مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۲۷ ، شماره ۴، سال ۱۳۹۰

تنوع ژنتیکی لاین‌های اینبرد ذرت (*Zea mays* L.) در شرایط تنش گرما

Genetic Variation of Maize (*Zea mays* L.) Inbred Lines in Heat Stress Condition

زهرا خدارحم‌پور[۱] و رجب چوکان[۲]

۱ – دانشجوی سابق دکتری اصلاح نباتات، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شوشتر

۲- دانشیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۶/۲۴

چکیده

خدارحم‌پور، ز.، و چوکان، ر. ۱۳۹۰ تنوع ژنتیکی لاین‌های اینبرد ذرت (*Zea mays* L.) در شرایط تنش گرما. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۲۷:** ۵۵۴ - ۵۳۹.

به منظور شناخت تنوع ژنتیکی در لاین‌های اینبرد ذرت در شرایط تنش گرما، پانزده لاین اینبرد در سال ۱۳۸۶ در دو تاریخ کاشت ۱۵ تیرماه (انطباق زمان گرده‌افشانی و پرشدن دانه با تنش گرما) و ۵ مرداد ماه (شرایط بهینه) براساس سی صفت مورفولوژیکی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان شوشتر مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که در شرایط تنش گرما بالاترین ضریب تغییرات فنوتیپی مربوط به صفات ASI (Anthesis Silking Interval)، تعداد دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف و عملکرد دانه، و در شرایط بهینه به صفات درصد سقط دانه و ASI بود. تجزیه کلاستر به روش واریانس مینیموم وارد (Ward)، لاین‌ها را در دو شرایط در سه کلاستر گروه‌بندی کرد. در شرایط تنش گرما لاین‌های K166A و K166B در کلاستر سوم و در شرایط بهینه لاین‌های K19، K3651/2، K166B و K47/2-2-1-3-3-1-1-1 در کلاستر سوم، به علت داشتن مقادیر بالای عملکرد و سایر صفات مطلوب و مقادیر پایین درصد سقط دانه، ASI و درصد بالای پروتئین دانه ارزشمند بودند و می‌توان از آن‌ها برای انتقال صفات مذکور در برنامه‌های دورگ‌گیری استفاده کرد. در شرایط تنش گرما لاین‌های کلاستر دوم و سوم و در شرایط بهینه لاین‌های کلاستر اول و سوم برای استفاده در تلاقی‌ها به منظور ایجاد تنوع بیشتر در صفات مناسب تشخیص داده شدند.

واژه‌های کلیدی: ذرت، تنش گرما، صفات مورفولوژیک، تجزیه کلاستر.

نویسنده مسئول: zahra_khodarahm@yahoo.com تلفن: ۰۹۱۶۶۱۸۰۳۰۱

مقدمه

با توجه به نیاز روزافزون به محصولات کشاورزی و توسعه کشاورزی به مناطق حاشیه‌ای که تحت تنش‌های محیطی هستند، لازم است ژرم‌پلاسم گیاهان زراعی از جمله ذرت از نظر تحمل به تنش‌های مختلف ارزیابی شوند. برای استفاده مناسب از ژرم‌پلاسم ذرت اطلاع از ماهیت و میزان تنوع موجود در آن اهمیت زیادی در برنامه‌های به‌نژادی دارد. والدینی که از نظر ژنتیکی متفاوت هستند هیبریدهایی با هتروزیس بیشتر تولید می‌کنند، از طرف دیگر تعیین مشخصات و گروه‌بندی ژرم‌پلاسم به به‌نژادگران امکان می‌دهد تا از دوباره کاری در نمونه‌گیری از جمعیت‌ها خودداری کنند (Sharma and Hore, 1993).

تنش گرما یکی از عوامل عمده محدود کننده تولید ذرت در استان خوزستان است. افزایش سطح کشت افزایش عملکرد در واحد سطح نیازمند یک برنامه به‌نژادی مؤثر برای مقابله با تنش گرما است. تنش گرما در مراحل مختلف رشد و نمو به ویژه دوره گل‌دهی و پرشدن دانه ذرت موجب عدم همزمانی یا همزمانی ناقص ظهور گل‌های نر و ماده، اختلال در تلقیح و دانه‌بندی شده و باعث کاهش تعداد دانه‌های تولیدی در اثر تلقیح ناقص یا سقط دانه‌های تلقیح شده، کاهش وزن هر دانه و در نهایت کاهش محصول می‌شود. جونز و همکاران (Jones *et al.*, 1985) گزارش کردند که دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶-۴ روز موجب کاهش عملکرد دانه ذرت و افزایش سقط دانه می‌شود. جانسون (Johnson, 2000) نشان داد که یکی از دلایل دانه‌بندی ناقص گرده‌افشانی ناموفق است که آن هم به دلیل تخمک‌هایی است که هرگز لقاح نیافته‌اند. آخرین دانه‌ها برای لقاح در نوک بلال، اغلب مستعد برای سقط هستند. لوئر (Lauer, 2006) گزارش کرد که تنش گرما همزمانی بین ریزش گرده و ظهور کاکل را از بین می‌برد و ظهور کاکل‌ها ممکن است با آزاد شدن گرده مواجه نشوند، در نتیجه منجر به افزایش کچلی در بلال و سقط دانه می‌شود. سانچز و گودمن (Sanchez and Goodman, 1992) در تلاش برای گروه‌بندی نژادهای مکزیکی ذرت، ۷۱ نژاد را با استفاده از ۲۵ صفت ظاهری مورد بررسی قرار دادند و با استفاده از تجزیه کلاستر، هفت گروه مختلف را شناسایی کردند. گالارتا و الوارز (Galarreta and Alvarez, 2001) در مطالعه‌ای یک صد رقم محلی ذرت شمال اسپانیا را با استفاده از ۲۲ صفت ظاهری و ۱۷ متغیر مربوط به اکولوژی مرتبط با محل جمع‌آوری گروه‌بندی کردند. در این مطالعه قابلیت توارث بالایی برای صفات ارتفاع بوته و بلال، تعداد گره بلال، طول بلال، قطر وسط بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن چوب بلال گزارش شد. آن‌ها با استفاده از تجزیه کلاستر این ژرم پلاسم را در هفت گروه مختلف تقسیم‌بندی کردند. چوکان و همکاران (Chuokan *et al.*, 2005) با انجام تجزیه

کلاستر ۵۲ لاین ذرت براساس ۲۵ صفت، لاین‌ها را در چهار گروه قرار دادند. تجزیه تابع تشخیص نشان داد که به ترتیب صفات شاخص مخروطی بودن بلال، طول پدانکل خارج از برگ پرچم، تعداد ردیف دانه در بلال از صفات دارای اهمیت در این گروه‌بندی هستند. بابیک و همکاران (Babic *et al.*, 2008) با مطالعه ۴۵ اینبرد لاین ذرت براساس ۳۰ صفت فنوتیپی با استفاده از تجزیه کلاستر به روش وارد (Ward)، لاین‌های اینبرد را به دو گروه بزرگ که هر کدام شامل دو زیرگروه بودند تقسیم کردند. هارادا و همکاران (Harada *et al.*, 2009) با مطالعه ۴۰ رقم ذرت براساس ۱۸ صفت فنوتیپی گزارش کردند که صفات تعداد دانه در بلال و وزن کل دانه‌ها در گیاه بالاترین ضریب تغییرات فنوتیپی را نشان دادند.

