"مجله علوم زراعی ایران"
جلد شانزدهم، شماره ٤، زمستان ۱۳۹۳

ارزیابی ترکیب پذیری لاین‌های ذرت استخراجی از ژرم‌پلاسم سیمیت در تلاقی با لاین‌های مناطق معتدله

Combining ability of maize lines derived from CIMMYT germplasm in crossing with temperate lines

رجب چوکان[۱]، افشار استخر[۲]، عزیز آفرینش[۳]، غلامرضا افشارمنش[۴]، محمدرضا شیری[۵]، افشین مساوات[۶] و شراره فارغی[۷]

چکیده

چوکان، ر.، ا. استخر.، ع. آفرینش.، غ. افشارمنش.، م. ر. شیری.، ا. مساوات و ش. فارغی. ۱۳۹۳. ارزیابی ترکیب پذیری لاین‌های ذرت استخراجی از ژرم‌پلاسم سیمیت در تلاقی با لاین‌های مناطق معتدله. **مجله علوم زراعی ایران. ۱٦(٤): ۳٤٥-۳۳٤.**

به منظور ارزیابی ترکیب پذیری لاین‌های ذرت استخراجی از ژرم‌پلاسم سیمیت در تلاقی با لاین‌های مناطق معتدله، تعداد ۲۸ ترکیب حاصل از تلاقی چهار لاین معتدله (MO17, K18, K166B, A679) ذرت به عنوان تستر با هفت لاین استخراجی از ژرم‌پلاسم ذرت سیمیت در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۱ در هفت منطقه (کرج، شیراز، دزفول، جیرفت، مغان، گرگان و کرمانشاه) مورد بررسی قرار گرفتند. در سال ۱۳۹۲، علاوه بر ۲۸ ترکیب سال قبل، ۲٤ ترکیب جدید (جمعاً ۵۲ ترکیب) نیز ارزیابی شدند. مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که دو هیبرید شماره ۲۸ و ۱۰ به ترتیب با میانگین ۱۰/۱٦۰، ۹/۸٦۷، ۹/۸۲۲ و ۹/۷۷٤ تن در هکتار پرمحصول‌تر از سایر هیبریدها بودند. هیبرید شماره ۲۸ حاصل از تلاقی K166B × XT03 می‌باشد. در تجزیه مرکب لاین در تستر، اثر ساده لاین و تستر غیرمعنی‌دار، ولی اثرمتقابل لاین در تستر معنی‌دار بود. اثر ترکیب پذیری عمومی تسترها معنی‌دار بود، ولی لاین‌ها ترکیب‌پذیری عمومی معنی‌داری نشان ندادند. نتایج نشان داد که امکان بهره‌برداری از منابع سیمیت (حاره‌ای و نیمه حاره‌ای) بویژه از منابعی که در شرایط مشابه ایران توسط سیمیت تولید می‌شوند (مانند برنامه سیمیت در چین) در افزایش تنوع ژرم‌پلاسم مورد استفاده در برنامه به‌نژادی اقلیم معتدله وجود دارد. نتایج این آزمایش نشان داد که انجام تلاقی با لاین‌های معتدله قبل از شروع خودگشنی و گزینش، تأثیری در موفقیت لاین‌های استخراجی ندارد. استفاده از تعداد بیشتری از منابع حاره‌ای و نیمه حاره‌ای همراه با تعداد بیشتر تستر معتدله از هر گروه، در تسهیل و تسریع موفقیت ضرورت دارد.

واژه‌های کلیدی: ذرت، سیمیت، عملکرد دانه، لاین × تستر و هیبرید.

تاریخ دریافت:۱۳۹۳/۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۹/۱۹ این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی شماره۹۱۰۱۶-۰۳-۰۳-۰ مصوب مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذرمی‌باشد

۱- استاد مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده)(پست الکترونیک: r_choukan@yahoo.com)
۲- عضو هیأت علمی(مربی) مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس
۳- عضو هیأت علمی(مربی) مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد دزفول
۴- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی جیرفت و کهنوج
۵- عضو هیأت علمی(مربی) مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل
۶- عضو هیأت علمی(مربی) مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان
۷- عضو هیأت علمی(مربی) مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه

مقدمه

امروزه با محدود شدن پایه ژنتیکی ژرم پلاسم مورد استفاده در برنامه‌های به نژادی ذرت مناطق معتدله، توجه و گرایش شدیدی جهت استفاده از ژرم پلاسم خارجی (Exotic) به ویژه ژرم پلاسم مناطق حاره‌ای وجود دارد. در اکثر برنامه‌های تحقیقاتی محققین در مناطق معتدله و حتی در مناطق حاره‌ای در خصوص استفاده از این ژرم پلاسم و شناسایی منابع مناسب متمرکز شده است (Choukan *et al.,* 2005 a,b; Fan *et al.,* 2002, 2004, 2010; Nelson and Goodman, 2008; Simic *et al.,* 2003). بهره‌بردای مداوم از منابع ژنتیکی ذرت در مناطق معتدله و محدود شدن تعداد لاین‌های مناسب مورد استفاده در برنامه‌های به نژادی تولید هیبریدهای تجارتی ذرت در مناطق معتدله موجب کاهش تنوع و پایه ژنتیکی ژرم پلاسم ذرت در این مناطق گردیده است (Simic*et al.*, 2003). ژرم پلاسم خارجی ذرت به ویژه ژرم‌پلاسم مناطق حاره‌ای و نیمه حاره‌ای، به عنوان منبعی برای افزایش تنوع و توسعه ژنتیکی در برنامه های اصلاح ذرت مناطق معتدله پیشنهاد گردیده است (Stuber, 1987; Goodman,1985). گوسنارد و همکاران (Gouesnard *et al.*, 1996) تلاقی‌های ذرت حاره‌ای با معتدله را در بهبود عملکرد ذرت اروپا مورد بررسی قرار دادند. عدم سازگاری این ژرم پلاسم در مناطق معتدله مشکلات زیادی را در استفاده از این مواد جهت افزایش پایه ژنتیکی ذرت‌های مورد استفاده در برنامه‌های اصلاح ذرت در مناطق معتدله ایجاد کرده است. فرانسیس (Francis, 1972) مشکل عدم سازگاری ژرم پلاسم حاره‌ای و نیمه حاره‌ای در مناطق معتدله را ناشی از طول روز بلند مناطق معتدله اعلام کرد.

واسال و همکاران (Vasal *et al.*, 1992 a, b) ۹۲ لاین حاره‌ای و ۸۸ نیمه حاره‌ای را در تلاقی با چهار لاین تستر در دو محیط (ترکیبات حداقل دو سال- منطقه) مورد ارزیابی قرار دارند و دو گروه هتروتیکی حاره‌ای و دو گروه نیمه حاره‌ای را شناسایی و تشکیل دادند. شلیم الدین و همکاران (ShalimUddin *et al.*, 2008) بمنظور تعیین ترکیب پذیری عمومی و خصوصی، تعداد ۱۲ لاین S4 را با سه تستر تلاقی داده و نتایج حاصل نشان داد که پنج لاین در ترکیب با یکی از تسترها بهترین ترکیب پذیری خصوصی را دارا بود.

ژرم پلاسم ذرت سیمیت (CIMMYT) متنوع‌ترین منبع ژنتیکی در جهان است و کاربرد آن در افزایش پایه ژنتیکی ژرم‌پلاسم معتدله ذرت در حال افزایش است (Fan *et al.*, 2010). لاین‌های اینبرد از سیمیت (CIMMYT) دارای درجه بالایی از تنوع ژنتیکی در مقایسه با لاین‌های معتدله ذرت هستند (Liu *et al.*, 2003). در طی دهه گذشته، ژرم پلاسم ذرت سیمیت (CIMMYT) تبدیل به بهترین منبع ژنتیکی متنوع در دنیا شده است (Nelson and Goodman, 2008; Fan *et al*., 2002, 2003a,b,2008a,b)

در چین، ژرم پلاسم حاره‌ای و حاره‌ای زیادی در برنامه اصلاح ذرت وارد شده و به طور وسیعی از نظر سازگاری، ترکیب پذیری و پتانسیل ژنتیکی در توسعه پایه ژنتیکی ژرم پلاسم برگزیده چین و گروه بندی هتروتیکی مورد مطالعه قرار گرفته است (Chen *et al*., 2011; Liu, 2000; Fan *et al*., 2002,2003 a,b,2004, 2005,2008 a,b,2009; Li, *et al*, 2001, 2007; Liu *et al*., 2005).

ژرم پلاسم ذرت حاره‌ای و نیمه حاره‌ای تولیدی توسط سیمیت به صورت هیبریدها، خزانه‌ها و جمعیت‌ها، در گذشته نیز به صورت پراکنده دریافت و مورد بررسی قرار گرفته‌اند، ولی امکان بهره‌برداری از این منابع تنوع به طور دقیق مطالعه نشده بود تا اینکه در آزمایشی طی چهار سال در چهار منطقه کرج، گرگان، داراب و دزفول، سازگاری این نوع ژرم پلاسم مورد مطالعه قرار گرفت (Choukan and Moeini, 2005; Choukan*et al*., 2005a, b) و لاین‌های مورد بررسی در تحقیق حاضر از منابع با سازگاری نسبی این ژرم پلاسم

به طور مستقیم یا پس از تلاقی اولیه با لاین‌های معتدله استخراج گردیدند. این آزمایش به‌منظور بررسی امکان استفاده از ژرم پلاسم حاره‌ای و نیمه حاره‌ای پس از خودگشنی و گزینش مستقیم یا تلاقی قبل از گزینش جهت استخراج لاین‌های جدید به منظور افزایش تنوع مورد نیاز برنامه به‌نژادی ذرت کشور و افزایش عملکرد اجرا شد.

مواد و روش‌ها

در سال ۱۳۹۱ تعداد ۲۸ ترکیب حاصل از تلاقی چهار لاین معتدله (MO17, K18, K166B,A679) ذرت با هفت لاین استخراجی از ژرم پلاسم ذرت سیمیت در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار از نظر عملکرد دانه در هفت منطقه(کرج، شیراز، دزفول، جیرفت، مغان، گرگان و کرمانشاه) مورد ارزیابی قرار گرفتند. در همین سال بذر تکثیر شده شش لاین دیگر از منشاء ژرم پلاسم سیمیت نیز دورگ گیری شده و ترکیبات چهار لاین معتدله با ۱۳ لاین استخراجی (هفت لاین سال قبل باضافه شش لاین جدید) از منشاء سیمیت تلاقی داده شده و در سال ۱۳۹۲، تعداد ۵۲ ترکیب حاصل (۲۸ ترکیب سال قبل و ۲۴ ترکیب جدید) مورد ارزیابی قرار گرفتند (جدول ۱). منابع ژرم‌پلاسم مورد استفاده در قالب آزمایشات بین‌المللی در سال ۱۳۸۱ از سیمیت دریافت گردید و سپس بطور مستقیم یا پس از تلاقی اولیه با لاین‌های معتدله (به منظور القاء سازگاری بیشتر به اقلیم معتدله) در طی سال‌های بعد از طریق خودگشنی و گزینش اقدام به استخراج لاین‌های سازگار گردید. هر رقم در هر کرت شامل دو خط کاشت بود که هر خط در ۳۶ کپه به فاصله ۱۸ سانتی‌متر بود که با احتساب ۷۵ سانتی‌متر فاصله خطوط کاشت و احتساب یک بوته در هر کپه، تراکم کشت حدود ۷۴ هزار بوته در هکتار بود. در هر کپه جهت اطمینان از سبز شدن کافی سه بذر کشت شد که پس از تنک کردن در مرحله ۵-۴ برگی یک بوته در هر کپه نگهداری شد. مساحت برداشت محصول نیز ۹/۷۲ مترمربع بود. میزان کود اوره و فسفات آمونیم بر اساس تجزیه خاک و توصیه فنی در هر منطقه بود که کل کود فسفات و نیمی از کود اوره در زمان کاشت و نیمی دیگر از اوره در زمان هفت برگه شدن بوته‌ها به صورت سرک مصرف شد. بر اساس اصول تجزیه لاین × تستر (Choukan, 2008; Kempthorne, 1957)، تجزیه واریانس بر اساس مدل زیر انجام و ترکیب پذیری عمومی و خصوصی لاین‌ها و تسترها تعیین شد:

