نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۲، شماره ۱، بهار ۱۳۸۹، ص. ۱۴۵-۱۳۶

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 1, Spning 2010, p. 136-145

بررسی اثرات متقابل ژنوتیپ در محیط بر خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام جدید ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.)

مریم آشفته بیرگی[۱]، براتعلی سیاه سر[۲]، سعید خاوری[۳]، محمد گلباشی[۴*]، نفیسه مهدی نژاد[۲] و عادل علیزاده[۱]

تاریخ دریافت: ۸۹/۱/۲۰
تاریخ پذیرش:۸۹/۳/۲۲

چکیده

بمنظور مطالعه عملکرد و اجزای عملکرد و پایداری هیبریدهای جدید خارجی ذرت دانه ای (*Zea mays* L.)، آزمایشی با ۱۸ هیبرید تجاری (شامل ۱۵ هیبرید خارجی زودرس و متوسط رس) و نیز ۳ رقم هیبرید تجاری ایرانی (KSC704، KSC647، DC370) به عنوان شاهد در دو سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ و ۸۹-۱۳۸۸، در قالب دو طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی به اجرا در آمد. نتایج این آزمایش نشان داد که هیبریدهای سینگل کراس EXP1 و دابل کراس ۳۷۰ با عملکرد دانه ۱۶/۵ و ۱۲/۱ تن به ترتیب برترین و ضعیف ترین هیبرید ازنظر عملکرد دانه می باشد. هیبرید EXP1 همچنین ازنظر صفات تعداد ردیف دانه در بلال، عمق دانه، طول بلال و قطر ساقه نیز برترین هیبرید بود. بررسی همبستگی ساده نشان داد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی داری با صفات ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، عمق دانه، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، طول بلال و تعداد برگ گیاه دارد. همچنین مشاهده شد که صفت درصد چوب بلال بطور منفی با عملکرد همبسته می باشند. تجزیه خوشه ای با روش Ward's و با استفاده از اطلاعات بدست آمده از هر دو سال انجام گرفت. نتایج نشان داد که ارقام ذرت دانه ای به چهار گروه مجزا تفکیک شدند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه خوشه ای، رگرسیون گام به گام، صفات زراعی

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) از جمله غلات مهم و با ارزش مناطق گرمسیر و معتدل جهان است که از لحاظ گوناگون حائز اهمیت می باشد. ذرت از نظر تولید در دنیا بعد ازگندم و برنج سومین محصول غله مهم محسوب می شود (Khavari Khorasani, 2009). ارقام هیبرید تولید شده در ایران و هیبریدهای وارداتی از نظر خصوصیات مرفولوژیکی، فنولوژیکی و زراعی دارای تنوع بوده، لذا شناخت و بررسی این خصوصیات در هیبریدهای موجود برای برآورده کردن نیازهای به نژادگران از اهمیت خاصی برخوردار است. اکثر برنامه های به نژادی گیاهان زراعی در درجه اول بر مبنای انتخاب تک بوته های برتر از نظر عملکرد و در درجه دوم ترکیب خصوصیات مطلوب زراعی مانند مقاومت به بیماری‌ها، حشرات، خوابیدگی و غیره انجام می‌شوند. از آنجا که این روش‌ها پر هزینه و وقت گیر هستند منجر به افزایش قابل ملاحظه‌ای در عملکرد و اجزای عملکرد نمی‌گردد (Dwyer et al., 1991;Willman et al., 1987). بهره برداری مداوم از منابع ژنتیکی و محدود شدن تعداد لاین های مورد استفاده ذرت در مناطق معتدله به طور اجتناب ناپذیری باعث کاهش تنوع ژنتیکی ژرم پلاسم ذرت در این مناطق گردیده است (Simic et al., 2003).

استفاده از ژرم پلاسم خارجی به عنوان منبعی برای افزایش تنوع ژنتیکی دربرنامه‌های اصلاح ذرت توسط محققان زیادی پیشنهاد گردیده است (Welhausen, 1965; Ron Parra & Hallauer, 1997; Goodman, 1985). جمعیت‌هایی که منبع خوبی برای تولید لاینهای جدید می باشند، ضرورتاً منابع مناسب آللهای مطلوب برای اصلاح لاین‌های الیت موجود نمی‌باشند (Dudley, 1988)، ولی در هر حال افزایش پایه ژنتیکی ژرم پلاسم‌های مورد استفاده در برنامه‌های به‌نژادی با استفاده از ژرم پلاسم‌های خارجی بطور وسیعی مورد تأکید قرار گرفته است. اگر منابع تنوع در عملکرد و اجزای آن در هیبریدهای ذرت شناخته شوند ممکن است راههایی را برای بهبود

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب: دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، عضو هیأت علمی گروه زراعت و اصلاح نبات دانشگاه زابل، عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی و دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات پردیس ابوریحان دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: E-mail: mgolbashy@ut.ac.ir)