این بررسی به منظور ارزیابی و تعیین تنوع ژنتیکی موجود در تعدادی لاین اینبرد ذرت از نظر خصوصیات مورفولوژیک در دو شرایط تنش گرما و بهینه انجام شد. یافتن ارتباط صفات مختلف با یک‌دیگر و با عملکرد دانه و طبقه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد بررسی به منظور تعیین درجه خویشاوندی و قرابت ژنتیکی آن‌ها از طریق تجزیه کلاستر در شرایط تنش گرما از اهداف دیگر این بررسی بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۸۶ در شهرستان شوشتر (منطقه گرمسیری واقع در استان خوزستان) با مشخصات جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی با ۱۵۰ متر ارتفاع از سطح دریا اجرا شد. بافت خاک محل آزمایش از نوع لومی رسی بود. در این بررسی پانزده لاین اینبرد در تاریخ ۱۵ تیرماه و ۵ مردادماه در دو آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کاشته شدند. در این منطقه معمولاً در کاشت ذرت در ۱۵ تیرماه گرده‌افشانی، لقاح و دوره پرشدن دانه به تنش گرما برخورد می‌کند و ۵ مردادماه تاریخ کاشت رایج منطقه (شاهد) است. در هر کرت، هر لاین در سه خط ۹ متری به فاصله ۷۵ سانتی‌متر کاشته شد. روی هر خط کاشت ۴۵ کپه با فاصله ۲۰ سانتی‌متر و در هر کپه ۲ عدد بذر داده شد. بعد از مرحله ۶ برگی بوته اضافی حذف و یک بوته نگهداری شد. کلیه مراحل کاشت و داشت مطابق روش‌های معمول منطقه انجام شد. حداقل و حداکثر دمای مطلق مزرعه تحقیقاتی در زمان گرده‌افشانی تاریخ کاشت واجد تنش به ترتیب ۲۹ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد و شرایط عادی ۲۳ و ۳۸ درجه سانتی‌گراد بود. در هر دو آزمایش به منظور بررسی صفات هر لاین، از هر کرت آزمایشی خط اول و سوم به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد و در خط میانی صفات تاریخ ظهور گل تاجی، تاریخ آزاد شدن گرده، تاریخ ظهور ابریشم بلال، ASI (فاصله زمانی بین ظهور گرده و ابریشم مادگی)، طول دوره رشد گیاه از سبز شدن تا پایان رسیدگی فیزیولوژیکی،

رسیدگی فیزیولوژیکی دانه، طول پرشدن دانه، سرعت پرشدن دانه یادداشت‌برداری شد. برای اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی، با در نظر گرفتن نیم متر از بالا و پائین خط وسط به عنوان حاشیه، پنج بوته به طور تصادفی انتخاب و در آن‌ها صفات تعداد برگ بالای بلال، تعداد برگ پایین بلال، تعداد برگ کل بوته، طول پدانکل گل تاجی، طول پدانکل خارج از برگ پرچم، طول پدانکل داخل برگ، تعداد انشعابات گل تاجی، طول محور گل تاجی، طول محور گل تاجی بالای آخرین انشعاب، ارتفاع بوته و ارتفاع بلال اندازه‌گیری شد. پس از رسیدگی فیزیولوژیکی دانه، از ۸ متر خط وسط، پنج بلال از پنج بوته تصادفی به طور جداگانه برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد و صفاتی مانند تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد دانه در بلال، قطر بلال، قطر چوب بلال، عمق دانه ،عرض دانه، قطر دانه، وزن هزار دانه، وزن هکتولیتر (وزن یک لیتر بذر) و درصد سقط دانه (تعداد دانه‌های سقط یافته تقسیم بر تعداد کل دانه‌ها ضربدر صد) اندازه‌گیری شد. سایر بلال‌های برداشت شده از خط وسط نیز به آزمایشگاه منتقل شدند. از ۸ متر خط وسط عملکرد دانه، وزن ماده خشک بذر، درصد رطوبت بذر و درصد پروتئین دانه با استفاده از روش کجلدال (Galicia *et al.*, 2008) اندازه‌گیری شد. همبستگی فنوتیپی، آماره‌های توصیفی و تجزیه کلاستر با استفاده از روش واریانس مینیموم وارد (Ward minimum variance) با نرم‌افزار آماری SPSS (۱۴) انجام شد.

نتایج و بحث

منشاء و شجره لاین‌های اینبرد ذرت مورد استفاده در این بررسی در جدول ۱ نشان داده شده است.

تفاوت معنی‌داری بین لاین‌های اینبرد در مورد کلیه صفات به جز صفات وزن ماده خشک دانه و طول پدانکل داخل برگ در هر دو شرایط، وزن هکتولیتر و عرض دانه در شرایط بهینه، درصد رطوبت دانه و قطر بلال در شرایط تنش گرما وجود داشت (جدول ۲) که این امر نشان دهندهٔ تنوع بین لاین‌های مورد بررسی برای صفات اندازه‌گیری شده بود.