$$Yij = \mu + g_{ii} + g_{jj} + s_{ij} + r_k + e_{ijk} \quad (۱)$$

Yij:میانگین فنوتیپی اندازه‌گیری شده برای ij^{th} ژنوتیپ در k^{th} تکرار، μ:میانگین جمعیت، g_{ii}:ترکیب پذیری عمومی i^{th} والد پدری، g_{jj}:ترکیب پذیری عمومی j^{th} والد مادری، s_{ij}:ترکیب پذیری خصوصی تلاقی بین i^{th}والد پدری j^{th}والد مادری، r_k:اثر k^{th}تکرار، e_{ijk}:اثرات تصادفی خطای مرتبط با ij^{th} ژنوتیپ در k^{th} تکرار می‌باشند.

تجزیه واریانس، تجزیه لاین × تستر مرکب مناطق بر اساس روش آرون چالام (Arunachalam, 1974) و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در هر سال به‌صورت جداگانه و همچنین برای هر دو سال و مناطق به‌صورت توأم با استفاده از ۲۸ ترکیب اولیه‌ای که در هر دوسال مشترک بودند (پس از حذف ترکیبات جدید اضافه شده در سال دوم) با استفاده از نرم افزار SAS انجام گرفت.

نتایج و بحث

در تجزیه مرکب سال و منطقه، اثر سال، اثر منطقه، اثر متقابل سال در منطقه، اثر هیبرید و اثر متقابل هیبرید در سال در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل منطقه در سال و اثر متقابل سال در منطقه در هیبرید غیرمعنی‌دار بودند. در تجزیه مرکب مناطق مختلف در هر یک از سال‌ها، اثر منطقه، اثر هیبرید و اثر متقابل منطقه و هیبرید در سطح احتمال یک درصد

جدول ۱ – فهرست ترکیبات مورد بررسی ذرت دانه‌ای در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

Table 1. List of studied maize hybrids in 2012 and 2013

شماره هیبرید Hybrid No.	۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ 2012 and 2013	شماره هیبرید Hybrid No.	۱۳۹۲ 2013
1	4-CHTSEY,2002/1389/9=1390/13 × MO17	29	4-CHTSEY, 2002/1390/5 × MO17
2	4-CHTSEY,2002/1389/19=1390/21 × MO17	30	4-CHTSEY, 2002/1390/9 × MO17
3	7-CHTSEY,2002/1389/33=1390/33 × MO17	31	7-CHTSEY, 2002/1390/41 × MO17
4	7-CHTSEY,2002/1389/35=1390/37 × MO17	32	20-CHTSEY,2002/1390/45 × MO17
5	K18 / 2-CHTHIY, 2002/1389/59=1390/73 × MO17	33	20-CHTSEY,2002/1390/53 × MO17
6	K18 / 2-CHTHIY, 2002/1389/61=1390/77 × MO17	34	MO17 / 6-CHTHEY, 2002/1390/69 × MO17
7	XT03 × MO17	35	4-CHTSEY, 2002/1390/5 × K18
8	4-CHTSEY,2002/1389/9=1390/13 × K18	36	4-CHTSEY, 2002/1390/9 × K18
9	4-CHTSEY,2002/1389/19=1390/21 × K18	37	7-CHTSEY, 2002/1390/41 × K18
10	7-CHTSEY,2002/1389/33=1390/33 × K18	38	20-CHTSEY,2002/1390/45 × K18
11	7-CHTSEY,2002/1389/35=1390/37 × K18	39	20-CHTSEY,2002/1390/53 × K18
12	K18 / 2-CHTHIY, 2002/1389/59=1390/73 × K18	40	MO17 / 6-CHTHEY, 2002/1390/6 × K18
13	K18 / 2-CHTHIY, 2002/1389/61=1390/77 × K18	41	4-CHTSEY, 2002/1390/5 × A679
14	XT03 × K18	42	4-CHTSEY, 2002/1390/9 × A679
15	4-CHTSEY,2002/1389/9=1390/13 × A679	43	7-CHTSEY, 2002/1390/41 × A679
16	4-CHTSEY,2002/1389/19=1390/21 × A679	44	20-CHTSEY,2002/1390/45 × A679
17	7-CHTSEY,2002/1389/33=1390/33 × A679	45	20-CHTSEY,2002/1390/53 × A679
18	7-CHTSEY,2002/1389/35=1390/37 × A679	46	MO17 / 6-CHTHEY, 2002/1390/69 × A679
19	K18 / 2-CHTHIY, 2002/1389/59=1390/73 × A679	47	4-CHTSEY, 2002/1390/5 × K166B
20	K18 / 2-CHTHIY, 2002/1389/61=1390/77 × A679	48	4-CHTSEY, 2002/1390/9 × K166B
21	XT03 × A679	49	7-CHTSEY, 2002/1390/41 × K166B
22	4-CHTSEY,2002/1389/9=1390/13 × K166B	50	20-CHTSEY,2002/1390/45 × K166B
23	4-CHTSEY,2002/1389/19=1390/21 × K166B	51	20-CHTSEY,2002/1390/53 × K166B
24	7-CHTSEY,2002/1389/33=1390/33 × K166B	52	MO17 / 6-CHTHEY, 2002/1390/69 × K166B
25	7-CHTSEY,2002/1389/35=1390/37 × K166B		
26	K18 / 2-CHTHIY, 2002/1389/59=1390/73 × K166B		
27	K18 / 2-CHTHIY, 2002/1389/61=1390/77 × K166B		
28	XT03 × K166B		

معنی‌دار بود. مقایسه میانگین هیبریدها در سال‌ها و مکان‌های مورد بررسی برای عملکرد دانه نشان داد که دو هیبرید شماره ۲۸ و ۱۰ بترتیب با میانگین ۱۰/۱۶۰ و ۹/۸۶۷ تن در هکتار و همچنین هیبرید شماره ۲۳ با میانگین ۹/۸۲۲ تن در هکتار از هیبریدهای پر محصول می‌باشند (جدول ۲). هیبریدهای شاهد شماره‌های ۳۰ و ۲۹ نیز بترتیب با میانگین ۹/۹۱۳ و ۹/۸۹۵ تن در هکتار بترتیب دومین و سومین رتبه را بعد از هیبرید شماره ۲۸ از نظر عملکرد دانه دارا بودند. هیبرید شماره ۱۴ نیز با ۹/۷۷۴ تن در هکتار از هیبریدهای پر محصول بود.

تجزیه واریانس لاین × تستر با حذف رقم شاهد انجام گرفت. در سال ۱۳۹۱ چهار تستر با هفت لاین و در سال ۱۳۹۲، چهار تستر با ۱۳ لاین ترکیب و نتایج با روش لاین × تستر تجزیه شدند. در هیچیک از دو سال مورد بررسی اثر ساده لاین و تستر معنی‌دار نبود، ولی اثر متقابل لاین × تستر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر منطقه در هر دو سال در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. در سال ۱۳۹۲، اثر متقابل تستر با منطقه و اثر متقابل سه گانه منطقه در لایندرتستر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. فان و همکاران (Fan *et al.*, 2010) گزارش کردند که وقتی اثر متقابل لاین در منطقه معنی‌دار بود، لاین‌های انتخابی توسط یک تستر در یک منطقه الزاماً مشابه منطقه دیگر نمی‌باشد. معنی‌دار نبودن اثر ساده لاین/تستر واکنش یکسان تسترها / لاین‌ها را نشان می‌دهد. بعبارت دیگر، بنظر نمی‌رسد که بین لاین‌ها تفاوت قابل توجهی وجود داشته باشد، هر چند این موضوع می‌تواند ناشی از توزیع یکنواخت اثرات در دو طرف میانگین باشد. فان و همکاران (Fan *et al.*, 2010) با ارزیابی تلاقی ۲۵ لاین خارجی با چهار تستر اینبرد لاین اعلام کردند که لاین‌های از گروه‌های هتروتیک مختلف، تفاوت معنی داری در شناسایی بهترین ژرم پلاسم خارجی

جدول ۲- میانگین عملکرد دانه هیبریدهای ذرت در سال‌ها و مکان‌های مورد آزمایش

Table 2. Mean of grain yield in maize hybrids over years and locations

شماره هیبرید Hybrid No.	ترکیب Combination	عملکرد دانه Grain yield ($t.ha^{-1}$)
1	4-CHTSEY,2002/1389/9=1390/13 × MO17	8.728 e-i
2	4-CHTSEY,2002/1389/19=1390/21 × MO17	8.790 d-i
3	7-CHTSEY,2002/1389/33=1390/33 × MO17	9.248 a-h
4	7-CHTSEY,2002/1389/35=1390/37 × MO17	8.286 hij
5	K18 × 2-CHTHIY, 2002/1389/59=1390/73 × MO17	8.205 ij
6	K18 × 2-CHTHIY, 2002/1389/61=1390/77 × MO17	8.695 f-i
7	XT03 × MO17	8.282 hij
8	4-CHTSEY,2002/1389/9=1390/13 × K18	9.061 b-i
9	4-CHTSEY,2002/1389/19=1390/21 × K18	9.145 b-i
10	7-CHTSEY,2002/1389/33=1390/33 × K18	9.867 abc
11	7-CHTSEY,2002/1389/35=1390/37 × K18	9.346 a-g
12	K18 × 2-CHTHIY, 2002/1389/59=1390/73 × K18	6.266 k
13	K18 × 2-CHTHIY, 2002/1389/61=1390/77 × K18	7.551 j
14	XT03 × K18	9.774 a-d
15	4-CHTSEY,2002/1389/9=1390/13 × A679	9.106 b-i
16	4-CHTSEY,2002/1389/19=1390/21 × A679	9.506 a-f
17	7-CHTSEY,2002/1389/33=1390/33 × A679	8.898 b-i
18	7-CHTSEY,2002/1389/35=1390/37 × A679	8.440 g-j
19	K18 × 2-CHTHIY, 2002/1389/59=1390/73 × A679	9.003 b-i
20	K18 × 2-CHTHIY, 2002/1389/61=1390/77 × A679	9.339 a-g
21	XT03 × A679	9.719 a-e
22	4-CHTSEY,2002/1389/9=1390/13 × K166B	9.098 b-i
23	4-CHTSEY,2002/1389/19=1390/21 × K166B	9.822 abc
24	7-CHTSEY,2002/1389/33=1390/33 × K166B	9.716 a-e
25	7-CHTSEY,2002/1389/35=1390/37 × K166B	8.881 c-i
26	K18 × 2-CHTHIY, 2002/1389/59=1390/73 × K166B	8.672 f-i
27	K18 × 2-CHTHIY, 2002/1389/61=1390/77 × K166B	9.305 a-g
28	XT03 × K166B	10.16 a
Check	KSC704	9.913 ab

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means with similar letter (s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Rang Test

نشان ندادند. در بررسی ترکیب پذیری عمومی هر یک از لاین‌ها و تسترها (جدول ۳) در سال ۱۳۹۱ اثر ترکیب پذیری عمومی هر یک از لاین‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، در حالیکه هیچیک از تسترها اثر ترکیب پذیری عمومی معنی‌داری نشان ندادند. در سال ۱۳۹۲، هیچیک از لاین‌ها و تسترها ترکیب پذیری عمومی معنی‌داری نشان ندادند. این موضوع با توجه به اینکه بخش اعظم ژرم پلاسم سیمیت بعلت سازگار نبودن به شرایط معتدله در مراحل مختلف گزینش حذف گردیده بودند و در واقع لاین‌های باقیمانده مورد مطالعه فقط از سه منبع مختلف بودند، غیر قابل انتظار نبود.

جدول ۳- ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها و تسترهای ذرت در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

Table 3. General combining ability of maize lines and testersin 2012 and 2013

لاین / تستر ذرت Maize Line / Tester	۱۳۹۲ 2013	۱۳۹۱ 2012
Line1: 4-CHTSEY,2002/1389/9=1390/13	0.08435 ns	0.08737**
Line2: 4-CHTSEY,2002/1389/19=1390/21	0.1220 ns	-0.1609**
Line3: 7-CHTSEY,2002/1389/33=1390/33	0.07503 ns	-0.1922**
Line4: 7-CHTSEY,2002/1389/35	-0.06788 ns	0.1873**
Line5: K18 × 2-CHTHIY, 2002/1389/59=1390/73	-0.1036 ns	0.04376**
Line6: K18 × 2-CHTHIY, 2002/1389/61=1390/77	-0.02832 ns	0.1375**
Line7: XT03	0.01182 ns	-0.1028**
Line8: 4-CHTSEY, 2002/1390/5	0.01519 ns	
Line9: 4-CHTSEY, 2002/1390/9	0.02867 ns	
Line10: 7-CHTSEY, 2002/1390/41	0.1140 ns	
Line11: 20-CHTSEY,2002/1390/45	0.03692 ns	
Line12: 20-CHTSEY,2002/1390/53	-0.2215 ns	
Line13:MO17 × 6-CHTHEY, 2002/1390/69	-0.06674 ns	
Tester 1: MO17	-0.04657 ns	-0.2467 ns
Tester 2: K18	0.09364 ns	-0.07848 ns
Tester 3: A679	-0.04759 ns	0.01405 ns
Tester 4: K166B	0.00052 ns	0.3111 ns

ns و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

ns and **: Not significant and significant at 1% probability level, respectively

اسپراگ و تاتوم (Sprague and Tatum,1942) دریافتند که برای صفات مورد بررسی از جمله عملکرد، ترکیب‌پذیری خصوصی برای لاین‌های گزینش شده قبلی بسیار مهم‌تر از ترکیب‌پذیری عمومی است، در حالیکه برای لاین‌های گزینش نشده ترکیب‌پذیری عمومی کمتر از ترکیب‌پذیری خصوصی است.

بررسی ترکیب پذیری خصوصی لاین‌ها و تسترها در سال ۱۳۹۱ نشان داد که تستر K166A با لاین شماره ۲ و تستر K18 با لاین شماره ۷ ترکیب پذیری خصوصی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۴). تستر A679 در ترکیب با لاین شماره ۴ و تستر K18 در ترکیب با لاین شماره پنج، ترکیب پذیری خصوصی منفی و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان دادند.

در سال ۱۳۹۲، تستر K18 با لاین شماره ۱ ترکیب پذیری مثبت و تستر MO17 با لاین شماره ۵ ترکیب پذیری منفی و معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد نشان دادند (جدول ۵). تستر MO17 با لاین شماره ۱۰ ترکیب پذیری مثبت و با لاین شماره ۱۲ ترکیب پذیری منفی و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد. تستر K18 با لاین شماره ۱۳ و تستر A679 با لاین شماره ۸ ترکیب پذیری منفی و معنی‌داری نشان دادند. این موضوع با نتایج اسپراگ و تاتوم (Sprague and Tatum,1942) مطابقت دارد.

تجزیه مرکب لاین × تستر در سال‌ها و مکان‌های مورد بررسی نیز نشان داد که اثر منطقه، اثر متقابل لاین × تستر و اثر متقابل چهارگانه سال × منطقه× لاین × تستر در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل تستر × منطقه و اثر متقابل سال × منطقه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. معنی‌دار بودن اثر متقابل لاین × تستر در کلیه تجزیه‌ها نه تنها به مفهوم تغییر واکنش هر لاین / تستر در ترکیب با تستر / لاین دیگر است، بلکه سهم عمده اثرات ژنی غیر افزایشی در کنترل صفت عملکرد دانه است. محققان هر دو منبع ترکیب پذیری عمومی و خصوصی را برای عملکرد دانه ذرت معنی‌دار گزارش

جدول ۴- ترکیب‌پذیری خصوصی لاین‌ها و تسترهای ذرت در سال ۱۳۹۱

Table 4. Specific combining ability of maize lines and testers in 2012

تستر Tester	شماره لاین Line No.						
	1	2	3	4	5	6	7
MO17	-0.4620 ns	-0.00367 ns	0.4482 ns	-0.4775 ns	0.3917 ns	-0.3245 ns	-0.4838 ns
K18	-0.04102 ns	0.4563 ns	0.5628 ns	0.3700 ns	-1.3054**	-0.9886**	0.6559*
A679	0.02521 ns	0.2386 ns	0.006331 ns	-0.8771**	0.2073 ns	0.3400 ns	0.1115 ns
K166B	-0.2368 ns	0.6250*	0.5548 ns	-0.5476 ns	0.3485 ns	-0.1519 ns	0.5574 ns

شماره لاین‌ها معادلشماره‌های ذکر شده در جدول ۳ می‌باشد Numbers for lines are equal to table 3

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

ns, * and **: Not significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۵- ترکیب‌پذیری خصوصی لاین‌ها و تسترهای ذرت در سال ۱۳۹۲

Table 5. Specific combining ability of maize lines and testers in 2013

تستر Tester	شماره لاین Line No.						
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
MO17	0.0884 ns	0.2513 ns	0.5610 ns	-0.6408 ns	-0.7865*	0.3454 ns	-0.0937 ns
K18	0.7902*	0.1728 ns	0.5528 ns	0.1497 ns	-0.2705 ns	0.2236 ns	0.2850 ns
A679	0.7169 ns	1.1344 ns	-0.2203 ns	-0.3676 ns	0.009224 ns	-0.7390 ns	-0.6662 ns
K166B	-0.5470 ns	-0.0418 ns	0.03927 ns	0.0148 ns	-0.2398 ns	-0.1822 ns	0.6219 ns

ادامه جدول ۵- ترکیب‌پذیری خصوصی لاین‌ها و تسترهای ذرت در سال ۱۳۹۲

Table 5 (Continued). Specific combining ability of maize lines and testers in 2013

تستر Tester	شماره لاین Line No.					
	8	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
MO17	0.3280 ns	0.5051 ns	1.2627**	-0.2193 ns	-2.9760**	0.05111 ns
K18	0.9123 ns	-0.02705 ns	0.5033 ns	0.5665 ns	-0.3279 ns	-0.8697*
A679	-1.1481**	0.04001 ns	0.06888 ns	-0.1462 ns	0.1925 ns	-0.2270 ns
K166B	0.0967 ns	-0.1616 ns	-0.4174 ns	0.2580 ns	0.3580 ns	0.2159 ns

شماره لاین‌ها معادل شماره‌های ذکر شده در جدول ۳ می‌باشد Numbers for lines are equal to table 3

ns و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

ns, * and **: Not significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

کرده‌اند (Zambezi *et al*., 1994; Eyherabide and Gonzalez,1997; Castellanos*et al*., 1998)

بررسی ترکیب‌پذیری عمومی نشان داد که اثر تمام تسترها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، در حالیکه هیچیک از لاین‌ها ترکیب پذیری عمومی معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۶). سونگاس و همکاران (Soengas*et al*., 2003) در نتایج تحقیقات خود گزارش کردند که تغییرات ژنتیکی بین تلاقی‌ها در وهله اول افزایشی است که منطبق با نتایج فوق الذکر است. در این مطالعه، فقط ترکیب پذیری عمومی تسترها معنی‌دار بود که ۷۲ درصد از تغییرات بین تلاقی‌های آزمایشی را شامل می‌شد. در آزمایش اهرابید و گونزالس (Eyherabide and Gonzalez, 1997) نیز مهم‌ترین منبع تغییرات برای عملکرد دانه ذرت در تلاقی‌های آزمایشی را ترکیب پذیری عمومی اعلام کردند.

در بررسی ترکیب پذیری خصوصی، تستر K18 در ترکیب با لاین شماره ۵ ترکیب پذیری منفی و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و تستر K166A در ترکیب با لاین شماره ۷ ترکیب پذیری مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد نشان دادند (جدول ۷). زامبزی و همکاران (Zambezi *et al*, 1994)

جدول ۶- ترکیب پذیری عمومی لاین‌ها و تسترها در سال‌ها و مناطق مورد آزمایش

Table 6. General combining ability of lines and testers over years and locations

Lines لاین‌ها	GCA	Testers تسترها	GCA
Line1: 4-CHTSEY,2002/1389/9=1390/13	0.04191 ns	Tester 1: MO17	0.2638**
Line2: 4-CHTSEY,2002/1389/19=1390/21	0.1803 ns	Tester 2: K18	-0.1463**
Line3: 7-CHTSEY,2002/1389/33=1390/33	0.1421 ns	Tester 3: A679	0.06170**
Line4: 7-CHTSEY,2002/1389/35	-0.1612 ns	Tester 4: K166B	-0.1792**
Line5: K18 × 2-CHTHIY, 2002/1389/59=1390/73	-0.1430 ns		
Line6: K18 × 2-CHTHIY, 2002/1389/61=1390/77	-0.09904 ns		
Line7: XT03	0.03891 ns		

ns و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

ns and **: Not significant and significant at 1% probability level, respectively

جدول ۷- ترکیب پذیری خصوصی لاین‌ها و تسترها در سال‌ها و مناطق مورد آزمایش

Table 7. Specific combining ability of lines and testers over years and locations

تستر Tester	شماره لاین Line No.						
	1	2	3	4	5	6	7
MO17	-0.1916 ns	-0.0687 ns	0.2691 ns	-0.4042 ns	-0.1499 ns	0.0558 ns	-0.3559 ns
K18	0.3150 ns	0.1101 ns	0.3271 ns	0.3293 ns	-0.6575**	-0.2792 ns	0.3241 ns
A679	0.3236 ns	0.4512 ns	-0.2477 ns	-0.4363 ns	0.1437 ns	-0.1081 ns	-0.324 ns
K166B	-0.2963 ns	0.1554 ns	0.1624 ns	-0.06826 ns	0.1498 ns	-0.0245 ns	0.4956*

ns و *: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

ns and *: Not significant and significant at 5% probability level, respectively

گزارش کردند که برآورد واریانس اجزاء برای ترکیب‌پذیری عمومی به طور قابل توجهی بیش از اثر ترکیب پذیری‌خصوصی بوده است و ترکیب‌پذیری عمومی مهم‌ترین منبع تغییرات برای عملکرد دانه در تلاقی‌های آزمایش مورد مطالعه بود.

با توجه به ناشناخته بودن واکنش هتروتیکی ژرم‌پلاسم حاره‌ای و نیمه حاره‌ای در تلاقی با لاین‌های گروه‌های مختلف هتروتیکی معتدله، استفاده از تسترهای مختلف با تنوع بیشتر ضرورت دارد. از طرف دیگر، ژرم‌پلاسم سیمیت به عنوان منبع استخراج لاین‌ها در این آزمایش هنوز از سازگاری کافی به اقلیم معتدله برخوردار نبودند و بخش اعظم منابع اولیه حذف و فقط محدود به سه منبع شدند. نتایج امید بخش در برخی از تلاقی‌ها از جمله XT03 ×K166B نشان داد که استفاده از ژرم‌پلاسم حاره‌ای و نیمه حاره‌ای به ویژه استفاده از منابع ایجاد شده توسط سیمیت در شرایط کشورهایی مثل چین که از این نظر در شرایط مشابهی با ایران قرار دارد، می‌تواند امکان دستیابی به منابع برتر و سازگارتر را تسهیل نماید (منابع دریافتی از تلاقی‌های ژرم پلاسم‌سیمیت با چین که در مراحل اولیه گزینش در برنامه اصلاح ذرت ایران قرار دارد، این موضوع را تأیید می‌کند). برتری عملکرد تلاقی سه تستر از چهار تستر مورد استفاده در این آزمایش (تسترهای K18، A679 و K166B) با لاین XT03 (جدول ۲) که لاین استخراجی از منبع ناشناخته چینی در ایران می‌باشد، ارجحیت استفاده از ژرم‌پلاسم حاصل از برنامه سیمیت در چین را نسبت به سایر منابع سیمیت نشان می‌دهد. هوانگ و لی (Huang and Li, 2002)، در آزمایش تلاقی لاین‌های با منشاء چین، آمریکا و مناطق حاره‌ای گزارش کردند که ژرم‌پلاسم محلی چین از نظر ژنتیکی متفاوت از ژرم‌پلاسم آمریکایی و ژرم‌پلاسم حاره‌ای متفاوت از ژرم‌پلاسم آمریکایی و چینی می‌باشد. فان و همکاران

(Fan *et al*., 2008c) گزارش کردند که سابقه ژنتیکی ژرم‌پلاسم استان یون‌آن چین متفاوت از ژرم پلاسم سیمیت بوده است. انتخاب تسترهای متنوع و بیش از یک تستر از هر گروه می‌تواند به شناسائی منابع جدید کمک نماید. از بین چهار تستر مورد مطالعه، بیشترین ترکیبات امید بخش مربوط به تسترهای K18 و K166B بود و این در حالی است که تستر MO17 که از همان منبع K18 می‌باشد، و تستر A679 که از همان منبع K166B می‌باشند، واکنش قابل توجهی نشان ندادند. این موضوع ضرورت استفاده بیش از یک تستر از هر گروه هتروتیکی را در شناسائی منابع مناسب از بین تعداد زیادی از ژرم‌پلاسم حاره‌ای و نیمه حاره‌ای نشان می‌دهد. در این آزمایش انجام تلاقی ژرم‌پلاسم حاره‌ای و نیمه حاره‌ای قبل از آغاز خودگشنی و گزینش تأثیری در موفقیت لاین‌های استخراجی از این منابع نداشت و به نظر می‌رسد می‌توان مستقیماً از طریق خودگشنی و گزینش، به طور مستقیم لاین‌های سازگار را تولید نمود.

منابع مورد استفاده

Reference

Arunachalam, V. C. 1974. The fallacy behind the use of a modified line x tester design. Indian J. Genet. 34: 280–287.

Castellanos, J. S., A. R. Hallauer and H. S. Cordova. 1998. Relative performance of testers to identify elite lines of corn (*Zea mays* L.). Maydica, 43:217-226.

Choukan, R. 2008. Methods of Genetical Analysis of Quantitative Traits in Plant Breeding.Seed and Plant Improvement Institute.270 p. (In Persian).

Choukan, R.and R. Moeini. 2005. Study of the possibility of using sub-tropical maize germplasm in temperate regions of Iran. Iran. J. Crop Sci. 7(1): 69-85. (In Persian with English abstract).

Choukan, R., S. A. Mosavat, A. Afarinesh, A. Estakhr and R. Moeini. 2005a. Study of the possibility of using tropical highland maize hybrids in temperate regions of Iran. Iran. J. Crop Sci. 7(2): 146-158. (In Persian with English abstract).

Choukan, R., A. Estakhr, S. A. Mosavat, A. Afarinesh and R. Moeini. 2005b. Study of the possibility of using tropical and sub-tropical maize hybrids in temperate regions of Iran. Iran. J. Crop Sci. 7(2): 159-171. (In Persian with English abstract)

Chen, H-M., Y.F., Wang, W-H., Yao, L-M., Luo, J-L., Li, C-X., X-M., Fan and H-C., Gho. 2011. Utilization potential of the temperate maize inbreds integrated with tropical germplasm. ACTA AgronomicaSinica, 37(10): 1785-1793.

Eyherabide, G. H. and A. S. Gonzalez. 1997. Interactions between testers and Argentine maize landraces. Maydica, 42: 29-38.

Fan,X. M,Y. D. Zhang, L.,Liu, H. M. Chen, W. H. Yao, M. Kang and J. Y. Yang. 2010. Screening tropical germplasm by temperate inbred testers.Maydica, 55: 55-63.

Fan, X. M., J. Tan, J. Y. Yang, F. Liu, B. H. Huangh and Y.X. Huangh. 2002. Study on combining ability for yield and genetic relationship between exotic tropical, subtropical maize inbreeds and domestic temperate

maize inbreeds. (In Chinese with English abstract.) Sci. Agric. Sinica. 35: 743-749.

Fan, X. M., J. Tan, S. H. Zhang, M. S. Li, Y. X. Huang, J. Y. Yang, Z. B. Peng and X. H. Li. 2003a. Heterotic grouping for 25 tropical maize inbreds and 4 temperate maize inbreds by SSR markers.Acta AgronomySinica. 29: 835-840. (in Chinese with English abstract).

Fan, X.M., S.H. Zhang, J. Tan, M. S. Li and X.H. Li. 2003b. Heterotic grouping of quality protein maize inbreds by SSR markers.Acta Agronomy Sinica. 29: 105-110. (in Chinese with English abstract).

Fan, X. M., H. M. Chen, J. Tan, C. X. Xu, Y. M. Zhang, Y. X. Huang and M. S. Kang. 2008a. A new maize heterotic pattern between temperate and tropical germplasms. Agron. J. 100: 917-923.

Fan, X. M., H. M. Chen, J. Tan, C. X. Xu, Y. D. Zhang, L. M. Luo, Y. X.Huang, M. S. Kang. 2008b. Combining abilities for yield and yield components in maize. Maydica, 53: 39-46.

Fan, X. M., H. M. Chen., J. Tan, C. X. XU, W. Yao and Y.D. Zhang. 2008c. Combining ability analysis for yield and yield components among Yunnan local maize cultivars and germplasm from CIMMYT. Proceeding of 10th Asian regional maize workshop.20-23 Oct. 2008, Makassar, Indonesia.

Fan, X. M., J. Tan, M. S. Li, J. Y. Yang and H. M. Chen. 2004. Genetic diversity of Chinese temperate and exotic tropical, subtropical quality protein maize inbreds by SSR markers. Agric.Sci. China. 32: 94-100.

Fan, X.M., H.M. Chen, J. Tan, J.Y. Yang, Y. X. Huang and Z.L. Duan. 2005. Combining ability of elite protein maize inbreds for main agronomic characters. Acta AgronomySinica. 31: 540-544. (in Chinese with English abstract).

Fan, X. M., Y. M. Zhang, W. H. Yao, H. M. Chen, J. Tan, C. X. Xu, X. L. Han, L. M. Luo and M. S. Kang. 2009. Classifying maize inbred lines into heterotic groups using a factorial mating design.Agron. J. 101: 102-106.

Francis, C. A. 1972. Photoperiod sensitivity and adaptation in maize.Proceeding of Annual Corn and Sorghum Research Coneference 27: 119-131.

Goodman, M. M. 1985. Exotic maize germplasm: Status, prospect, and remedies. Iowa State Journal of Research. 59: 497-527.

Gouesnard, B.,J.Sanou, A.Panouille, V.Bourion and A.Boyat. 1996. Evaluation of agronomic traits and analysis of exotic germplasm polymorphism in adapted x exotic maize crosses. Theor. Appl. Genet.92: 368- 374.

Holland, J. B. and M. M. Goodman. 1995. Combining ability of tropical maize accessions with US germplasm. Crop Sci. 35: 767-773.

Huang, Y. Q. and J. S. Li. 2002. Classification of heterotic groups among maize germplasms in Chaina using molecular markers. P. 43-49. In: G. Srinivasan et al (Ed.) Proc. 8th Asian Regional Maize Workshop: New Technologies for the New Millennium. Bangkok, Thailand. 5-8 Aug. 2002. CIMMYT, Mexico, D. F.

Kemptorn, P.1957. An Introduction to Genetic Statistics, New York.John Wiley and Sons, Inc. 545 p.

Liu, K. J., M. M. Goodman, S. Muse, J. S. Smith, E. Bucker and J. Doebley. 2003. Genetic structure and

diversity among maize inbred lines as inferred from DNA microsatellites. Genetics, 165: 2117-2128.

Nelson, P. T., M. M. Goodman. 2008. Evaluation of elite exotic maize inbreds for use in temperate breeding. Crop Sci. 48:85-92.

ShalimUddin, M., M. Amiruzzaman, B. R. Bank, S. A. Bagum and M. H.Rashid. 2008. Line × tester analysis of early generation maize inbred lines. Proceeding of the 10th Asian Regional Maize Workshop.20-23 October, 2008. Makassar, Indonesia.

Simic, D., T. Presterl, G. Seitz and H. H. Geeiger. 2003. Comparing methods for integrating exotic germplasm into European forage maize breeding programs. Crop Sci. 43: 1952- 1959.

Soengas, B. P. Ordas, R. A. Malvar, P. Revillaand A. Ordas. 2003. Performance of flint maize in crosses with testers from different heterotic groups. Maydica, 48: 85-91.

Sprague, G. F. and L. A. Tatum. 1942. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. J. Am. Soc.Agron. 34: 923 – 932.

Stuber, C. W. 1978. Exotic sources for broadening genetic diversity in corn breeding programs. Annual Corn Sorghum Research Conference Proceeding. 33: 34–47.

Tallury. S. P. and M.M. Goodman.1999. Experimental evaluation of the potential germplasm for temperate maize improvement. Theor. Appl. Genet. 98: 54-61.

Vasal, S. K., G. Srinivasan, G. C. Hanm and F. Gonzales. 1992a. Heterotic patterns of eighty-eight white subtropical CIMMYT maize lines. Maydica, 37: 319-327

Vasal, S. K., G. Srinivasa, S. Pandey, H. S. Cordova, G. C. Hanm and F. Gonzales. 1992b. Heterotic patterns of ninety-two white tropical CIMMYT maize lines. Maydica, 37: 259-270

Zambezi, B. T., E. S. Horner and F. G. Martin. 1994. Inbred lines as testers for general and combining ability in maize. Crop Sci. 26: 908-910.

Combining ability of tropical maize lines derived from CIMMYT germplasm in crossing with temperate lines

Choukan, R.[1], A. Estakhr[2], A. Afarinesh[3],Gh. R. Afsharmanesh[4], M. R. Shiri[5], A. Mosavat[6] and Sh. Fareghei[7]

ABSTRACT

Choukan, R., A. Estakhr, A. Afarinesh, Gh. R. Afsharmanesh, M. R. Shiri, A. Mosavat and Sh. Fareghei.2014. Combining ability of tropical maize lines derived from CIMMYT germplasm in crossing with temperate lines. **Iranian Journal of Crop Sciences. 16(4): 334-345.(In Persian).**

Twenty eight crosses of four temperate maize testers (MO17, K18, K166B and A679) with seven lines originated from CIMMYT germplasm were evaluated using a randomized complete block design with three replications, at seven locations (Karaj, Shiraz, Dezful, Jiroft, Moghan, Gorgan and Kermanshah), Iran, in 2012. In 2013, number of lines were increased to 13, and 52 crosses were obtained with the same testers as in 2012. Hybrids No. 28 (XT02 ×K166B) ,10 and No. 23 had 10.160, 9.867 and 9.822 t.ha^{-1} grain yield, respectively, that revealed to be of high yield potential hybrids. Combined analysis of Line ×Tester showed no significant differences between lines and testers, but significant line × tester interaction effect was observed. Significant general combining ability (GCA) effects were obtained for the four testers, but none of the lines showed significant GCA. Results showed the possibility of germplasm enhancement in temperate maize program, using CIMMYT germplasm (tropical and subtropical), especially those sources produced under similar conditions as Iran (such as CIMMYT program in China). This experiment revealed that crossing these germplasm with temperate maize germplasm prior to selfing, has no significant effect on derived lines. Using more sources, as well as testers, from each group is necessary to facilitate the success in development of adapted maize germplasm.

Key words: CIMMYT, Grain yield, Hybrid, Maize and Tester ×Line.

Received: May, 2014 Accepted: December, 2014

1- Professor, Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Karaj, Iran.(Corresponding author) (Email: r_choukan@yahoo.com)
2- Faculty member, Agricultural and Natural Resources Research Center of Fars Province, Zarghan, Iran
3- Faculty member, SafiabadAgricultural Research Center, Dezful, Iran
4- Faculty member, Agricultural and Natural Resources Research Center of Jiroft and Kahnooj, Jiroft, Iran
5- Faculty member, Agricultural and Natural Resources Research Center of Ardebil Province, Moghan, Iran
6- Faculty member, Agricultural and Natural Resources Research Center of Golestan Province, Gorgan, Iran.
7- Faculty member, Agricultural and Natural Resources Research Center of Kermanshah Province, Kermanshah, Iran