پتانسیل عملکرد از طریق اصلاح گیاهان زراعی مشخص نمود (Fraser & Eaton, 1983). گیافرت و همکاران (Giauffret et al., 2000) معتقدند که ژرم پلاسم های حاصل از تلاقی مواد خارجی با ژرم پلاسم های سازگار منطقه ممکن است در مقایسه با ژرم پلاسم خارجی اولیه، حساسیت کمتری به طول روز که مشکل عمده عدم سازگاری این گونه مواد در مناطق معتدله است، داشته باشد. عملکرد دانه یکی از فاکتورهای اساسی در گزینش هیبریدهای ذرت است، علاوه بر آن دوره رسیدن و کیفیت ساقه نیز از معیار های اصلی گزینش هیبریدها هستند. زمانی که ذرت برای دانه کشت می‌شود، دوره رسیدن فیزیولوژیک بسیار مهم است (Berglund & Mc Williams, 2002). ارقام هر گیاه زراعی در محیط های بسیار مختلفی کشت می‌شوند و زمانی که ارقام در این شرایط متنوع محیطی مورد مقایسه قرار می گیرند، عملکردشان نسبت به یکدیگر ممکن است یکسان نباشد. یک رقم ممکن است در بعضی شرایط محیطی حداکثر عملکرد را داشته باشد و رقم دیگر در شرایط دیگر عالی باشد. تغییرات در طیفی از شرایط محیطی مختلف به اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط، نسبت داده می شود (Sadrabadi et al., 2002)، بنابراین عملکرد متاثر از عوامل محیطی، ژنوتیپ گیاه و اثر متقابل این دو است. اثرات متقابل ژنوتیپ با محیط ایجاب می کند که انتخاب ارقام فقط بر اساس عملکرد یک محیط معیار مناسبی نباشد و لذا بهتر است ارقام مورد آزمایش در دامنه وسیعی از تغییرات محیطی در مکان‌ها و سال‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گیرند تا اطلاعات حاصل از تخمین میزان سازگاری و ثبات عملکرد ژنوتیپ‌ها، معیار مطمئن‌تری برای توجیه ارقام بوده و کارایی مربوط به گزینش و معرفی ارقام را افزایش دهد (Romagosa & Fox, 1993). مهمترین مسئله ای که تحت تاثیر اثر متقابل ژنوتیپ × محیط قرار می گیرد مساله سازگاری به شرایط محیطی است. در مقوله بیولوژی تکاملی، سازش[1] یک فرآیند، سازگاری[2] سطحی از سازش گیاه به محیط خاص و سازش پذیری[3] توانایی نشان دادن انطباق خوب در طیف وسیعی از محیط هاست (Tigerstedt, 1994). در اصلاح برای سازش عمومی (یعنی سازش پذیری)، هدف بدست آوردن واریته ای است که تقریباً در تمام محیط ها عملکرد خوبی داشته باشد (Magari & Kang, 1997). اساس بیولوژیکی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط کاملاً مشخص نیست، چون پیچیدگی ژنتیکی موجودات و تعدد عوامل محیطی مانع شناخت دقیق این پدیده می‌باشد بنابراین اثر مذکور اغلب به صورت غیر قابل کنترل تظاهر می‌کند (Romagosa & Fox, 1993).

در صورت وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای گزینش و اصلاح ژنوتیپ‌های برتر در هنگام گزینش، نیاز به همبستگی معنی‌دار ارزش‌های فنوتیپی و ژنوتیپی می‌باشد زیرا اثر متقابل ژنوتیپ × محیط باعث کاهش همبستگی ارزش‌های فنوتیپی و ژنوتیپی شده و تحلیل دقیق نتایج را مشکل می‌سازد (Kang & Martin, 1987).

بنابراین، این تحقیق بمنظور ارزیابی و مقایسه تعدادی از هیبریدهای ذرت دانه ای در شرایط آب و هوایی مشهد و با اهداف جزئی تر زیر انجام شد: بررسی روابط بین عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن، بررسی تنوع صفات کمی بین هیبریدهای مورد بررسی، دستیابی به الگوی مناسب جهت انتخاب برای عملکرد دانه بر مبنای سایر صفات و همچنین بررسی اثرمتقابل سال در هیبرید انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ۱۸ هیبرید ذرت دانه ای شامل ۱۵ رقم سینگل کراس خارجی زودرس و متوسط رس و نیز سه رقم هیبرید تجاری ایرانی سینگل کراس ۷۰۴ (دیررس)، سینگل کراس ۶۴۷ (میان رس)، دابل کراس ۳۷۰ (زودرس) به عنوان شاهد در ایستگاه تحقیقات کشاورزی طرق در طی دو سال زراعی ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ بررسی و مورد ارزیابی قرار گرفت. اسامی ارقام خارجی مورد بررسی در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- اسامی هیبریدهای خارجی ذرت دانه ای مورد مطالعه در آزمایش

Table 1- List of foreign grain corn hybrid varieties

No.	Hybrid	No.	Hybrid
1	ZP434	10	BC666
2	ZP341	11	OSSK 602
3	ZP684	12	OSSK 596
4	ZP677	13	OSSK 552
5	Simon	14	OSSK 659
6	Bolson	15	OSSK 617
7	EXP 1	16	KDC370 (Control)
8	EXP 2	17	KDC647 (Control)
9	BC582	18	KDC704 (Control)

کاشت کلیه ارقام در تاریخ ۱۵ خرداد در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ در یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. بذر هر یک از ارقام در دو خط ۵/۶ متری با تراکم ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار و بصورت دستی انجام گردید. در هر کپه سه بذر کاشته شد که پس از سبز شدن و استقرار گیاهچه‌ها به یک بوته تقلیل یافت. در طی فصل رشد خصوصیات زراعی و مورفولوژیکی ارقام مدنظر قرار گرفت و سپس تاریخ گرده افشانی و ظهورکاکل، فاصله پس گرده افشانی و ظهور کاکل بر مبنای حداقل ۵۰ درصد بروز صفت در هر کرت آزمایشی ثبت شد. صفات مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، قطر ساقه، تعداد کل برگ، تعداد برگ بالای بلال، تعداد بلال در

1- Adaptation
2- Adaptness
3- Adaptability

بوته، درصد دانه و عمق دانه بودند که بر روی ۱۰ بوته رقابت کننده در هر کرت اندازه گیری و میانگین گیری شد. سپس در مرحله برداشت ابتدا بوته های هر کرت آزمایشی پس از حذف اثر حاشیه شمارش و برداشت بلالها به صورت جداگانه انجام شد. سپس اجزای عملکرد شامل طول بلال، قطربلال، تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف، وزن ۳۰۰ دانه و تعداد کل دانه در بلال بر روی ۱۰ بلال تصادفی در هر کرت اندازه گیری شد و پس از جدا کردن دانه‌ها با شیلر و تعیین درصد رطوبت دانه ها توسط رطوبت سنج دستی دیجیتال مدل Dichy Johnn، میزان عملکرد دانه در هر کرت آزمایشی بر اساس درصد رطوبت موجود، درصد چوب بلال تصحیح و بر حسب تن در هکتار محاسبه شد. پس از جمع آوری اطلاعات برداشتی، داده‌ها توسط نرم افزار Excel مرتب شدند و سپس توسط نرم افزارهای آماری SAS(Ver. 9.1)، SPSS(Ver. 16) و StatGraphics Plus (Ver. 2.1) ابتدا فرضیات مورد نیاز برای تجزیه واریانس داده ها بررسی و پس از اطمینان از برآورده شدن فرضیات مورد نظر، اقدام به تجزیه واریانس مشاهدات آزمایش، مقایسه میانگین‌های تیماری و همچنین انواع روش‌های تجزیه چندمتغیره آماری گردید.

