, showed significant difference among hybrids for all characteristics except the row number.cob^{-1} in normal irrigation condition. Significant mean-square for line × tester implied that responses of lines and testers differed in two irrigation conditions. Evaluation of $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ indicated that there was greater dominance variance (SCA) than additive variance (GCA) for all traits.K3651/2, K47/2-2-1-3-1-1-1-1, K47/2-2-1-4-1-1-1-1, K47/2-2-1-21-2-1-1-1, and K3640/8 inbred lines showed the highest GCA in the moisture stress condition. The highest SCA in the moisture stress condition was observed for T1×L18, T3×L30,T2× L23 and T4×L10 and the lowest SCA for T1×L7,T2×L30, T3×L26, T4×L23 combinations. Overall both additive and non-additive gene effects were involved in controlling of measured traits.

Key word: Gene effect, General combining ability, Specific combining ability, Maize, and Line×Tester.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-25]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.1.6.4]

Received: September, 2011 Accepted: March, 2013

1-MSc. Student, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran
2-Associate Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran (Corresponding author) (Email: r_choukan@yahoo.com)
3-Professor, Agriculture and Natural Resources Campus, University of Tehran, Karaj, Iran
4- Assistant Prof., Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran