نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۲ شماره ۳ / سال ۱۴۰۱/ صفحات ۶۱-۴۹

Study of Quantitative Traits Related to Grain Yield Stability in Maize Using Multivariate Statistical Methods and Graphical Analysis

Seyed Habib Shojaei[*1], Khodadad Mostafavi[2], Mahmoud Khosroshahli[3], Mohammad Reza Bihamta[4], Hossein Ramshini[5]

Received: 20 September 2021 Accepted: 11 December 2021
1- Dept.of Biotechnology and Plant Breeding, Science and Research Branch, Islamic Azad Univeristy, Tehran, Iran.
2- Assoc. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Karaj Branch, Islamic Azad university, Karaj, Iran.
3- Prof., Dept.of Biotechnology and Plant Breeding, Science and Research Branch, Islamic Azad Univeristy, Tehran, Iran.
4- Prof., College of Agriculture & Natural Resources (UCAN), University of Tehran, Karaj, Iran.
5- Assoc. Prof., College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Aboureyhan Campus, Pakdasht, Iran.
*Corresponding Authors Email: habibshojaei34@gmail.com

Abstract

Background and Objective: One of the most important factors for proper selection of maize hybrids (*Zea mays* L.) is phenotypic evaluation and having high grain yield in a specific region. This study was conducted to study the quantitative traits related to grain yield and to investigate the relationship between different traits and to select the most important quantitative traits affecting grain yield in maize hybrids.

Materials and Methods: The experiment was conducted in a randomized complete block design (RCBD) on 12 mays hybrids with three replications in the two cropping years of 2017-2018 in Shiraz region. Planting, holding and harvesting operations were carried out normally and in order to remove marginal effects, sampling and taking notes were performed from the two middle rows.

Results: Based on the combined analysis of variance at the probability level of 0.01, all hybrids had a significant difference. Also, the effect of hybrid year was significant in all traits except ear diameter. Based on the comparison of the mean performed by Duncan method, two genotypes KSC704 and KSC707 were identified as hybrids with superior rank. Based on the correlation analysis, grain yield had a positive and significant correlation with grain width and 1000-grain weight. Also, the results of the correlation diagram showed a positive and significant correlation between grain yield and grain length, 1000-seed weight, plant height, ear length and number of rows per ear. The drawn polygon diagram also showed that KSC705 genotype is more desirable than other genotypes. Based on the ranking chart of genotypes based on the ideal genotype, SC647 hybrid was identified as a hybrid with better desirability. The hybrid grouping diagram also grouped the genotypes into three groups in terms of set of traits in the tested crop years.

Conclusion: Based on the studied traits, KSC704, KSC705 and KSC707 genotypes were identified as better ranked hybrids and SC301, SC302 and SC604 genotypes were identified as unfavorable genotypes.

Keywords: Correlation, Combined Analysis Of Variance, Ideal Genotype, Maize, Polygon Diagram

مطالعه صفات کمی مرتبط با پایداری عملکرد دانه در ذرت با استفاده از روش های آماری چند متغیره و تجزیه گرافیکی

سیدحبیب شجاعی[۱]*، خداداد مصطفوی[۲]، محمود خسروشاهلی[۳]، محمدرضا بی همتا[۴]، حسین رامشینی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۶/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۹/۲۰

۱ – گروه بیوتکنولوژی و اصلاح نباتات، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران
۳ – استاد، گروه بیوتکنولوژی و اصلاح نباتات، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۴ – استاد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۵ – دانشیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ابوریحان، پاکدشت، ایران
مسئول مکاتبه E-mail:habibshojaei34@gmail.com

چکیده

اهداف: از مهمترین فاکتورهای انتخاب مناسب هیبریدهای ذرت (Zea *mays* L.)، ارزیابی فنوتیپی و داشتن عملکرد دانه بالا در یک منطقه خاص است. این پژوهش به منظور مطالعه صفات کمی مرتبط با عملکرد دانه و بررسی ارتباط صفات مختلف با یکدیگر و انتخاب مهمترین صفات کمی موثر بر عملکرد دانه در هیبریدهای ذرت انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) بر روی ۱۲ هیبرید ذرت با سه تکرار در دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۶ در منطقه شیراز انجام گرفت. عملیات کاشت، داشت و برداشت به صورت نرمال انجام گرفت و به منظور حذف اثرات حاشیه، نمونه گیری‌ها و یادداشت برداری‌ها از دو ردیف وسط صورت پذیرفت.

یافته‌ها: بر اساس تجزیه واریانس مرکب انجام گرفته در سطح احتمال ۰/۰۱ تمامی هیبریدها دارای اختلاف معنی‌داری با هم بودند. همچنین اثر سال × هیبرید نیز در تمامی صفات به جز صفت قطر بلال معنی‌دار شد. بر اساس مقایسه میانگین انجام شده به روش دانکن دو ژنوتیپ KSC704 و KSC707 به عنوان هیبریدهایی با رتبه برتر شناسایی شدند. بر اساس تجزیه همبستگی صورت گرفته صفت عملکرد دانه با صفات عرض دانه و وزن هزار دانه دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بودند. همچنین نتایج نمودار همبستگی نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین صفت عملکرد دانه با صفات طول دانه، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، طول بلال و تعداد ردیف در بلال نشان داد. نمودار چندوجهی رسم شده نیز نشان داد که ژنوتیپ KSC705 نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها دارای مطلوبیت بیشتری است. بر اساس نمودار رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس ژنوتیپ ایده‌آل نیز هیبرید SC647 به عنوان هیبریدی با مطلوبیت بهتر شناسایی شد. نمودار گروهبندی هیبریدها نیز در سال های زراعی مورد آزمایش، ژنوتیپ‌ها را از نظر مجموعه صفات به سه گروه، گروهبندی نمود.

نتیجه‌گیری: بر اساس مجموعه صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های KSC704 و KSC705 به عنوان هیبریدهایی با رتبه بهتر و ژنوتیپ‌های SC301 و SC302 به عنوان ژنوتیپ‌های نامطلوب شناسایی شدند.

واژه های کلیدی: تجزیه واریانس مرکب، ذرت، ژنوتیپ ایده‌آل، نمودار چند وجهی، همبستگی

مقدمه

ذرت (Zea *mays* L.) گیاه تک لپه‌ای، یک ساله، از خانواده غلات است (زند و لعلی‌نیا ۲۰۱۴). همچنین یکی از مهمترین گیاهان زراعی است که بعد از گندم و برنج، مقام سوم اهمیت از لحاظ کشت را در بین غلات دارد (شیری و همکاران ۲۰۱۹). همچنین از گیاه ذرت برای مصارفی از قبیل مصارف دارویی، صنعتی و استحصال اتانول به عنوان سوخت زیستی استفاده می‌شود (دهقان پور ۲۰۱۴). طبق پیش‌بینی‌ها، تقاضای ذرت در کشورهای در حال توسعه تا سال ۲۰۵۰ دو برابر تقاضای کنونی است (چادهاری و همکاران ۲۰۱۴). بر اساس آمار سازمان خواروبار و کشاورزی (فائو)، میزان تولید ذرت در ایران یک میلیون و چهارصد هزار تن در سال ۲۰۲۰ برآورد شده است (فائو ۲۰۲۰). سطح زیر کشت ذرت در ایران در حدود ۱۳۹ هزار هکتار و متوسط عملکرد ذرت در هکتار حدود ۷۶۹۰ کیلوگرم است (احمدی ۲۰۱۸). ارزیابی فنوتیپی برای تجزیه و تحلیل تنوع در غلات از جمله ذرت بسیار کارآمد می‌باشد (تیاواری و همکاران ۲۰۱۹، سالازار و همکاران ۲۰۱۷). از مهمترین فاکتورهای انتخاب مناسب ژنوتیپ‌های ذرت برای یک منطقه خاص، داشتن عملکرد دانه بالا برای این ژنوتیپ‌ها است (علی و همکاران ۲۰۱۳). عملکرد دانه به مقدار زیادی تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می گیرد و ظرفیت عملکرد دانه بالا به توانایی ژنوتیپ در تولید، انتقال و ذخیره مواد غذایی در دانه بستگی دارد (مرادیان و همکاران ۲۰۱۴). در برنامه‌های اصلاحی انتخاب بر اساس تعداد زیاد صفات زراعی با همبستگی مثبت و منفی انجام می‌گیرد، در نتیجه روش‌های تجزیه آماری که تعداد صفات موثر در عملکرد را کاهش دهند برای اصلاحگران مفید می‌باشد (جانسون و ویچرن ۲۰۰۷). کنترل ژنتیکی عملکرد به طور مستقیم تحت تاثیر صفاتی است که با عملکرد همبستگی دارند و در واقع شناخت همبستگی بین عملکرد و اجزای آن و یافتن نوع روابط بین آنها می‌تواند باعث افزایش عملکرد گردد (تورست و همکاران ۲۰۰۴). همچنین تجزیه همبستگی بین صفات مختلف با عملکرد دانه به تصمیم گیری در مورد اهمیت نسبی این صفات و ارزش آنها به عنوان معیارهای انتخاب، کمک فراوانی می کند (حمزه پوز و همکاران ۲۰۱۷). صفات مورفولوژیک با دقت و با سادگی قابل اندازه‌گیری هستند. برخی از آنها توارث پذیری بالایی دارند و گزینش بر اساس این صفات ممکن است راهی مطمئن و سریع برای غربال کردن جوامع گیاهی و بهبود عملکرد دانه باشد (بین و همکاران ۲۰۰۲). یکی از معیارهای ارتباط بین دو متغیرضریب همبستگی است (بلوچ زهی و همکاران ۲۰۱۳). روش GGE biplot نیز به دلیل انعطاف بالا در تجزیه و تحلیل می‌تواند به صورت گرافیکی نقش بسیار مهمی در انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب داشته باشد (یان ۲۰۱۴). یان و راجکان به منظور بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و صفت (GT biplot) که یکی از روش‌های GGE biplot است، در بررسی صفات مختلف در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در آزمایشات خود استفاده نمودند (یان و رجکان ۲۰۰۲). آکورا و همکاران نیز به منظور بررسی همبستگی بین صفات در بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و صفت از روش GGE biplot استفاده کردند (آکورا و ککتن ۲۰۱۷). چوکان (چوکان و همکاران ۲۰۰۵) در آزمایشی که بر روی ارقام ذرت انجام داد همبستگی مثبت و بالایی را بین عملکرد دانه با صفات تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه و عمق دانه مشاهده نمود. در بررسی همبستگی صفات در ۲۴ رقم ذرت مشاهده شد که صفات ارتفاع بوته، تعداد روز تا برداشت بلال، طول بلال و ارتفاع بلال دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفت عملکرد بودند (ویولا و همکاران ۲۰۰۳). هدف از این تحقیق، بررسی روابط بین عملکرد دانه و اجزای عملکرد و تعیین صفات کمی موثر بر پایداری عملکرد دانه و همچنین گروهبندی هیبریدهای ذرت مورد بررسی با استفاده از صفات زراعی و شناخت همبستگی موجود بین صفات با صفت عملکرد دانه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی خصوصیات زراعی و بررسی عملکرد و اجزای عملکرد، تعداد ۱۲ هیبرید ذرت در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) در سه تکرار و در دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۶در منطقه شیراز مورد

آزمایش و بررسی قرار گرفتند. منطقه شیراز دارای طول جغرافیایی ۲۹ °۳۲′N و عرض جغرافیایی ۵۲ °۳۶′E و با ۱۴۸۴ متر ارتفاع از سطح دریا بوده و دارای میانگین بارندگی سالیانه به میزان ۳۲۴/۲ میلی متر می باشد. هیبریدهای مورد آزمایش در چهار خط به طول دو متر و خطوط کشت با فاصله ۷۵ سانتیمتر از هم کشت شدند. همچنین تراکم بوته در هکتار ۸۰۰۰۰ بوته در نظر گرفته شد. عملیات کاشت، داشت و برداشت به صورت نرمال انجام گرفت و به منظور حذف اثرات حاشیه، نمونه گیری‌ها و یادداشت برداری ها از دو ردیف وسط صورت پذیرفت. صفت ارتفاع بوته قبل از برداشت اندازه‌گیری شده و الباقی صفات بعد از برداشت مورد اندازه گیری قرار گرفتند. ارقام مورد آزمایش عبارت بودند از: KSC703، KSC260، KSC705، KSC400، KSC706، KSC704، KSC707، DC370، SC647، SC302، SC604 و SC301. صفات مورد بررسی نیز عبارت بودند از: ارتفاع بوته (PH)، طول بلال (EL)، قطر بلال (ED)، تعداد دانه در ردیف (NGR)، تعداد ردیف در بلال (NRE)، عرض دانه (GW)، طول دانه (GL)، ضخامت دانه (GD)، وزن هزار دانه (TWG) و عملکرد دانه (YLD).

تجزیه های آماری انجام شده شامل تجزیه واریانس مرکب، مقایسه میانگین به روش دانکن و تجزیه همبستگی بود. جهت تجزیه روش‌های آماری ذکر شده از میانگین داده‌های حاصل از دو سال زراعی نیز استفاده شد. همچنین جهت انتخاب هیبرید مطلوب‌تر نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها از نظر صفات، از نمودارهای چندوجهی، ژنوتیپ ایده‌آل، نمودار همبستگی بین صفات و گروه بندی ژنوتیپ‌ها استفاده شد. جهت انجام تجزیه گرافیکی، از داده‌های سال اول، سال دوم و میانگین دو سال به صورت جداگانه استفاده شد. به منظور آنالیز و تجزیه روش‌های آماری چند متغیره از نرم افزار SAS.v9.2 و جهت رسم نمودارهای تجزیه گرافیکی از نرم افزار Genstat.v12 استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب و مقایسه میانگین

تجزیه واریانس مرکب در سطح احتمال ۰/۰۱ انجام گرفت. نتایج بدست آمده حاکی از آن بود که اثر سال در صفات طول بلال، قطر بلال، عرض دانه و طول دانه معنی‌دار بودند. ژنوتیپ‌ها در تمامی صفات دارای اختلاف معنی‌داری بودند. اثر سال× هیبرید نیز در تمامی صفات به جز صفت قطر بلال معنی‌دار شد. بیشترین میزان ضریب تغییرات مربوط به صفت ضخامت دانه (۲۷/۸) و کمترین میزان ضریب تغییرات مربوط به صفت تعداد دانه در ردیف (۸/۸۸) بود (جدول ۱). بر اساس مقایسه میانگین به روش دانکن انجام گرفته، ژنوتیپ‌های KSC704 و KSC707 به عنوان ژنوتیپ‌هایی با رتبه برتر و ژنوتیپ‌های SC302 و SC604 به عنوان هیبریدهایی با رتبه پایین شناسایی شدند (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی در ۱۲ هیبرید ذرت در منطقه شیراز

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	طول بلال	قطر بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال	عرض دانه	طول دانه	ضخامت دانه	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
سال	۱	۷۵/۰۸^{ns}	۷/۹۵**	۸۵/۱۹**	۰/۳۶^{ns}	۱۱/۹^{ns}	۳/۰۸*	۹۴/۶**	۰/۵۱^{ns}	۳۱۴۲/۴^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}
هیبرید	۱۱	۱۴۳۳/۶*	۱۴/۰۱**	۱۲۴/۷**	۱۶/۳۳**	۱۴۶/۰۶*	۵/۷۹**	۱۴/۰۶**	۹/۴۲*	۷۵۵۰/۷*	۵*
خطای ۱	۴	۱۴۹/۵	۱۴/۶	۳۲۹/۹	۶/۷۴	۵۳/۵	۱/۴۷	۷/۹۱	۲/۱۶	۳۳۱۵/۴	۴/۵
سال × هیبرید	۱۱	۵۸/۸*	۱/۲۹*	۵/۷^{ns}	۲/۳**	۱۷/۵*	۰/۷۷*	۶/۰۵*	۲/۲۸^{ns}	۴۰۵۶/۲*	۱/۷*
خطای ۲	۴۴	۴۷۸/۲	۰/۷۹	۱۱/۳	۱/۵۴	۲۹/۸۲	۰/۴۳	۳	۱/۰۷	۲۵۷۰/۴	۲/۲
ضریب تغییرات	--	۱۱/۶۲	۶/۵۸	۹/۲۹	۸/۸۸	۱۷/۶	۱۲/۷	۱۵/۱	۲۷/۸	۱۷/۲	۲۵/۵۸

**،* و ns: به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ و عدم معنی دار می باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین به روش دانکن با سطح احتمال ۰/۰۱ در آزمایش ۱۲ هیبرید ذرت در منطقه شیراز در دو سال زراعی

ژنوتیپ	رتبه کل	ارتفاع بوته (Cm)	طول بلال (Cm)	قطر بلال (mm)	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	عرض دانه (mm)	طول دانه (mm)	ضخامت دانه (mm)	وزن هزار دانه (g)	عملکرد دانه ($t.ha^{-1}$)
KSC703	۵	۱۹۰abcd	۱۴/۳b	۳۱/۴e	۳۲/۸bc	۱۲/۹ed	۵/۹۱bc	۱۰bc	۲/۸۵bc	۲۹۳/۰۸abcde	۶/۶۳ab
KSC260	۷	۱۷۶/۱cd	۱۳/۵bc	۳۶/۴cd	۲۸/۰۲cd	۱۷/۶a	۵/۰۵cde	۸/۱۹c	۳/۹۷b	۳۲۱/۱abc	۵/۳۱abc
KSC705	۳	۲۱۰/۱ab	۱۷/۱a	۳۶/۲cd	۴۱/۲a	۱۲/۵ed	۵/۴۷۲bcd	۱۲/۱۲ab	۲/۶۳bc	۳۰۹/۸abcd	۵/۵۱abc
KSC400	۶	۲۰۴/۵abc	۱۲/۲d	۳۳de	۳۳/۰۵bc	۱۲/۳۲e	۵/۴۷۴bcd	۱۱/۹۳ab	۲/۷۸bc	۲۹۸/۷abcde	۶/۸ab
KSC706	۹	۲۱۴/۲a	۱۳/۹b	۲۷/۴f	۳۳/۲bc	۱۲/۴e	۵/۰۴cde	۱۰/۹۷b	۳/۲۵bc	۲۵۲/۱ed	۵/۹۷abc
KSC704	۱	۱۸۳/۳bcd	۱۴/۳b	۴۴/۲a	۳۱/۳bcd	۱۵/۱bc	۵/۴bcd	۱۳/۶a	۵/۴۹a	۳۳۴/۲a	۵/۵۹abc
KSC707	۲	۱۷۸cd	۱۳/۹b	۳۷/۳cd	۲۹/۶bcd	۱۴/۹bc	۶/۷۷a	۱۲/۲۵ab	۳/۰۴bc	۳۴۳/۲a	۶/۹۸ab
SC307	۱۰	۱۸۱/۴bcd	۱۰/۸e	۳۴de	۲۰/۳e	۱۲/۳۶e	۵/۱۶bcde	۱۱/۴۵ab	۵/۴۹a	۳۳۰/۰۹ab	۷/۱۱a
SC647	۴	۱۶۸/۲d	۱۲/۵cd	۴۰bc	۳۶/۱ab	۱۵/۸b	۵/۹۸b	۱۲/۲۴ab	۲/۴۶c	۲۳۵/۹e	۵/۶۵abc
SC302	۱۲	۱۶۶/۸d	۱۲/۶cd	۴۱/۹ab	۳۰/۴bcd	۱۴/۱cd	۴/۸۷ed	۱۱/۱b	۳/۱۷bc	۲۷۹/۴abcde	۴/۳۸c
SC604	۱۱	۱۹۳abcd	۱۲/۷cd	۳۶/۵cd	۲۵/۵ed	۱۳/۸۱cde	۲/۷۷f	۱۰/۱۲bc	۶/۰۹a	۲۵۶/۸cde	۵/۰۵c
SC301	۸	۱۹۰/۴abcd	۱۳/۹b	۳۵/۱de	۲۹/۵bcd	۱۳/۸۲cde	۴/۳۱f	۱۳/۵a	۳/۵۳bc	۲۶۶/۰۴bcde	۴/۶۳c

همبستگی بین صفات

نتایج همبستگی بین صفات در سال اول آزمایش همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین صفات طول بلال با ارتفاع بوته، تعداد دانه در ردیف با قطر بلال، عرض دانه با صفات تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف در بلال و صفت وزن هزار دانه با صفات عملکرد دانه و ضخامت دانه را نشان داد. دوی نیز در آزمایش خود همبستگی مثبت و معنی داری را در صفات تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه با صفت عملکرد دانه مشاهده نمود (دوی و همکاران ۲۰۰۱). زادوت آغاج و همکاران (۲۰۰۰) نیز در بررسی همبستگی صفات هیبریدهای ذرت، همبستگی مثبت و معنی‌داری را در صفات تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه با صفت عملکرد دانه مشاهده نمودند. همچنین همبستگی منفی و معنی‌داری بین صفات قطر بلال با ارتفاع بوته و طول بلال، صفت تعداد دانه در ردیف با ارتفاع بوته و صفت ضخامت دانه با تعداد ردیف در بلال وجود داشت. در سال دوم آزمایش نیز صفات تعداد ردیف در بلال با ارتفاع بوته و طول بلال، صفت طول دانه با صفات طول بلال و تعداد ردیف در بلال، صفت ضخامت دانه با صفت عرض دانه، صفت وزن هزار دانه با صفت عرض دانه و صفات عملکرد دانه با قطر بلال، عرض دانه و وزن هزار دانه دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بودند. همبستگی منفی و معنی‌داری بین صفات ارتفاع بوته با قطر بلال و تعداد دانه در ردیف و صفت ضخامت دانه با صفت تعداد ردیف در بلال مشاهده شد. در بررسی تجزیه همبستگی بر روی میانگین داده‌های دو سال آزمایش نیز صفت ارتفاع بوته با صفات طول بلال، قطر بلال و تعداد ردیف در بلال دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفت تعداد دانه در ردیف دارای همبستگی منفی و معنی داری بود. صفت قطر بلال با صفت تعداد دانه در ردیف دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفت عملکرد دانه دارای همبستگی منفی و معنی‌دار بود. صفت تعداد ردیف در بلال نیز با صفت عرض دانه دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفت ضخامت دانه دارای همبستگی منفی و معنی‌دار بود. دو صفت عرض دانه و وزن هزار دانه نیز با صفت عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بود (جدول۳).

جدول ۳- تجزیه همبستگی بین صفات در ۱۲ هیبرید ذرت مورد بررسی در آزمایش در منطقه شیراز در دو سال زراعی

سال	صفات	ارتفاع بوته (Cm)	طول بلال (Cm)	قطر بلال (mm)	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال	عرض دانه (mm)	طول دانه (mm)	ضخامت دانه (mm)	وزن هزار دانه (g)
سال ۱	طول بلال	۰/۲۸*								
	قطر بلال	-۰/۴۴**	-۰/۳۲*							
	تعداد دانه در ردیف	-۰/۳۳*	-۰/۲۲ns	۰/۳۲*						
	تعداد ردیف در بلال	۰/۱۹ns	-۰/۱۲ns	۰/۱۱ns	۰/۱۲ns					
	عرض دانه	-۰/۰۴ns	-۰/۰۹ns	۰/۱۲ns	۰/۴**	۰/۴۵**				
	طول دانه	-۰/۰۶ns	-۰/۰۹ns	۰/۰۱ns	۰/۰۳ns	-۰/۰۹ns	-۰/۰۹ns			
	ضخامت دانه	۰/۱۴ns	۰/۰۰۴ns	-۰/۱۷ns	-۰/۰۲ns	-۰/۳۵*	-۰/۲۶ns	-۰/۰۲ns		
	وزن هزار دانه	۰/۱۹ns	-۰/۱۷ns	۰/۰۲ns	۰/۰۵ns	-۰/۰۸ns	۰/۰۲ns	۰/۰۸ns	۰/۳۶*	
	عملکرد دانه	-۰/۰۰۲ns	-۰/۰۸ns	-۰/۳**	-۰/۲۲ns	-۰/۲۳ns	۰/۰۵ns	-۰/۱۵ns	۰/۲۱ns	۰/۰۵*
سال ۲	طول بلال	۰/۲۴ns								
	قطر بلال	-۰/۴۲**	-۰/۲۷ns							
	تعداد دانه در ردیف	-۰/۳۵*	۰/۱۲ns	۰/۲۰ns						
	تعداد ردیف در بلال	۰/۳۷*	۰/۶۱**	-۰/۰۲ns	-۰/۱ns					
	عرض دانه	-۰/۰۶ns	۰/۱۹ns	-۰/۱۶ns	۰/۰۰۵ns	۰/۱۷ns				
	طول دانه	۰/۱۵ns	۰/۴۵*	۰/۱۹ns	-۰/۲ns	۰/۳۶*	۰/۱۸ns			
	ضخامت دانه	-۰/۰۲ns	-۰/۲۷*	۰/۱ns	۰/۱۳ns	-۰/۵۱**	۰/۵۱**	-۰/۰۱ns		
	وزن هزار دانه	۰/۱۱ns	۰/۰۹ns	۰/۱۲ns	-۰/۰۸ns	۰/۱۲ns	۰/۲۹*	۰/۲۲ns	۰/۰۴ns	
	عملکرد دانه	۰/۲۲ns	۰/۰۸ns	۰/۳۴*	-۰/۱۸ns	-۰/۰۱ns	۰/۴۲**	۰/۰۳ns	-۰/۱۱ns	۰/۳۳*
میانگین دو سال زراعی	طول بلال	۰/۲۸*								
	قطر بلال	۰/۴۷**	-۰/۳۲ns							
	تعداد دانه در ردیف	-۰/۴**	۰/۰۰۷ns	۰/۲۸*						
	تعداد ردیف در بلال	۰/۳*	۰/۲۷ns	۰/۰۵ns	-۰/۰۸ns					
	عرض دانه	-۰/۰۶ns	۰/۰۹ns	-۰/۰۳ns	۰/۱۲ns	۰/۳۸*				
	طول دانه	۰/۰۰۵ns	۰/۱۲ns	۰/۰۶ns	-۰/۱۷ns	۰/۱۲ns	۰/۰۹ns			
	ضخامت دانه	-۰/۰۳ns	-۰/۱۹ns	۰/۰۲ns	۰/۱۲ns	-۰/۵۴**	-۰/۴۶ns	-۰/۰۷ns		
	وزن هزار دانه	۰/۱۶ns	-۰/۰۹ns	۰/۱۳ns	۰/۰۳ns	۰/۰۹ns	۰/۲۷ns	۰/۱ns	۰/۱۴ns	
	عملکرد دانه	۰/۱۵ns	۰/۰۴ns	-۰/۴۲**	-۰/۲۵ns	-۰/۱۸ns	۰/۳۵*	-۰/۰۶ns	-۰/۰۳ns	۰/۱۹*

**،* و ns: به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ و عدم معنی داری

نمودار چندوجهی

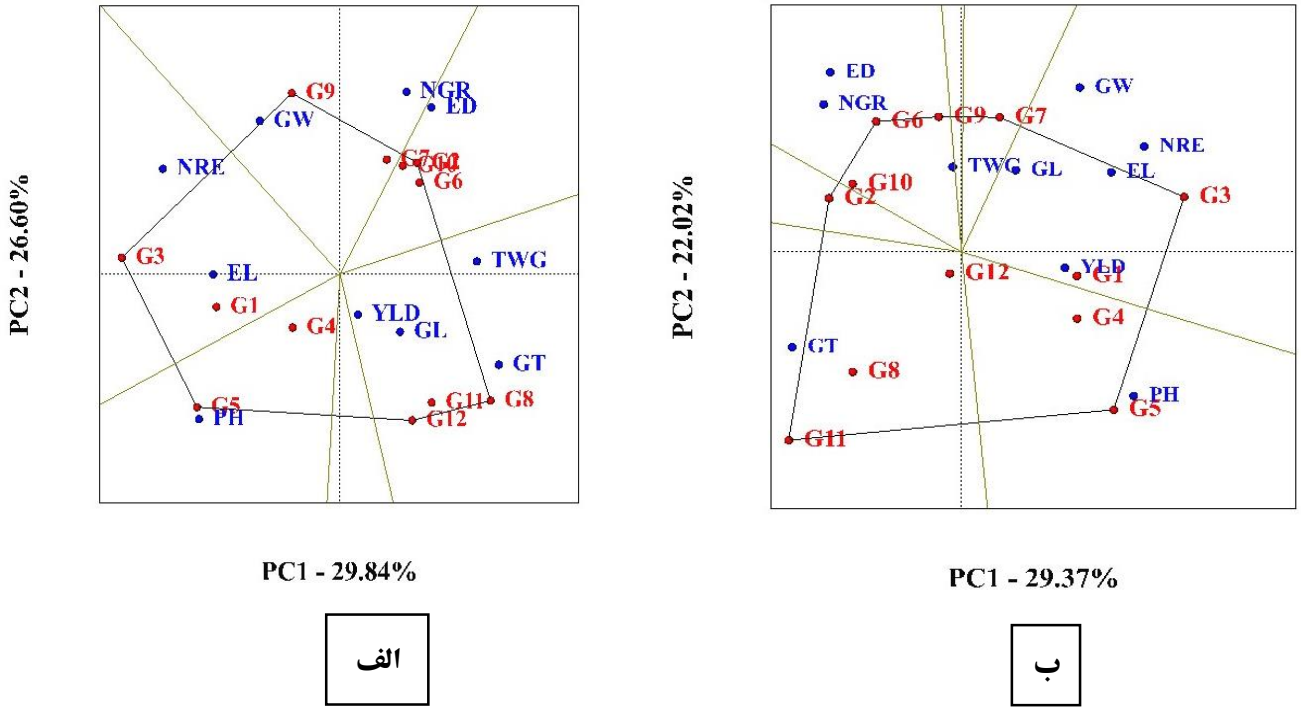
به منظور بررسی ژنوتیپ و عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه از روش تجزیه گرافیکی در سال اول، سال دوم و میانگین دو سال زراعی مورد آزمایش استفاده شد. نمودار چندوجهی جهت تشخیص بهترین ژنوتیپ ها در بین صفات مورد مطالعه استفاده می گردد. این نمودار از وصل کردن ژنوتیپ‌هایی که بیشترین فاصله از مبدا را دارند، رسم می شود، به طوریکه سایر ژنوتیپ‌ها در داخل این چندوجهی قرار می گیرند. در هر بخش ژنوتیپ‌هایی که با صفات خاص دارای عملکرد و مطلوبیت بیشتری هستند از طریق خطوطی از هم جدا می شوند. اوکویه و همکارن (۲۰۰۷) و دهقانی و همکاران (۲۰۰۸) بر روی ارقام کلزا و دولت آباد و همکاران (۲۰۱۰) بر روی ارقام ذرت از این نوع گراف برای مطالعات خود استفاده نمودند. در نمودار چندوجهی سال اول آزمایش ژنوتیپ های DC370، SC301، KSC706، KSC705، SC647 و KSC260 بیشترین فاصله از مبدا را داشتند. همچنین بر اساس این نمودار ژنوتیپ‌های DC370، SC604 و SC301 دارای بیشترین مطلوبیت نسبت به صفات ضخامت دانه، طول دانه و عملکرد دانه، ژنوتیپ KSC706 بیشترین عملکرد را نسبت به صفت ارتفاع بوته، ژنوتیپ‌های KSC705 و KSC703 در صفات تعداد ردیف در بلال و طول بلال، ژنوتیپ SC647 بیشترین میزان عملکرد را در صفت ضخامت دانه و ژنوتیپ‌های KDC704، SC302 و KSC260 دارای بیشترین میزان عملکرد نسبت به صفت قطر بلال بود. در این نمودار ژنوتیپ‌هایی که نزدیک مبدا قرار دارند به تغییرات صفات واکنش زیادی نشان نمی‌دهند. بر این اساس ژنوتیپ KSC400 نسبت به تغییرات صفات خنثی بود (شکل ۱- الف). در سال دوم آزمایش ژنوتیپ‌های KSC705، KSC400، KSC703، DC370، SC604، SC302و KSC704 بیشترین میزان فاصله از مبدا نمودار را داشتند. همچنین ژنوتیپ KSC705 در صفات تعداد ردیف در بلال، طول بلال و طول دانه، ژنوتیپ KSC706 در صفات وزن هزار دانه، ارتفاع بوته و عرض دانه، ژنوتیپ KSC703 از نظر صفت عملکرد دانه، ژنوتیپ‌های SC302، SC604 و KSC260 در صفات ضخامت دانه و تعداد دانه در ردیف و ژنوتیپ‌های SC647 و SC301 در صفت قطر بلال دارای بیشترین میزان عملکرد و مطلوبیت نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بودند (شکل۱-ب). در نمودار بدست آمده از داده‌های میانگین دو سال زراعی، ژنوتیپ های KSC705، KSC706، SC604، KSC260، KSC704 و KSC707 دارای بیشترین فاصله از مبدا نمودار بودند. در هر بخش نیز ژنوتیپ KSC705 در صفات طول بلال و تعداد ردیف در بلال، ژنوتیپ KSC703 در صفت عملکرد دانه، ژنوتیپ KSC706 از نظر صفت ارتفاع بوته، ژنوتیپ‌های SC604 و DC370 در صفت ضخامت دانه، ژنوتیپ‌های SC302، KSC704 و SC647 از نظر صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف و قطر بلال دارای عملکرد و مطلوبیت بالایی بودند. ژنوتیپ SC301 با توجه به نزدیکی به مبدا نمودار نسبت به تغییرات صفات واکنشی نشان نداد (شکل۱-ج).

با بررسی نمودارهای سال اول، سال دوم و میانگین دو سال زراعی در آزمایش، می‌توان اینگونه نتیجه‌گیری نمود که ژنوتیپ KSC705 به عنوان ژنوتیپ برتر شناسایی شد. همچنین بر اساس سال های مورد مطالعه ژنوتیپ SC604 از نظر صفت ضخامت دانه، ژنوتیپ KSC703 در صفت تعداد دانه در ردیف، ژنوتیپ KSC704 از نظر صفت قطر بلال، ژنوتیپ KSC706 در صفت ارتفاع بوته، ژنوتیپ KSC703 از نظر صفت عملکرد دانه و ژنوتیپ KSC705 در صفت تعداد ردیف در بلال دارای عملکرد و برتری بیشتری نسبت به سایر هیبریدهای مورد مطالعه بودند.

رتبه بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس ژنوتیپ ایده‌آل

بر اساس نمودار رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس ژنوتیپ ایده‌آل، از مبدا مختصات نمودار خطی به نقطه میانگین‌ها وصل می‌شود و به دو طرف ادامه میابد، بهترین ژنوتیپ، ژنوتیپی است که متمایل به انتهای مثبت و فاصله عمودی آن از این خط کمترباشد. در این شکل بهترین نقطه، مرکز دوایر هم مرکزی است که با علامت پیکان مشخص شده است و سایر ژنوتیپ‌ها بر اساس این نقطه رتبه‌بندی می‌شوند. بر اساس نمودار بدست آمده از آزمایش سال اول، ژنوتیپ SC647 به عنوان

ژنوتیپ مطلوب و ژنوتیپ‌های KSC706 و SC301 به عنوان ژنوتیپ‌های نامطلوب شناسایی شدند. ترتیب ژنوتیپ‌ها از مطلوب تا نامطلوب‌ترین هیبرید به قرار زیر است: (شکل۲- الف).



ب الف

شکل۱- بای پلات چند وجهی واکنش هیبریدهای ذرت به صفات مورد ارزیابی در دو سال زراعی در منطقه شیراز الف) سال اول زراعی، ب) سال دوم زراعی، ج) میانگین دو سال زراعی

PH: ارتفاع بوته، EL: طول بلال، ED: قطر بلال، NGR: تعداد دانه در ردیف، NRE: تعداد ردیف در بلال، GW: عرض دانه، GL: طول دانه، GT: ضخامت دانه، TWG: وزن هزار دانه، YLD: عملکرد دانه

G1: KSC703, G2: KSC260, G3: KSC705, G4: KSC400, G5: KSC706, G6: KSC704, G7: KSC707, G8: DC370, G9: SC647, G10: SC302, G11: SC604, G12: SC301

SC647> KSC707> KSC260> SC302> KSC704> KSC703> KSC400> KSC705> SC604> DC370> SC301> KSC706.

بر اساس نمودار بدست آمده از سال دوم آزمایش، ژنوتیپ KSC705 به عنوان مطلوب‌ترین ژنوتیپ و هیبرید DC370 و SC604 به عنوان نامطلوب‌ترین ژنوتیپ شناسایی شد. بر این اساس ترتیب رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها از برترین ژنوتیپ تا نامطلوب‌ترین ژنوتیپ به قرار زیر است: (شکل ۲- ب).

KSC705> KSC704> SC647> SC301> KSC707> KSC706> KSC400> KSC703> SC302> KSC260> SC604> DC370.

بر اساس نمودار بدست آمده ازمیانگین داده‌های دو سال اول و دوم آزمایش، ژنوتیپ‌های KSC707 و SC647 به عنوان ژنوتیپ‌های مطلوب و ژنوتیپ SC604 به عنوان ژنوتیپ نامطلوب شناسایی شد. بر این اساس ترتیب رتبه بندی ژنوتیپ‌ها از بهترین تا نامطلوب‌ترین ژنوتیپ به قرار زیر است: (شکل ۲- ج).

KSC707> SC647> KSC704> KSC705> SC302> KSC260> SC301> KSC703> KSC400> DC370> KSC706> SC604.