نتایج و بحث

در بررسی صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزاء عملکرد در سال اول، تجزیه واریانس داده ها نشان داد که هیبریدهای مورد مطالعه ازنظر کلیه صفات مورد بررسی بجز ارتفاع بلال و وزن ۳۰۰ دانه دارای تفاوت معنی دار آماری می باشند (جدول ۲). مقایسه میانگین با روش چند دامنه ای دانکن نشان داد که ازنظر عملکرد کل هیبریدهای EXP1 و Simon برترین هیبریدها (به ترتیب ۱۸/۶۱ و ۱۷/۹۱ تن در هکتار) و هیبریدهای ZP341 و KDS370 ضعیف ترین هیبریدها (به ترتیب ۱۲/۸۸ و ۱۰/۷۲ تن در هکتار) می‌باشند. همچنین مشخص شد که هیبرید EXP1 علاوه بر عملکرد دانه، ازنظر صفات تعداد ردیف دانه در بلال و عمق دانه و هیبرید Simon ازنظر صفات تعداد دانه در ردیف بلال و وزن ۳۰۰ دانه نیز دارای بیشترین مقدار نسبت به سایرین می‌باشند (اطلاعات نمایش داده نشده اند). مقدار کم عملکرد دانه هیبرید KDC370 را می توان به زودرسی آن و کم بودن تعداد ردیف دانه و تعداد دانه در ردیف و همچنین کمتر بودن وزن ۳۰۰ دانه این هیبرید نسبت به سایر هیبریدها نسبت داد. نتایج این آزمایش نشان داد که بلندترین و کوتاهترین ارتفاع بوته به ترتیب مربوط به هیبریدهای OSSK659 و ZP434 می باشد. همچنین هیبرید ZP434 ازنظر صفات ارتفاع بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، درصد چوب بلال، تعداد کل برگ در گیاه نسبت به سایر هیبریدهای مورد مطالعه ضعیف تر و ازنظر طول بلال برتر بود. مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که بیشترین قطر ساقه و درصد چوب بلال مربوط به هیبرید ZP684 می‌باشد.

بررسی همبستگی بین صفات نشان داد که عملکرد دانه بطور مثبت و معنی داری با صفات ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، وزن ۳۰۰ دانه، عمق دانه، تعداد کل برگ، طول بلال و قطر ساقه و بطور منفی و معنی داری با صفات درصد چوب بلال همبسته می باشد. همچنین واعظی و همکاران (Vaezi et al., 2000) با بررسی همبستگی عملکرد دانه ذرت و صفات وابسته به آن نشان دادند عملکرد با وزن ۳۰۰ دانه و عمق دانه همبستگی مثبت و مستقیم داشته، مطابقت دارد. بالاترین همبستگی مثبت عملکرد دانه با صفت تعداد کل برگ (۰/۵۷) و کمترین همبستگی مثبت با تعداد ردیف دانه در بلال (۰/۲۱) مشاهده شد (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مختلف هیبریدهای ذرت دانه ای در سال های۸۸ -۱۳۸۷

Table 2- Results of ANOVA for different traits of grain corn hybrids varieties during 2008-2010

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی Df	ارتفاع بوته(cm) Plant height (cm)		ارتفاع بلال(cm) Ear height (cm)		کل برگ Total Leaf No.		قطرساقه(mm) Stem diameter (mm)		طول بلال(cm) Ear length (cm)	
		سال اول (1st year)	سال دوم (2nd year)	سال اول (1st year)	سال دوم (2nd year)	سال اول (1st year)	سال دوم (2nd year)	سال اول (1st year)	سال دوم (2nd year)	سال اول (1st year)	سال دوم (2nd year)
تکرار Rep	2	21.86 ^{ns}	1267.16 **	848.99 ^{ns}	228.15*	2.76 *	2.16**	12.09 **	40.19**	2.35 ^{ns}	1.78 ^{ns}
هیبرید Hybrid	18	952.39 **	357.29**	512.5 ^{ns}	374.06**	1.61 **	1.5**	4.04 **	6.06 ^{ns}	5.32**	1.85 ^{ns}
خطا Error	36	104.35	107.19	350.42	69.42	0.54	0.22	1.23	4.65	1.58	1.08
ضریب تغییرات (CV)		5.11	5.13	17.69	7.8	6.2	3.35	5.24	11.95	6.52	5.42

(ادامه جدول ۲)

Table 2- Continue

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی Df	ردیف دانه Row no./ ear		دانه در ردیف Kernel no./row		درصد چوب Cob %		وزن ۳۰۰ دانه(gr) 300- kernel weight (gr)		عملکرد(ton/ha) Yield (ton/ha)	
		سال اول 1st year	سال دوم 2nd year	سال اول 1st year	سال دوم 2nd year	سال اول 1st year	سال دوم 2nd year	سال اول 1st year	سال دوم 2nd year	سال اول 1st year	سال دوم 2nd year
تکرار Rep	2	1.73 ns	0.12 ns	29.99 ns	30.92 ns	4.21 ns	0.0011 ns	699.02**	398.9 ns	44.62**	14.18 *
هیبرید Hybrid	18	3.51*	2.33**	23.39**	21.14*	8.7 **	0.001 ns	ns 122.43	138.55 ns	11.21**	3.92 ns
خطا Error	36	1.47	0.32	9.92	9.53	1.85	0.0013	81.04	189.66	2.42	3.32
ضریب تغییرات (CV)		7.8	3.59	7.64	7.34	8.37	19.07	8.45	15.89	11.18	12.96

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

ns , *, ** are non-significan and significantly at α=0.05 and α=0.01, respectively

جدول ۳- همبستگی بین عملکرد و صفات مهم در هیبریدهای ذرت دانه‌ای در سال های ۸۸- ۱۳۸۷

Table 3- Coefficient of correlation between yield and some of related traits on grain corn hybrid varieties during 2008-2009

	ارتفاع بوته(cm) Plant height (cm)	ارتفاع بلال(cm) Ear height (cm)	کل برگ Total Leaf No.	قطر ساقه Stem diameter	ردیف دانه بلال Row No./ ear	دانه در ردیف بلال Kernel No./row	طول بلال(cm) Ear length (cm)	درصد چوب بلال Cob%	وزن ۳۰۰ دانه (gr) 300- kernel weight (gr)
عملکرد دانه (۱۳۸۷) Grain yield (2008)	0.38**	0.35 **	0.57 **	0.49**	0.21 n.s	0.43 **	0.31*	−0.13 n.s	0.34 *
عملکرد دانه (۱۳۸۸) Grain yield (2009)	0.31*	0.25 n.s	−0.062n.s	−0.018 n.s	− 0.25 n.s	0.02 n.s	−0.02 n.s	−0.52**	− 0.07 n.s

ns غیر معنی دار ، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح۵ ۰/۰ و۰/۰۱

ns , *, ** are non-significan and significantly at α=0.05 and α=0.01, respectively

نتایج بررسی همبستگی بین سایر صفات نشان داد که تعداد دانه در ردیف بلال و طول بلال دارای بیشترین همبستگی مثبت (۰/۷۸) و صفات تعداد ردیف دانه در بلال و وزن ۳۰۰ دانه (۰/۲۸-) دارای بیشترین همبستگی منفی می باشد (اطلاعات نمایش داده نشده اند). براساس نتایج حاصله چنین استنباط می شود که به دنبال افزایش تعداد برگ در گیاه بدلیل افزایش سطح کانوپی و بالتبع سطح فتوسنتز کننده انتظار می رود عملکرد گیاه افزایش یابد. در حالیکه این موضوع با نتایج واعظی و همکاران (Vaezi et al., 2000) در مغایرت می‌باشد. آنها بیان داشتند که عملکرد دانه رابطه مستقیم و مثبتی با وزن ۳۰۰ دانه دارد. همچنین مشخص شد که با افزایش طول بلال تعداد دانه در ردیف بلال افزایش می باشد که امری بدیهی به نظر می رسد. رگرسیون گام به گام با درنظر گرفتن عملکرد دانه بعنوان صفت وابسته و سایر صفات بعنوان صفات مستقل نشان داد که چهار صفت تعداد کل برگ در گیاه، عمق دانه، تعداد دانه در ردیف و وزن ۳۰۰ دانه به ترتیب یکی پس از دیگری وارد مدل رگرسیونی شده و بیش از ۵۵ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. ضرائب معادله رگرسیونی بین صفات مختلف و عملکرد دانه در جدول ۴ ارائه شده است.

شعاع حسینی و همکاران (Shoa Hosseini et al., 2009) نیز در مطالعه خود پنج صفت را بعنوان مهم‌ترین صفات موثر بر عملکرد دانه گزارش نمودند.

جدول ٤- ضرائب معادله رگرسیون بین عملکرد وصفات مختلف ارقام ذرت دانه‌ای در سال‌های ۸۹- ۱۳۸۷

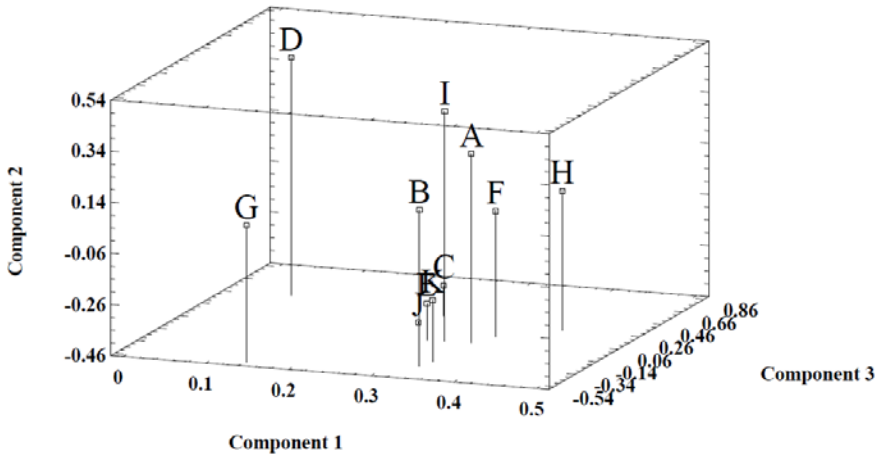
Table 4- Coefficient of regression between yield and different traits of grain corn varieties during 2008-2010

معادله رگرسیون (ضرائب استاندارد نشده) Regression Coefficient (Unstandardized)			
متغیر (Variable)	سال ۱۳۸۷ Year 2008	متغیر (Variable)	سال ۱۳۸۸ Year 2009
عرض از مبدأ (Intercept)	-0.19	عرض از مبدا (Intercept)	10.66
دانه در ردیف بلال(kernel no./row)	0.15	وزن ۳۰۰ دانه (300- kernel weight)	-0.04
وزن ۳۰۰ دانه (300- kernel weight)	0.036	وزن ۱۰ بلال (10- ear weight)	2.2
عمق دانه (kernel depth)	0.79	عمق دانه (kernel depth)	0.48
کل برگ (Leaf total)	1.13	درصد چوب بلال (Ear cob%)	- 22.21

جدول۵- مقادیر ویژه و درصد واریانس مولفه های اصلی در سال ۱۳۸۷

Table 5- Eigen value and percentage of principle components of traits during 2010

فاکتور Factor	واریانس تجمعی (%) Cumulative variance (%)	واریانس (%) Variance (%)	مقدار ویژه Specific value
1	0.33	0.33	3.67
2	0.51	0.17	1.96
3	0.62	0.11	1.23
4	0.72	0.09	1.09
5	0.80	0.08	0.9



شکل ۱- نمودار بای پلات مولفه های اصلی در سال۱۳۸۸

Fig. 1- The Biplot diagram of principle components of traits during 2008

A: ارتفاع بوته، B: ارتفاع بلال، C: دانه در ردیف بلال، D: ردیف دانه بلال، E: وزن ۳۰۰ دانه، F: عمق دانه، G: درصد چوب بلال، H: عملکرد، I: کل برگ، J: طول بلال، K: قطر ساقه.

A: Plant height, B: ear height, C: No. kernels per row, D: rows no./ ear, E: 300- kernel weight, F: kernel depth, G: Ear cob%, H: yield, I: Leaf total, J: Ear length, and K: stem diameter.

بدلیل اهمیت مولفه های اول، دوم و سوم در توجیه واریانس کل، نمودار بای پلات (3D) براساس این سه مولفه برای متغیرها رسم شد (شکل ۱).

با استفاده از تجزیه به مولفه های اصلی پنج مولفه اول که مقادیر ویژه بزرگتر از یک داشتند، انتخاب شدند (جدول ۵). همانگونه که مشاهده می گردد این پنج مولفه مجموعا ۸۰ درصد از تغییرات کل را توجیه می کنند. مولفه اول با مقدار ویژه ۳/۶۷ به تنهایی ۳۳ درصد و سایر مولفه ها به ترتیب ۱۷ درصد، ۱۱ درصد، ۵ درصد و ۸ درصد از تغییرات کل را توجیه نمودند. نتایج همچنین نشان داد که مولفه اول تنها دارای ضریب منفی بر روی صفت درصد چوب بلال و مولفه دوم دارای ضرائب منفی بر روی صفات تعداد دانه در ردیف بلال، وزن ۳۰۰ دانه، طول بلال و قطر ساقه می باشد. در مولفه سوم صفات تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد ردیف دانه، عمق دانه، عملکرد کل دانه و طول بلال و در مولفه چهارم صفات ارتفاع بلال، وزن ۳۰۰

دانه، عملکرد دانه، تعداد کل برگ و قطر ساقه دارای ضرائب منفی بودند. بزرگترین ضرائب در مولفه اول تا پنجم به ترتیب مربوط به صفات عملکرد دانه (۰/۴۲)، طول بلال (۰/۵-)، تعداد ردیف دانه در بلال (۰/۵۶-)، درصد چوب بلال (۰/۷۷) و تعداد دانه در ردیف بلال (۰/۴۷) بود. همبستگی بین مولفه ها با متغیرها نشان داد که مولفه اول همبستگی مثبت و معنی داری با کلیه صفات بجز تعداد ردیف دانه و همبستگی منفی و غیرمعنی داری با صفت درصد چوب بلال دارد. بیشترین همبستگی مولفه اول با عملکرد دانه (۰/۸۱**) و مولفه دوم با صفت طول بلال (۰/۷۱-**) مشاهده شد.

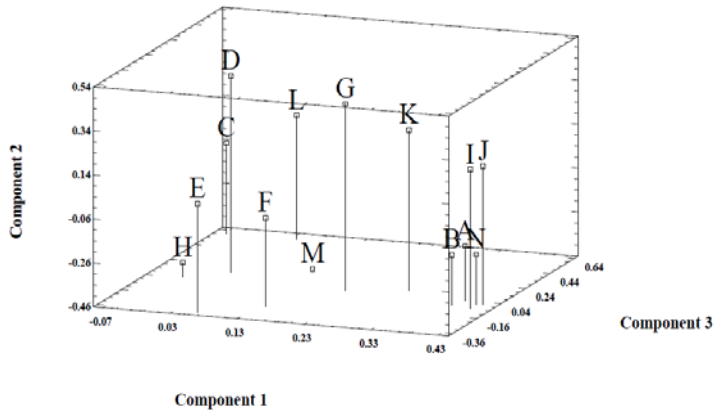
تجزیه به عامل ها با استفاده از دوران وریماکس نشان داد که عامل اول دارای ضرائب بزرگ به ترتیب بر روی صفات ارتفاع بوته، ارتفاع بلال و تعداد کل برگ می باشد که با توجه به ماهیت صفات این عامل، عامل صفات مرفولوژیک بوته نام گذاری شد. عامل دوم دارای ضرائب بزرگ بر روی صفات وزن ۳۰۰ دانه، قطر ساقه، عملکرد دانه و عمق دانه بود که این عامل نیز عملکرد و صفات مرتبط با آن نام گذاری گردید. در همین راستا زینالی و همکاران (Zeinali et al., 2005) نشان دادند که در بین خصوصیات فنولوژیک، صفاتی نظیر برگ بلال، ضخامت ساقه، ارتفاع گیاه و همچنین تعداد دانه در ردیف شاخص های مهم تری برای گزینش هیبرید های ذرت با عملکرد بالا هستند و خصوصیات فنولوژیکی و برگ بلال به عنوان عاملهای اول و دوم در مجموع ۴۰ درصد از تغییرات را درتجزیه مولفه هایشان را توجیه کرد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس دادهها در سال دوم نشان داد که بین هیبریدهای مورد مطالعه از نظر صفات مساحت برگ و تعداد دانه در ردیف بلال اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد و از نظر ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، تعداد کل برگ در گیاه، تعداد برگ بالای بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد کل دانه، قطر بلال، قطر چوب بلال و وزن چوب ۱۰ بلال اختلاف بسیار معنی داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد (جدول ۲). همچنین هیبریدهای مورد مطالعه از نظر صفات طول بلال، قطر ساقه، وزن ۳۰۰ دانه، میانگین تعداد بلال در بوته، عمق دانه، درصدچوب بلال، درصد دانه بلال و عملکرد کل دانه فاقد تفاوت معنی دار بودند. نتیجه مقایسه میانگین هیبریدها با روش چند دامنه ای دانکن نشان داد هرچند که بین هیبریدها ازنظر عملکرد دانه تفاوت معنی داری وجود ندارد، ولیکن هیبرید EXP1 با میانگین ۱۶/۰۳ تن در هکتار دارای بالاترین عملکرد و هیبرید Simon با میانگین۱۱/۶۱۶ تن در هکتار از کمترین مقدار عملکرد دانه برخوردار بود. نتایج این آزمایش نشان داد که بالاترین تعداد ردیف دانه در بلال مربوط به هیبرید EXP2 می باشد(۱۸/۲) که بطور معنی داری با سایر هیبریدها متفاوت می باشد. همچنین کمترین وزن ۳۰۰ دانه (۷۵/۰۱ گرم) بعد از هیبرید EXP1 (۷۴ گرم) مربوط به این هیبرید بوده است. مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که بالاترین مقدار مساحت برگ(۵۸۶/۰۵cm^2)، تعداد کل دانه(۷۴۰/۹۶)، قطر بلال(۵۳/۷۰۷ میلیمتر)، قطر چوب بلال(۳۰/۳۳ میلیمتر)، میانگین تعداد بلال در بوته(۱/۲۵) و درصد چوب بلال(۰/۲۲) مربوط به هیبرید OSSK644 می باشد. هیبرید BC666 از نظر صفات ارتفاع بوته، تعداد کل برگ در بوته، قطر بلال، قطر چوب بلال و میانگین تعداد بلال در بوته نسبت به سایر هیبریدها ضعیف تر و ازنظر صفات تعداد دانه در ردیف و طول بلال برتر بود. بیشترین وزن ۳۰۰ دانه (۱۰۱/۲۱ گرم) مربوط به هیبرید BC582 بود که دلیل آن می تواند در دانه های عمیق تر این هیبرید نسبت به سایرین باشد. بررسی همبستگی ساده بین صفات نشان داد که عملکرد دانه بصورت مثبت و معنی داری با صفات ارتفاع بوته (۰/۳۱ ^{ns}) و درصد دانه (۰/۵۲ ^{ns}) همبسته است. همبستگی عملکرد دانه با سایر صفات غیر معنی دار بود (جدول ۳). همچنین صفات تعداد کل برگ (۰/۰۶- ^{ns})، تعداد برگ بالای بلال(۰/۰۷- ^{ns})، تعداد ردیف دانه (۰/۲۵- ^{ns})، تعداد دانه در ردیف(۰/۰۲ ^{ns})، تعداد کل دانه(۰/۱۲- ^{ns})، طول بلال(۰/۰۲۷- ^{ns})، قطر چوب بلال(۰/۰۴۹- ^{ns})، قطر ساقه (۰/۰۱۸- ^{ns}) و وزن ۳۰۰ دانه(۰/۰۷۶- ^{ns}) با عملکرد دانه بصورت منفی اما غیرمعنی دار همبستگی داشتند. در بین صفات مورد مطالعه بالاترین همبستگی مثبت و معنی دار در درجه اول بین تعداد دانه در ردیف و تعداد کل دانه (۰/۸۴**) و پس از آن بین طول بلال و تعداد دانه در ردیف (۰/۸۲**) مشاهده شد. بعبارت دیگر اینگونه استنباط می شود که با افزایش طول بلال، تعداد دانه در ردیف و بالطبع تعداد کل دانه در بلال افزایش می یابد که تاثیر بسزایی بر عملکرد دانه خواهد داشت. همانگونه که در جدول ۳ مشاهده می گردد در بین صفات مرتبط با اجزاء عملکرد دانه تنها بین صفات تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف، قطر بلال، طول بلال، عمق دانه و درصد چوب با وزن ۳۰۰ دانه و درصد دانه همبستگی منفی و معنی دار وجود دارد. بررسی روابط تابعیت بین عملکرد دانه و صفات مورد بررسی به روش رگرسیون گام به گام نشان داد که صفات درصد چوب، وزن ۳۰۰ دانه و عمق دانه به ترتیب یکی پس از دیگری وارد مدل شده و مجموعا بیش از ۵۳ درصد از تغییرات کل مدل را توجیه نمودند (جدول ۴). گلباشی و همکاران (Golbashy et al., 2009) در مطالعه خود بر روی هیبریدهای ذرت دانه ای ۵ صفت عمق دانه، قطر چوب بلال، درصد چوب بلال و تعداد کل برگ را بعنوان صفات وارد شده به مدل رگرسیونی گزارش نمودند. با استفاده از تجزیه به مولفه های اصلی هفت مولفه که مقادیر ویژه بزرگتر از یک داشتند انتخاب شدند که مجموعاً بیش ۸۰٪ از تغییرات کل را توجیه می نمودند (جدول ۶).

جدول ٦- مقادیر ویژه و درصدهای واریانس مولفه های اصلی در سال ۱۳۸۸

Table 6- Eigen value and percentage of principle components of traits during 2009

فاکتور Factor	واریانس تجمعی (٪) Cumulative variance (%)	واریانس (٪) Variance (%)	مقدار ویژه Specific value
1	0.44	0.24	4.89
2	0.40	0.16	3.29
3	0.52	0.11	2.36
4	0.62	0.09	1.98
5	0.70	0.07	1.58
6	0.76	0.06	1.16
7	0.81	0.05	1.06



شکل ۲- نمودار بای پلات مولفه های اصلی در سال۱۳۸۷

Fig. 2– The biplot diagram of principle components of traits during 2009

A: ارتفاع بوته، B: ارتفاع بلال، C: کل برگ ، D: دانه در ردیف بلال، E: ردیف دانه در بلال، F: وزن ۳۰۰ دانه، G: عمق دانه، H: درصد چوب بلال، I: طول بلال، J: عملکرد، K: قطر ساقه، M: قطر بلال، N: درصد دانه.

A: plant height, B: ear height, C: Leaf total, D: kernel no./row, E: rows no./ ear, F: 300- kernel weight, G: kernel depth, H: Ear cob%, I: Ear length, J: yield, K: Stem diameter, M: ear diameter, N: kernel percentage.

مولفه اول با بزرگترین مقدار ویژه (۴/۸۹) دارای ضرائب منفی بر روی صفات ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، تعداد کل برگ، قطر ساقه، وزن ۳۰۰ دانه، وزن ۱۰ بلال، درصد دانه و عملکرد کل دانه بود. بعبارت دیگر می توان اینگونه استنباط نمود که این مولفه مقایسه ای بین صفات مذکور و سایر صفات مورد مطالعه می باشد. در مولفه دوم صفات تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف، تعداد کل دانه و درصد چوب دارای ضرائب منفی و سایرین مثبت بودند. همبستگی بین مولفه ها و متغیرها نشان داد که تنها صفات مساحت برگ، تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف، تعداد کل دانه، قطر بلال و چوب بلال، طول بلال، وزن۳۰۰ دانه، درصد چوب، درصد دانه و عملکرد کل با مولفه اول بصورت معنی دار همبسته می باشند. نتایج بررسی توزیع نرمال چند متغیره با استفاده از تجزیه به مولفه های اصلی نشان داد که توزیع ۱ تا ۱۶ متغیره نرمال می باشد. بالاترین همبستگی مثبت و معنی دار مولفه اول با صفت وزن چوب و بالاترین همبستگی منفی با صفت درصد دانه مشاهده شد (اطلاعات نمایش داده نشده اند). بدلیل اهمیت مولفه اول و دوم در توجیه واریانس کل، نمودار بای پلات براساس این دو مولفه برای متغیرها رسم شد (شکل ۲). در آزمایشی که توسط دهقانی و همکاران (Dehghani et al., 2009) بر روی پایداری عملکرد ۱۱هیبرید دیررس ذرت با استفاده از آنالیز بای پلات در ۱۱ مکان ایران انجام دادند به این نتیجه رسیدند که دو مولفه اصلی (PC1 & PC2) در مدل شان به ترتیب ۴۴٪ و ۲۷٪ از SS GGE نمودار دوبعدی بای پلات را شامل شد که در مدل ما دو مولفه اصلی به ترتیب ۲۴٪ و ۱۶٪ بوده است.

تجزیه به عامل ها با استفاده از دوران وریماکس نشان داد که عامل اول دارای ضرائب بزرگ به ترتیب بر روی صفات قطر بلال، وزن چوب و قطر چوب بلال می باشد که با توجه به ماهیت صفات این عامل، عامل صفات مرفولوژیک بلال نام گذاری شد. عامل دوم دارای مقادیر بزرگ بر روی صفات وزن ۱۰ بلال، عملکرد کل، درصد دانه و درصد چوب بود که این عامل، عملکرد و صفات مرتبط با آن نامگذاری گردید.

نتایج کلی آزمایش نشان داد که بین سال اول و دوم ازنظر صفات وزن ۳۰۰ دانه، درصد چوب بلال، تعداد روز تا ظهور گل نر و ماده،

تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، قطر ساقه و تعداد کل برگ گیاه اختلاف معنی داری وجود دارد. اثر متقابل هیبرید در سال تنها در مورد صفات درصد چوب بلال، وزن ۳۰۰ دانه و تعداد دانه در ردیف بلال معنی دار نبود (جدول ۷).

مقایسه میانگین نشان داد که هیبریدهای کشت شده در سال دوم ازنظر کلیه صفات بجز وزن ۳۰۰ دانه، عمق دانه، طول بلال و قطر ساقه نسبت به هیبریدهای کشت شده در سال اول برتری دارند. در مجموع، نتایج هر دوسال نشان داد که هیبرید EXP1 و هیبرید دابل کراس ۳۷۰ ضعیف ترین بترتیب با ۱۶/۵ و ۱۲ تن در هکتار برترین و ضعیف ترین هیبریدها ازنظر عملکرد کل دانه می باشند. هیبرید EXP1 همچنین ازنظر صفات تعداد ردیف دانه در بلال، عمق دانه، طول بلال و قطر ساقه نیز برترین هیبرید بود.

جدول ۷- تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) صفات مختلف هیبریدهای ذرت دانه ای در سال های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸

Table 7- Combined ANOVA for different traits of foreign grain corn hybrids during 2008-2010

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی DF	ارتفاع بوته (cm) Height plant (cm)	طول بلال (cm) Length ear (cm)	قطرساقه (mm) Stem diameter (mm)	تعداد برگ No. Leaf	تعداد روز از کاشت تاظهورگل تاجی No. days planting to tasseling	تعداد روز از کاشت تا ظهورکاکل No. days planting to silking	رسیدگی فیزیولوژیک (روز) Physiolical maturity (day)
سال Year	1	202.81^{ns}	43.57^{ns}	273.38*	130.46**	515.7**	655.14**	2710.0**
تکرا/سال Year/Rep	4	654.63**	553.0*	23.81**	2.48**	8.7**	9.54**	21.12^{ns}
هیبرید Hybrid	17	541.32**	347.91^{ns}	3.87^{ns}	2.02**	9.03**	11.45**	29.47**
اثرمتقابل Interaction	17	754.48**	517.06**	6.4*	0.97**	14.42**	15.89**	41.24**
خطا Error	68	107.87	210.14	2.98	0.38	1.82	2.44	9.17

ns، *و** به ترتیب بی معنی و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

$^{ns, *}$ and ** are non- significant and significantly at α=0.05 and α=0.01, respectively.

ادامه جدول۷

Table 7- Continue

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی DF	طول بلال (cm) Ear length (cm)	دانه در ردیف بلال No. kernel per rows	ردیف دانه در بلال No. rows per ear	وزن ۳۰۰ دانه (g) 300-kernel weight (g)	چوب بلال(٪) Cob(%)	عملکرد(ton/ha) Yield ($t.ha^{-1}$)
سال Year	1	0.26 ^{ns}	1.16 ^{ns}	1.26 ^{ns}	10243.3*	217.43**	1.03 ^{ns}
تکرا/سال Year/Rep	4	1.84 ^{ns}	31.35*	0.9 ^{ns}	594.44**	7.31 ^{ns}	29.29 **
هیبرید Hybrid	17	4.33**	31.87**	2.8 **	125.53 ^{ns}	6.1 ^{ns}	6.09 *
اثرمتقابل Interaction	17	2.85*	13.11 ^{ns}	2.93 **	137.8 ^{ns}	12.49 ^{ns}	8.97 **
خطا Error	68	1.35	9.88	0.9	135.82	8.02	2.96

ns غیر معنی دار، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ و۰/۰۱

^{ns}, *, ** are non-significan and significantly at α=0.05 and α=0.01, respectively.

جدول۸- همبستگی بین عملکرد و صفات مهم در هیبریدهای ذرت دانه ای

Table 8- Coefficient of correlation between yield and some of related traits on grain corn hybrid varieties

	ارتفاع بوته (cm) Plant height (cm)	ارتفاع بلال (cm) Ear height (cm)	قطرساقه (mm) Stem diameter (mm)	کل برگ No. leaves	تعداد روز از کاشت تا ظهور گل تاجی Day to tasseling	تعداد روز از کاشت تا ظهورکاکل Day to silking
عملکرد دانه Grain yield	0.34 **	0.3 **	0.14 ns	0.22 *	0.12 ns	0.13 ns

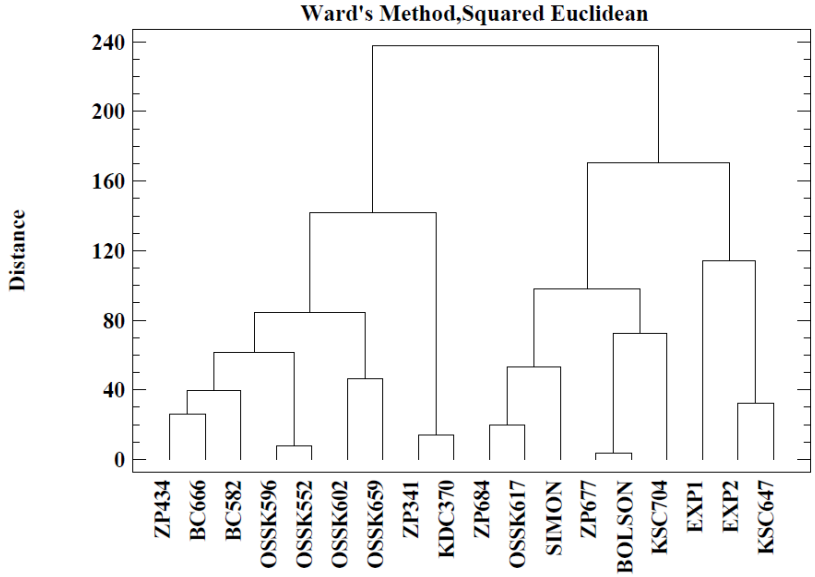
ادامه جدول ۸

Table 8- Continue

	رسیدن فیزیولوژیک Physiologica maturity	طول بلال (cm) Ear length	دانه در ردیف بلال Kernel no./Row	ردیف دانه در بلال Row no./ Ear	وزن ۳۰۰ دانه (g) 300-kernel weight	عمق دانه Kernel depth	درصد چوب بلال Cob%
عملکرد دانه Grain yield	0.26 **	0.19 *	0.26 **	0.07 ns	0.06 ns	0.4 **	-0.26 **

ns و ** به ترتیب بی معنی و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

ns and ** are non- significant and significantly at α=0.01, respectively.



شکل ۳- دندوگرام هیبریدهای ذرت به روش Ward's براساس اطلاعات بدست آمده از سالهای ۸۹-۱۳۸۷

Fig. 3- Dendrogram of corn hybrids by Ward's method based during 2008-2010 data.

نتیجه‌گیری

بررسی همبستگی براساس نتایج هر دو سال نشان داد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی داری با صفات ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، عمق دانه، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، طول بلال و تعداد کل برگ گیاه دارد (جدول ۸) که با نتایج واعظی و همکاران (Vaezi et al., 2000) مطابقت دارد.

همچنین مشاهده شد که صفت درصد چوب بلال بطور منفی با عملکرد همبسته می باشند. بنابراین اینگونه استنباط می شود که به دنبال افزایش درصد چوب بلال در هیبریدهای ذرت، عملکرد دانه بطور معنی داری کاهش می یابد که این موضوع امری بدیهی به نظر

می رسد. بیشترین همبستگی مثبت و معنی دار عملکرد دانه با صفت عمق دانه مشاهده شد. پس از تبدیل هریک از متغیرهای مورد مطالعه به توزیع نرمال Z تجزیه خوشه ای با روش Ward's و با استفاده از اطلاعات بدست آمده از هر دو سال انجام گرفت (شکل ۳). نتایج نشان داد که هیبریدها به چهار گروه مجزا تفکیک شدند.

منابع

1- Berglund, D.R., and Mc Williams, D.A. 2002. Corn Production for Grain and Sillage. North Dakota State University. NDSU Extension Service.
2- Dehghani, H., Sabaghnia, N., and Moghaddam, M. 2009. Interpretation of genotype-by-environment interaction for late maize hybrids' grain yield using a biplot method. Tubitak, Turk Journal Agriculture 33: 139-148.
3- Dudley, J.W. 1988. Evaluation of maize populations as source of favorable alleles. Crop Science 28:486-491.
4- Dwyer, L.M., Hamilton., R.I., Hayhoe, H.N., and Royds, W. 1991. Analysis of biological traits contributing to grain yield of short- to mid- season corn (*Zea mays* L.) hybrids. Canadian Journal of Plant Science 71: 535- 541.
5- Esmaili. A., Dehghani, H., and Khavari Khorasani, S. 2002. Path analysis and correlation coefficient of yield and related traits on line by tester progeny of early mature grain corn hybrids. The 7th National Iranian Agronomy and Plant Breeding Congress, Karaj, Iran.(In Persian)
6- Fraser, J., and Eaton, G.W. 1983. Applications of yield component analysis to crop research. Field Crop Abstract 36: 787-797.
7- Giauffret, J., Lothrop, D., Dorvillez, B., Gouesnard, M., and Derieux, M. 2000. Genotype×environment interactions in maize hybrids from temperate or highland tropical origin. Crop Science 40: 1004-1012.
8- Golbashy, M., Shoa Hosseini, M., Khavari Khorasani, S., Farsi, M., and Zarabi, M. 2009. Effect of drought stress on Yield, Yield Components, Morphological Traits of Single Cross and Three Way Cross of Corn. Abstract book of the National Conferences on Consumption Pattern Reforms in Agriculture and Natural Resources. P: 225
9- Goodman, M.M. 1985. Exotic maize germplasm: Status, prospects, and remedies. Iowa State Journal Research 59: 497-527.
10- Kang, M.S., and Martin, F.A. 1987. A review of interaction aspects of genotype environmental interactions and practical suggestions for sugarcane breeders. Journal of American Society of Sugarcane Technology 9: 36-38.
11- Khavari khorasani, S. 2009. The Corn Handbook. Golami Publication, Tehran, Iran.
12- Magari, R. and Kang, M. S. 1997. SAS-STABLE: stability analyses of balances and unbalanced data. Agronomy Journal 89: 929-932.
13- Romagosa, I., and Fox, P.N. 1993. Gnotype ×environment interaction and adaptation. In: M.D. Hayward, Bosemark, N.O., and Romagosa, I., eds. Plant Breeding: Principles and Prospectes, p. 373-390. London, Chapman & Hall.
14- Ron Parra, J., and Hallauer, A.R. 1997. Utilization of exotic maize germplasm. Plant Breeding Review 14: 165-187.
15- Sadrabadi, R., Marashi, H., and Nasiri, M. 2002. Principles of cultivar development. Vol 1. Theory and technique. Ferdosi University of Mashhad Publication No. 202. 538 p.
16- Shoa Hosseini, M.M., Golbashy, M., Farsi, S., Khavari Khorasani and M., Ashofteh Beiragi. 2009. Evaluation of correlation between yield and its dependent trait in single cross corn hybrids under drought stress. Abstract Book of 1st Regional Conference on Tropical Crops Production under Environmental Stresses Condition. Aslamic Azad University, Khozestan Sciences and Research Branch. P: 72. (In Persian)
17- Simic, D., Presterl, T., Seitz, G., and Geiger, H.H. 2003. Corn paring methods for integrating exotic germplasm into European forage maize breeding programs. Crop Science 43: 1952-1959.
18- Tigerstedt, P.M.A. 1994. Adaptation, variation and selection in marginal areas. Euphytica 77: 171-174.
19- Vaezi, SH., Abd Mishani, C., Yazdi Samadi, B., and Bihamta, M.R. 2000. Correlation and path analysis of grain yield and its components in maize. Iranian Journal of Agricultural Science Vol, 31(1): 71-83.(In persian)
20- Wellhausen, E.J. 1965. Exotic germplasm for improvement of corn belt maize. Proc. Annu. Corn Sorghum. Research Conference 35: 234-249.
21- Willman, M.R., Below, F.E., Lambert, R.J., Howey, A.E., and Mies, D.W. 1987. Plant traits related to productivity of maize. II. Development of multiple trait models. Crop Science 1122-1126.
22- Zeinali, H., Nasrabadi, Hossein Zade, A.H., Chogan, R., and Sabokdast, M. 2005. Factor analysis in grain corn hybrids. Journal of Iranian Agricultural Science 36(4): 895-902. (In Persian with English Summary)