نتایج ضرایب همبستگی در شرایط تنش (جدول ۳) نشان داد که در شرایط تنش گرما عملکرد دانه به ترتیب با صفات تعداد دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، عمق دانه، برگ‌های پایین بلال، کل برگ‌ها، وزن هزار دانه، تعداد ردیف دانه، تعداد انشعابات گل‌تاجی، قطر بلال، وزن ماده خشک دانه و قطر دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار با درصد پروتئین دانه همبستگی منفی و معنی‌دار و با سایر صفات همبستگی نداشت. در شرایط بهینه (جدول ۳) عملکرد دانه با صفات دوره پرشدن دانه، تعداد دانه در بلال، کل برگ‌ها، عرض دانه، تعداد دانه در ردیف، عمق دانه و برگ‌های پایین بلال همبستگی

جدول ۱- شجره/ منشأ لاین‌های اینبرد مورد مطالعه ذرت
Table 1. Pedigree/origin of studied inbred lines of maize

لاین‌های اینبرد Inbred lines	شجره/منشأ Pedigree/origin
Lancaster Sure Crop (LSC)	
1.MO17	CI. 187–2 × C103
2.K18	Derived from MO17 changes in Iran
3.K19	Derived from MO17 changes in Iran
4.K19/1	Derived from K19 changes in Iran
Reid Yellow Dent (RYD)	
5.B73	BSSS C5(Iowa Stiff Stalk Synthetic)
6.A679	A B73 back-cross derived line [(A662 × B73)(3)]
Extracted from late synthetic (Created in Iran)	
7.K3651/1	SYN-Late(Iran)
8.K3640/5	SYN-Late(Iran)
9.K3651/2	SYN-Late(Iran)
Lines extracted from CIMMYT originated materials in Iran	
10.K166A	
11.K3544/1	
12.K166B	
Lines extracted from unknown materials in Iran	
13.K74/1	
14.K47/2-2-21-2-1-1-1	
15.K47/2-2-1-3-3-1-1-1	

مثبت و معنی‌دار، با صفات ASI و درصد پروتئین دانه همبستگی منفی و معنی‌دار و با سایر صفات همبستگی نداشت. در گزارش باصفا (Basafa, 2004) صفات تعداد دانه در ردیف و دانه در بلال، در مطالعه استخر و چوکان (Estakhr and Choukan, 2006) صفات عمق دانه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در ردیف، در بررسی عزیزپور و آفرینش (Azizpour and Afarinesh, 2008) صفات تعداد برگ بالای بلال، قطر بلال، طول بلال و تعداد دانه در ردیف و در گزارش رحمتی و همکاران (Rahmati *et al.*, 2008) صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در ردیف بالاترین همبستگی را با عملکرد دانه نشان دادند.

مقادیر میانگین حسابی صفات به همراه انحراف معیار و ضریب تغییرات فنوتیپی در جدول ۳ آورده شده است. در شرایط تنش بالاترین ضریب تغییرات فنوتیپی به ترتیب مربوط به ASI (۱۴۰٪)، تعداد دانه در بلال (۱۱۶٪)، تعداد دانه در ردیف (۱۰۸٪) و عملکرد دانه (۸۱٪) بود. پائین‌ترین ضریب تغییرات فنوتیپی نیز به ترتیب به وزن هکتولیتر

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مختلف لاین‌های اینبرد ذرت در شرایط تنش گرما و بدون تنش

Table 2. Analysis of variance for different traits of maize inbred lines under heat stress and optimum conditions

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	عملکرد دانه Grain yield		ASI		دوره پرشدن دانه Grain filling period		دوره رشد گیاه Plant growth period		سرعت پرشدن دانه Grain filling rate		درصد پروتئین دانه Grain protein percent	
			تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum
Block	بلوک	2	63451^{ns}	1020982^{ns}	5.0^{ns}	4.07^{ns}	2.42^{ns}	6.2^{ns}	10.5^{ns}	1.1^{ns}	0.5^{ns}	1.27^{ns}	0.27^{ns}	0.41^{ns}
Inbred line	لاین اینبرد	14	666165^{**}	1560356^{**}	52.9^{**}	34.44^{**}	171.33^{**}	69.0^{**}	294.8^{**}	84.8^{**}	1.2^{*}	2.67^{*}	8.34^{**}	4.22^{**}
Error	خطا	28	224533	531878	7.8	4.30	58.20	21.3	97.2	25.0	0.5	0.47	1.59	1.23

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	تعداد دانه در ردیف Grain per row		تعداد ردیف دانه در بلال Rows per ear		تعداد دانه در بلال Grain per ear		قطر بلال Ear diameter		قطر چوب بلال Cob diameter		عمق دانه Grain depth	
			تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum
Block	بلوک	2	0.09^{ns}	1.27^{ns}	0.07^{ns}	0.28^{ns}	102.02^{ns}	167.1^{ns}	3.10^{ns}	2.88^{**}	1.45^{*}	0.23^{ns}	0.16^{ns}	0.22^{ns}
Inbred line	لاین اینبرد	14	81.30^{**}	115.0^{**}	45.11^{**}	21.10^{**}	16284.50^{**}	26816.9^{**}	0.92^{ns}	3.72^{**}	0.91^{**}	0.59^{**}	0.11^{**}	0.47^{**}
Error	خطا	28	29.20	35.3	13.60	9.00	5685.20	8526.7	0.05	0.27	0.03	0.35	0.02	0.02

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

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

Table 2. Continued

ادامه جدول ۲

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	عرض دانه Grain width		قطر دانه Grain diameter		درصد رطوبت دانه Grain moisture percent		وزن ماده خشک دانه Grain dry matter weight		وزن هزار دانه 1000 grain weight		وزن هکتولیتر Hektolitr weight	
			تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum
Block	بلوک	2	0.02^{ns}	3.32^{ns}	0.04^{*}	0.002^{ns}	21.13^{ns}	24.56^{**}	0.004^{ns}	0.006^{ns}	3703.9^{ns}	1054.05^{ns}	3257^{ns}	294.9^{ns}
Inbred line	لاین اینبرد	14	0.04^{*}	5.92^{ns}	0.04^{**}	0.030^{**}	12.65^{ns}	37.36^{**}	0.21^{ns}	0.280^{ns}	10534.3^{**}	12513.33^{**}	7382^{*}	2446.3^{ns}
Error	خطا	28	0.002	0.002	0.005	0.007	3.80	11.80	2672.9	1594.9	3991.8	4099.80	2863	907.2

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	درصد سقط دانه Grain abortion percent		ارتفاع بوته Plant height		ارتفاع بلال Ear height		تعداد برگ‌های بالای بلال Ear- up leaves		تعداد برگ‌های پایین بلال Ear – down leaves		کل برگ‌ها Total leaves	
			تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum
Block	بلوک	2	134.0^{ns}	123.50^{ns}	82.96^{ns}	70.4^{ns}	92.4^{ns}	0.6^{ns}	1.4^{**}	0.36^{ns}	0.82^{ns}	2.40^{**}	2.22^{*}	5.07^{**}
Inbred line	لاین اینبرد	14	2500.0^{**}	87.02^{*}	1094.14^{**}	1147.3^{**}	397.8^{**}	637.4^{**}	1.7^{**}	1.42^{**}	2.26^{**}	1.04^{**}	5.99^{**}	3.05^{**}
Error	خطا	28	113.4	47.60	353.50	390.5	141.8	213.9	0.5	0.44	0.72	0.30	1.74	0.98

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

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

Table 2. Continued

ادامه جدول ۲

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	طول گل تاجی Tassel lenght		طول آخرین انشعاب گل تاجی Tassel up		تعداد انشعاب گل تاجی Branch number		طول پدانکل داخل برگ Peduncule -In		طول پدانکل خارج برگ Peduncule -out		طول پدانکل گل تاجی Peduncule lenght	
			تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum
Block	بلوک	2	5.49^{ns}	1.91^{ns}	6.32^{ns}	6.81^{ns}	10.50^{*}	13.89^{*}	9.60^{ns}	67.09^{**}	2.6^{ns}	2.4^{ns}	15.24^{*}	47.00^{**}
Inbred line	لاین اینبرد	14	48.55^{**}	43.44^{**}	32.04^{**}	36.47^{**}	22.37^{**}	35.09^{**}	5.07^{ns}	2.42^{ns}	11.6^{**}	11.0^{**}	18.90^{**}	11.20^{**}
Error	خطا	28	16.56	12.70	11.30	9.70	7.29	11.56	1.64	0.89	3.98	3.7	6.04	3.79

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

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

جدول ۳– آماره‌های توصیفی و ضرایب همبستگی فنوتیپی صفات مختلف با عملکرد دانه در لاین‌های اینبرد ذرت در شرایط تنش گرما و بهینه

Table 3. Descriptive statistics and phenotypic correlation coefficients of the traits with grain yield in maize inbred lines under heat stress and optimum conditions

		میانگین Mean		انحراف معیار Std dev		ضریب تغییرات Phen.CV (%)		همبستگی Correlation	
Traits	صفات	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress	بهینه Optimum	تنش Stress
Grain yield (kgha^{-1})	عملکرد دانه	2210.0	585.0	721.00	471.00	33.0	81.0	-	-
ASI (days)	ASI	1.9	2.0	2.00	2.80	109.0	140.0	-0.55**	-0.26^{ns}
Grain filling period (days)	دوره پرشدن دانه	66.0	54.5	4.80	7.50	7.0	14.0	0.83**	0.45^{ns}
Grain filling rate (mg/day)	سرعت پرشدن دانه	3.6	4.0	0.69	0.75	19.0	19.0	0.07^{ns}	0.20^{ns}
Plant growth period (days)	دوره رشد گیاه	125.0	116.0	5.40	9.90	4.0	8.5	0.32^{ns}	0.31^{ns}
Grain protein percent	درصد پروتئین دانه	8.8	12.2	1.20	1.60	14.0	13.0	-0.58*	-0.59*
Grain dry matter weight (mg)	وزن ماده خشک دانه	249.6	235.0	41.00	52.00	16.0	22.0	0.47^{ns}	0.55*
1000 grain weight (g)	وزن هزار دانه	337.0	274.7	64.50	62.00	19.0	23.0	0.37^{ns}	0.71**
Hektolitr weight (gl^{-1})	وزن هکتولیتر	753.0	713.7	29.00	53.60	4.0	7.5	0.19^{ns}	0.37^{ns}
Grain moisture percent	درصد رطوبت دانه	25.4	16.3	3.40	2.00	13.5	12.0	0.05^{ns}	0.19^{ns}
Grain per row	تعداد دانه در ردیف	22.0	5.0	6.00	5.40	27.0	108.0	0.58*	0.89**
Rows per ear	تعداد ردیف دانه بلال	15.0	9.0	3.00	3.70	20.0	41.0	0.32^{ns}	0.68**
Grain per ear	تعداد دانه در بلال	342.0	65.0	93.00	75.40	270.0	116.0	0.73**	0.90**
Ear diameter (cm)	قطر بلال	4.0	2.9	0.53	0.24	13.0	8.0	0.49^{ns}	0.56*
Cob diameter (cm)	قطر چوب بلال	2.6	2.1	0.35	0.18	13.5	8.6	0.19^{ns}	0.05^{ns}
Grain depth (cm)	عمق دانه	0.8	0.4	0.13	0.13	15.0	30.0	0.57*	0.88*
Grain width (cm)	عرض دانه	0.4	0.4	0.04	0.05	9.0	12.0	0.59*	-0.31^{ns}
Grain diameter (cm)	قطر دانه	0.6	0.5	0.08	0.07	12.0	12.0	0.11^{ns}	0.52*
Grain abortion percent	درصد سقط دانه	5.7	27.3	6.90	10.70	121.0	39.0	-0.49^{ns}	-0.15^{ns}
Plant height (cm)	ارتفاع بوته	152.0	110.6	19.50	19.00	13.0	17.0	0.35^{ns}	0.49^{ns}
Ear height (cm)	ارتفاع بلال	65.0	45.8	14.60	11.80	22.5	26.0	0.15^{ns}	0.42^{ns}
Ear-up leaves	تعداد برگ‌های بالای بلال	6.0	5.5	0.66	0.71	11.0	13.0	0.50^{ns}	0.44^{ns}
Ear-down leaves	تعداد برگ‌های پایین بلال	5.0	5.0	0.56	0.83	11.0	17.0	0.57*	0.76**
Total leaves	کل برگ‌ها	11.0	11.0	0.96	1.30	9.0	12.0	0.66*	0.74**
Tassel length (cm)	طول گل تاجی	32.4	31.3	3.70	4.00	11.0	13.0	-0.16^{ns}	0.47^{ns}
Tassel up (cm)	طول آخرین انشعاب گل تاجی	24.0	24.0	3.10	3.30	13.0	14.0	-0.26^{ns}	0.33^{ns}
Branch number	تعداد انشعاب گل تاجی	10.0	9.0	3.40	2.70	34.0	30.0	0.21^{ns}	0.67**
Peduncul-In (cm)	طول پدانکل داخل برگ	6.2	6.1	0.90	1.30	14.5	21.0	0.32^{ns}	0.29^{ns}
Peduncul-out (cm)	طول پدانکل خارج برگ	7.7	5.7	1.90	1.98	25.0	35.0	0.096^{ns}	0.17^{ns}
Peduncul length (cm)	طول پدانکل گل تاجی	13.9	11.7	1.98	2.40	14.0	21.0	0.26^{ns}	0.31^{ns}

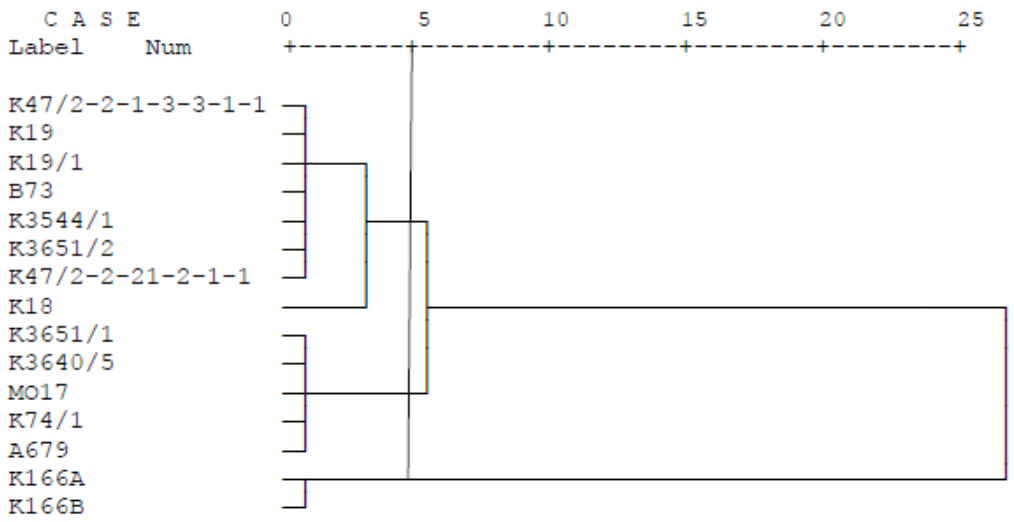
ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

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

(۷/۵٪)، قطر بلال (۸٪)، دوره رشد گیاه (۸/۵٪) و قطر چوب بلال (۸/۶٪) تعلق داشت، بنابراین در مورد این صفات می‌توان گفت که منابع ژنتیکی مورد بررسی دامنه کمی جهت استفاده در پروژه‌های انتخاب را دارند. در شرایط تنش گرما صفات تعداد دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف از تنوع بسیار بالایی برخوردار بودند (جدول ۳) و با توجه به همبستگی بالای این صفات با عملکرد دانه می‌توان از این دو صفت به عنوان شاخص‌های مهم در انتخاب لاین‌ها در شرایط تنش گرما استفاده کرد. در شرایط بهینه بالاترین ضرایب تغییرات فنوتیپی به ترتیب مربوط به درصد سقط دانه (۱۲۱٪) و ASI (۱۰۹٪) بود.

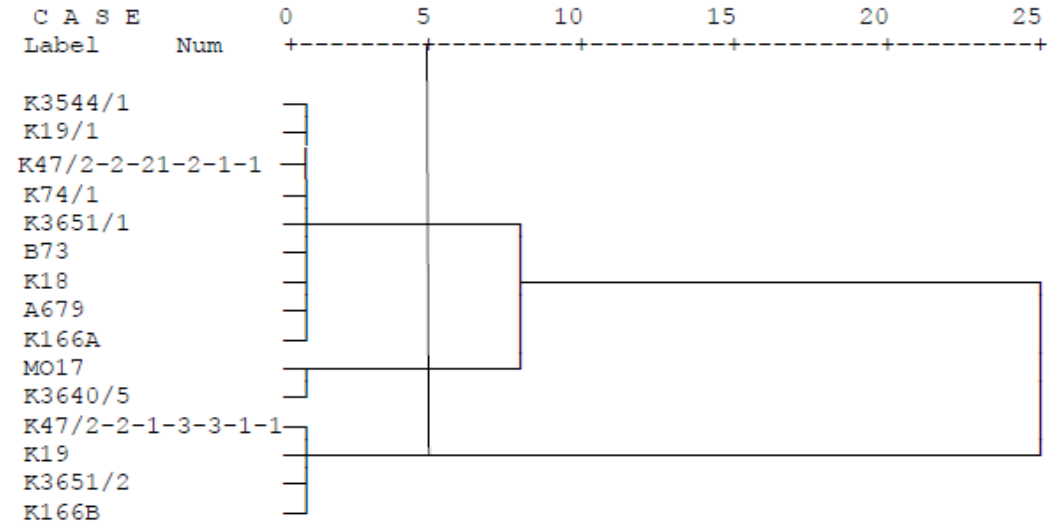
پائین‌ترین ضریب تغییرات فنوتیپی به وزن هکتولیتر (۴٪)، دوره رشد گیاه (۴٪)، دوره پرشدن دانه (۸٪)، عرض دانه (۹٪) و کل برگ‌ها (۹٪) تعلق داشت. در شرایط بهینه ASI از تنوع بسیار بالایی برخوردار بود و همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد دانه نشان داد. بنابراین کمترین فاصله زمانی بین دوره ظهور گرده و کاکل‌دهی بهترین شاخص برای انتخاب لاین‌های با عملکرد بالا در شرایط بهینه است. هارادا و همکاران (Harada *et al.*, 2009) با مطالعه ۴۰ رقم ذرت براساس ۱۸ صفت فنوتیپی گزارش کردند که صفات تعداد دانه در بلال و وزن کل دانه‌ها در گیاه بالاترین ضریب تغییرات فنوتیپی را دارند.

نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس ۳۰ صفت مورفولوژیکی نشان داد که برش دندروگرام در فاصله ۵ واحد موجب گروه‌بندی لاین‌ها در هر دو شرایط در ۳ کلاستر با خصوصیات درون گروهی مشابه و بین گروهی غیرمشابه شد (شکل‌های ۱ و ۲). برای نشان دادن ارزش هر یک از کلاسترها از نظر ۳۰ صفت اندازه‌گیری شده، درصد انحراف از میانگین کلاسترها (در هر دو شرایط) از میانگین کل محاسبه شد (جدول‌های ۴ و ۵). این انحرافات تا حدی می‌تواند نشان‌دهندهٔ وجود تنوع در لاین‌های ذرت باشد. از آن جائی که لاین‌های موجود در هر یک از کلاسترها دارای قرابت ژنتیکی بیشتری نسبت به لاین‌های موجود در کلاسترهای متفاوت هستند، بنابراین در صورت نیاز به دورگ‌گیری می‌توان با توجه به لاین‌های موجود در کلاسترهای مختلف و ارزش میانگین صفات برای هر کلاستر، برای بهره‌وری بیشتر از پدیده‌هایی مانند هتروزیس و تفکیک متجاوز استفاده کرد. در شرایط تنش گرما کلاستر اول شامل هشت لاین بود و از نظر صفات دوره پرشدن دانه، سرعت پرشدن دانه، دوره رشد گیاه، وزن ماده خشک دانه، وزن هزار دانه، درصد رطوبت دانه، قطر بلال، قطر چوب بلال، عرض دانه، قطر دانه، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، برگ‌های بالای بلال، برگ‌های پائین بلال، کل برگ‌ها، طول محور گل‌تاجی، طول آخرین انشعاب گل‌تاجی، طول پدانکل داخل برگ، طول پدانکل خارج برگ و طول پدانکل گل‌تاجی بالاتر از میانگین کل و از نظر سایر



شکل ۱- تجزیه خوشه‌ای لاین‌های اینبرد ذرت در شرایط تنش گرما

Fig. 1. Cluster analysis of maize inbred lines under heat stress condition



شکل ۲- تجزیه خوشه‌ای لاین‌های اینبرد ذرت در شرایط بهینه

Fig. 2. Cluster analysis of maize inbred lines under optimum condition

صفات پائین‌تر از میانگین کل بود. کلاستر دوم شامل پنج لاین بود و از نظر صفات ASI، درصد پروتئین دانه و درصد سقط دانه بالاتر از میانگین کل و از لح نظر اظ سایر صفات پائین‌تر از میانگین کل بود. کلاستر سوم شامل دو لاین بود که از نظر کلیه صفات به جز ASI، درصد

جدول ۴- میانگین و درصد انحراف از میانگین کل کلاسترها برای صفات مختلف ذرت در شرایط تنش گرما

Table 4. Means and percent deviation from grand mean for different maize traits under heat stress condition

Traits	صفات	کلاستر ۱ Cluster 1 2,3,4,5, 9,11,14,15*	کلاستر ۲ Cluster 2 1,6,7,8,13*	کلاستر ۳ Cluster 3 10,12*	میانگین کل Total mean
Grain yield (kgha^{-1})	عملکرد دانه	568.2, -2.9	109.6, -81.3	1838, +214	585.00
ASI (days)	ASI	1.5, -25	3.2, +60	1, -50	2.00
Grain filling period (days)	دوره پرشدن دانه	55.5, +0.9	51.6, -6.2	59, +7.3	55.00
Grain filling rate (mg/day)	سرعت پرشدن دانه	4.3, +7.5	3.74, -6.5	4.25, +6.3	4.00
Plant growth period (days)	دوره رشد گیاه	116.6, +0.5	113.4, -2.2	118, +1.7	116.00
Grain protein percent	درصد پروتئین دانه	11.8, -3.4	13.6, +11.4	10.36, -15.2	12.21
Grain dry matter weight (mg)	وزن ماده خشک دانه	253.75, +8	192.4, -18	266, +13.2	235.00
1000 grain weight (g)	وزن هزار دانه	289.75, +5.4	221.2, -19.6	348.5, +26.7	275.00
Hektolitr weight (gl^{-1})	وزن هکتولیتر	705.4, -1.2	629.2, -11.9	748.5, +4.8	714.00
Grain moisture percent	درصد رطوبت دانه	16.96, +3.9	15.23, -6.7	16.54, +1.3	16.33
Grain per row	تعداد دانه در ردیف	4.7, -6	2.2, -56	15, +200	5.00
Rows per ear	تعداد ردیف دانه بلال	10, 0	5.4, -46	13, +30	10.00
Grain per ear	تعداد دانه در بلال	55.5, -14.6	22.8, -64.9	207.5, +219	65.00
Ear diameter (cm)	قطر بلال	2.99, +2.4	2.73, -6.5	3.12, +6.8	2.92
Cob diameter (cm)	قطر چوب بلال	2.15, +1.9	2.05, -2.8	2.14, +1.4	2.11
Grain depth (cm)	عمق دانه	0.43, 0	0.33, -23.3	0.66, +53.5	0.43
Grain width (cm)	عرض دانه	0.45, +2.3	0.41, -6.8	0.47, +6.8	0.44
Grain diameter (cm)	قطر دانه	0.59, +1.7	0.55, -5.2	0.64, +10.3	0.58
Grain abortion percent	درصد سقط دانه	27.4, +0.5	29.2, +8	22, -19.3	27.27
Plant height (cm)	ارتفاع بوته	121.8, +7.5	95.3, -15.9	124, +9.4	113.30
Ear height (cm)	ارتفاع بلال	52.13, +11.9	37.7, -19	46.85, +0.54	46.60
Ear-up leaves	تعداد برگ‌های بالای بلال	5.7, +3.6	5, -9	6.2, +12.7	5.50
Ear-down leaves	تعداد برگ‌های پایین بلال	5.3, +6	4.2, -16	6, +20	5.00
Total leaves	کل برگ‌ها	10.9, +3.8	9.2, -12.4	12.2, +16.2	10.50
Tassel length (cm)	طول گل تاجی	32.05, +2.4	29.3, -6.4	33.5, +7	31.30
Tassel up (cm)	طول آخرین انشعاب گل تاجی	24.1, +1.3	22.9, -3.8	25, +5	23.80
Branch number	تعداد انشعاب گل تاجی	9.1, -1	7.9, -14	13.2, +43.5	9.20
Peduncul-In (cm)	طول پدانکل داخل برگ	6.4, +6.7	5.1, -15	6.85, +14.2	6.00
Peduncul-out (cm)	طول پدانکل خارج برگ	6.2, +8.8	4.5, -21	6.9, +21	5.70
Peduncul length (cm)	طول پدانکل گل تاجی	12.7, +8.5	9.7, -17	12.85, +9.8	11.70

* Genotypes No. (see Table 1).

* شماره ژنوتیپ‌ها (به جدول ۱ مراجعه شود).

پروتئین دانه و درصد سقط دانه بالاتر از میانگین کل بود. با توجه به نظر جونز و همکاران (Jones *et al.*, 1985) و جانسون (Johnson, 2000) که افزایش دما موجب افزایش سقط دانه می‌شود و گزارش لوئر (Lauer, 2006) که تنش گرما همزمانی بین ریزش گرده و ظهور کاکل را از بین می‌برد و در نتیجه منجر به افزایش کچلی در بلال و سقط دانه می‌شود و به علت داشتن مقادیر بالای عملکرد و سایر صفات مطلوب لاین‌های

جدول ۵- میانگین و درصد انحراف از میانگین کل کلاسترها برای صفات مختلف ذرت در شرایط بهینه

Table 5. Means and percent deviation from grand mean for different maize traits under optimum condition

Traits	صفات	کلاستر ۱ Cluster 1 2,3,4,5, 9,11,14,15*	کلاستر ۲ Cluster 2 1,6,7,8,13*	کلاستر ۳ Cluster 3 10,12*	میانگین کل Total mean
Grain yield (kgha^{-1})	عملکرد دانه	1986, -10	748.25, -66	3443, -55.8	2210.00
ASI (days)	ASI	2, 0	4.5, +125	0.75, -62.5	2.00
Grain filling period (days)	دوره پرشدن دانه	65.4, +0.7	59.5, -8.5	70.75, +8.8	65.00
Grain filling rate (mg/day)	سرعت پرشدن دانه	3.5, -2.5	3.8, +5.5	4.35, +20.8	3.60
Plant growth period (days)	دوره رشد گیاه	124.9, -0.09	122, -2.4	127.25, +1.8	125.00
Grain protein percent	درصد پروتئین دانه	8.7, -0.86	10.55, +19.6	8.16, -7.5	8.82
Grain dry matter weight (mg)	وزن ماده خشک دانه	232.9, -6.8	253, +1.2	285.5, +14.2	250.00
1000 grain weight (g)	وزن هزار دانه	316.6, -6.1	385.25, +14.2	334, -0.95	337.20
Hektolitr weight (gl^{-1})	وزن هکتولیتر	753.3, +0.02	735, -2.4	762, +1.2	753.20
Grain moisture percent	درصد رطوبت دانه	24.8, -2.5	26.7, +5	26.21, +3.1	25.42
Grain per row	تعداد دانه در ردیف	22, 0	16, -27.3	26.25, +19.3	22.00
Rows per ear	تعداد ردیف دانه بلال	15, 0	12, -20	15.75, +5	15.00
Grain per ear	تعداد دانه در بلال	343.4, +0.42	189.5, -44.6	414.5, +21.2	342.00
Ear diameter (cm)	قطر بلال	4.23, -1.9	3.84, -10.9	4.7, +40.25	4.31
Cob diameter (cm)	قطر چوب بلال	2.55, -0.9	2.42, -6	2.7, +4.5	2.57
Grain depth (cm)	عمق دانه	0.86, -1.1	0.76, -13.2	0.99, +14.4	0.87
Grain width (cm)	عرض دانه	0.41, 0	0.46, +12.2	0.38, -8.5	0.41
Grain diameter (cm)	قطر دانه	0.65, +1.7	0.72, +12.5	0.7, +9.4	0.64
Grain abortion percent	درصد سقط دانه	4.01, -29.8	17.5, +206	3.7, -35.9	5.72
Plant height (cm)	ارتفاع بوته	151.4, -0.35	138.9, -8.6	159.7, +5.1	151.90
Ear height (cm)	ارتفاع بلال	66.7, +2.8	56.15, -13.5	65.1, +0.3	64.90
Ear-up leaves	تعداد برگ‌های بالای بلال	5.5, -3.5	5.5, -3.5	6.25, +9.6	5.70
Ear-down leaves	تعداد برگ‌های پایین بلال	5.3, +6	4.35, -13	5.2, -8.8	5.00
Total leaves	کل برگ‌ها	11, 0	10, -9	11.7, +6.4	11.00
Tassel length (cm)	طول گل تاجی	32.6, +0.75	33.85, +4.5	31.1, -4	32.38
Tassel up (cm)	طول آخرین انشعاب گل تاجی	23.8, -2	26.4, +8.6	24.5, +0.72	24.30
Branch number	تعداد انشعاب گل تاجی	10.6, +1.9	8.7, -16.8	10.75, +3.4	10.40
Peduncul-In (cm)	طول پدانکل داخل برگ	6.2, -2.4	6, -6.3	6.3, -1.6	6.40
Peduncul-out (cm)	طول پدانکل خارج برگ	7.9, +3.5	6.65, -13.6	7.6, -1.9	7.70
Peduncul length (cm)	طول پدانکل گل تاجی	14.2, +1.4	12.1, -13.6	14.35, +2.5	14.00

* Genotypes No. (see Table 1).

* شماره ژنوتیپ‌ها (به جدول ۱ مراجعه شود).

کلاستر سوم ارزشمند هستند و می‌توان از آن‌ها در برنامه‌های دورگ‌گیری برای انتقال صفات مذکور استفاده کرد.

در شرایط بهینه کلاستر اول شامل نه لاین بود که از نظر صفات دوره پرشدن دانه، تعداد دانه در بلال، قطر دانه، ارتفاع بلال، برگ‌های پائین بلال، طول محور گل‌تاجی، تعداد انشعاب گل‌تاجی و طول پدانکل گل‌تاجی بالاتر از میانگین کل و از نظر سایر صفات کمتر از میانگین کل بود. کلاستر دوم شامل دو لاین بود

که از نظر صفات ASI، سرعت پرشدن دانه، درصد پروتئین دانه، وزن ماده خشک دانه، وزن هزار دانه، درصد رطوبت دانه، عرض دانه، قطر دانه، درصد سقط دانه، طول محور گل‌تاجی و طول آخرین انشعاب گل‌تاجی بالاتر از میانگین کل بوده و از نظر سایر صفات کمتر از میانگین کل بود. کلاستر سوم شامل چهار لاین بود که از نظر کلیه صفات مطلوب مانند عملکرد دانه، دوره پرشدن دانه، وزن ماده خشک دانه، تعداد دانه در بلال، کل برگ‌ها و غیره بالاتر از میانگین کل و از نظر صفاتی نظیر ASI، درصد پروتئین دانه، وزن هزار دانه، عرض دانه، درصد سقط دانه، طول محور گل‌تاجی، طول پدانکل داخل برگ و خارج برگ کمتر از میانگین کل بود. لاین‌های این کلاستر به علت داشتن مقادیر بالای عملکرد و سایر صفات مطلوب ارزشمند هستند و می‌توان از آن‌ها در برنامه‌های دورگ‌گیری برای انتقال صفات مذکور استفاده کرد. سانچز و گودمن (Sanchez and Goodman, 1992) هفتاد و یک نژاد مکزیکی ذرت را با استفاده از ۲۵ صفت ظاهری در هفت گروه مختلف، گالارتا و الوارز (Galarreta and Alvarez, 2001) یکصد رقم محلی ذرت شمال اسپانیا را با استفاده از ۲۲ صفت ظاهری و ۱۷ متغیر مربوط به اکولوژی مرتبط با محل جمع‌آوری در هفت گروه مختلف، چوکان و همکاران (Chuokan *et al.*, 2005) لاین‌های ذرت را در چهار گروه، بابیک و همکاران (Babic *et al.*, 2008) ۴۵ اینبرد لاین ذرت براساس ۳۰ صفت فنوتیپی را به دو گروه بزرگ که هر کدام شامل دو زیرگروه بودند، تقسیم کردند. هارادا و همکاران (Harada *et al.*, 2009) چهل رقم ذرت شیکاکو و کیوشو را براساس ۱۸ صفت فنوتیپی در چهار گروه بزرگ و هر گروه به دو زیرگروه تقسیم کردند. کرمی و همکاران (Karami *et al.*, 2006) ژنوتیپ‌های جو را در هر دو شرایط تنش گرما و بهینه، در سه کلاستر جداگانه دسته‌بندی کردند.

از مجموع نتایج استنباط می‌شود که در شرایط تنش گرما صفات تعداد دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف از تنوع بسیار بالایی برخوردار بوده و با توجه به همبستگی بالای این صفات با عملکرد دانه می‌توان از این دو صفت به عنوان شاخص‌های مهم در انتخاب لاین‌های پرمحصول در شرایط تنش گرما استفاده کرد. در شرایط بهینه ASI از تنوع بالایی برخوردار بوده و همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد دانه نشان داد، بنابراین کمترین فاصله زمانی بین ظهور گرده و کاکل‌دهی بهترین شاخص برای انتخاب لاین‌های با عملکرد بالا در شرایط بهینه محسوب می‌شود.

مهم‌ترین نتایج حاصل از گروه‌بندی لاین‌ها را می‌توان چنین بیان کرد که لاین‌های کلاستر سوم در هر دو شرایط تنش گرما (K166A و K166B) و بهینه (K19، K3651/2، K166B و

K47/2-2-1-3-3-1-1-1)) به علت داشتن مقادیر بالای عملکرد دانه، تعداد دانه در بلال، وزن ماده خشک دانه و همچنین پائین بودن ASI و درصد سقط دانه ارزشمند هستند و می‌توان از آن‌ها برای انتقال صفات مذکور در برنامه‌های دورگ‌گیری استفاده کرد. با توجه به این‌که لاین K166B در هر دو شرایط در کلاستر سوم قرار داشت. بنابراین این لاین دارای ژن‌های تحمل به گرما و ارزشمند جهت دورگ‌گیری است. در این بررسی لاین‌های کلاستر دوم و سوم در شرایط تنش گرما و لاین‌های کلاستر اول و سوم در شرایط بهینه به علت دارا بودن حداکثر اختلاف برای استفاده در تلاقی‌ها به منظور ایجاد تنوع بیشتر مناسب تشخیص داده شدند.

References

Azizpour, M. H., and Afarinesh, A. 2008. Study of relationship between morphological characteristics and grain yield in maize hybrids using path analysis. Proceedings of The 10th Iranian Crop Science and Plant Breeding Congress, Karaj, Iran. Page 156 (in Persian).

Babic, V., Babic, M., Filipovic, M., Delic, N., and Andelkovic, V. 2008. Phenotypic characterization and relatedness of maize inbred lines. Genetika 40 (3): 227-236.

Basafa, M. 2004. Study of yield and phenotypical correlation of different traits with grain yield in new premature maize (*Zea mays* L.) hybrids. Proceedings of the 8th Crop Science and Plant Breeding Congress. University of Guilan, Rasht, Iran. Page 16 (in Persian).

Choukan, R., Hosseinzadeh, A., Ghannadha, M. R., Talei, A. R., and Mohammadi, A. 2005. Classification of maize inbred lines based on morphological traits. Seed and Plant 21(1): 139-157 (in Persian).

Estakhr, A., and Choukan, R. 2006. Study of yield and yield components of Iranian and foreign maize hybrids and correlation between them. Agricultural Science Journal 37 (1): 85- 91 (in Persian).

Galarreta, J. I. R., and Alvarez, A. 2001. Morphological classification of maize landraces from Northern Spain. Genetic Resources and Crop Evolution 48: 391-400.

Galicia, L., Nurit, E., Rosales, A., and Palacios-Rojas, N. 2008. Maize Nutrition Quality and Plant Tissue Analysis, Laboratory Protocols. CIMMYT, Mexico DF. 42 pp.

Harada, K., Huan, N. V., and Ueno, H. 2009. Classification of maize landraces from

Shikoku and Kyushu, Japan, based on phenotypic characteristics. JARQ 43 (3): 213-220.

Johnson, C. 2000. Ag answers: Post-pollination period critical to maize yields. Agricultural Communication Service, Purdue University, USA. Appear on: www.agricuture.purdue.edu/agcomm/aganswers/story.asp?storyid=2318.

Jones, R. J., Roessler, J. A., and Ouattar, S. 1985. Thermal environment during endosperm cell division in maize: Effects on number of endosperm cells and starch granules. Crop Science 25: 830-834.

Karami, A. A., Ghannadha, M. R., Naghavi, M. R., and Mardi, M. 2006. Identification of drought tolerant varieties in barely (*Hordeum vulgare* L.). Iranian Journal of Crop Sciences 37 (2): 371-379 (in Persian).

Lauer, J. 2006. Concerns about drought as maize pollination begins. Wiscousin Crop Manager. http://corn.agronomy.wisc.edu/AA/A042.aspx.

Rahmati, S., Babaeianjelodar, N. A., Ranjbar, G. A., and Hadadi, M. H. 2008. Study of relationship between agronomical and morphological traits in maize hybrids using correlation and stepwise regression. Proceedings of the 10th Iranian Crop Science and Plant Breeding Congress, University of Guilan, Rasht, Iran. Page 159 (in Persian).

Sanchez, J. J., and Goodman, M. M. 1992. Relationships among Mexican and some North American and South American races of maize. Maydica 37: 41-51.

Sharma, B. D., and Hore, D. K. 1993. Multivariate analysis of divergence in upland rice. Journal of Agricultural Science 63: 515-517.