با توجه به بررسی نمودارهای سال اول، دوم و میانگین دو سال آزمایش می‌توان اینگونه نتیجه‌گیری نمود که ژنوتیپ‌های KSC707 و SC647 به عنوان ژنوتیپ‌هایی با عملکرد و مطلوبیت بالا و ژنوتیپ‌های KSC706 و SC604 با مطلوبیت پایین نسبت به سایر هیبریدهای مورد مطالعه شناسایی شدند.

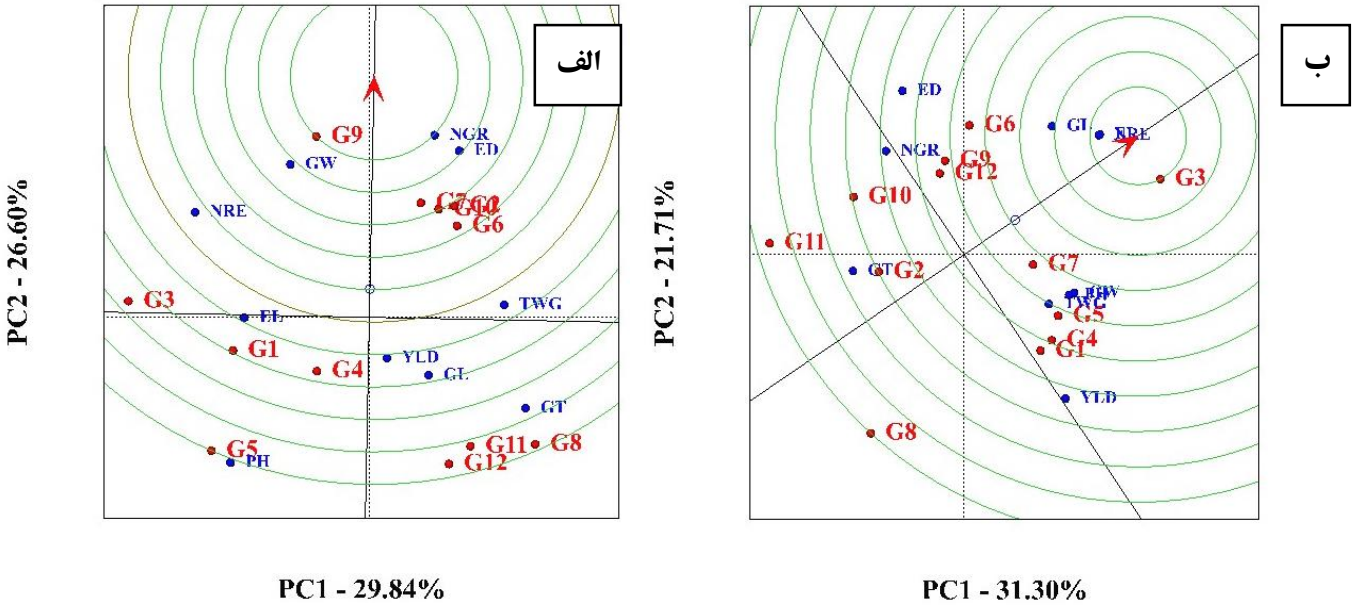
نمودار همبستگی بین صفات

به منظور بررسی همبستگی بین صفات به صورت گرافیکی از نمودار همبستگی بین صفات استفاده شد (شکل۳). در این نمودار بای پلات کسینوس زاویه بین بردارهای صفات، نشانگر شدت همبستگی بین صفات می‌باشد. اگر زاویه بین بردارها کمتر از ۹۰ درجه باشد، همبستگی موجود بین بردارها برابر با ۱+، در صورتیکه زاویه بین بردارهای صفات ۹۰ درجه باشد، همبستگی موجود بین بردارهای صفات برابر با صفر و در صورتیکه زاویه بین بردارها ۱۸۰ درجه باشد نشان دهنده همبستگی ۱- خواهند بود (یان و کنگ ۲۰۰۳). کاپلان و همکاران (۲۰۱۷) از این گراف در مطالعات خود بر روی ارقام ذرت استفاده نمودند. بر اساس نتایج بدست آمده از سال اول آزمایش، صفات ارتفاع بوته، طول بلال، تعداد ردیف در بلال و عرض دانه با هم دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بودند. که نتایج بدست آمده مشابه با نتایج جدول تجزیه همبستگی (جدول ۳) بود. همچنین صفات تعداد دانه در ردیف، قطر بلال و وزن هزار دانه نیز با توجه به زاویه بردارها با هم، همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان دادند. صفات ضخامت دانه، وزن هزار دانه، طول دانه و عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با هم بودند. خدا رحم پور و همکاران نیز ، در مطالعه ۱۵ ژنوتیپ ذرت همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین صفات عملکرد دانه و وزن هزار دانه بیان نمودند (خدارحم پور و همکاران ۲۰۱۱). صفت ارتفاع بوته نیز با صفت عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود. صفات عرض دانه با عملکرد دانه، صفات تعداد ردیف در بلال با ضخامت دانه و صفات طول دانه با وزن هزار دانه نیز همبستگی منفی و معنی‌دار را نشان دادند (شکل۳- الف). در سال دوم آزمایش نیز صفات قطر بلال با تعداد دانه در ردیف، صفات تعداد ردیف در بلال، طول دانه، عرض دانه، طول بلال و ارتفاع بوته با هم دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بودند. صفات وزن هزار دانه، عرض دانه، ارتفاع بوته و عملکرد دانه با هم دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بودند که از نظر صفت عملکرد دانه مشابه با نتایج بدست آمده از جدول تجزیه همبستگی (جدول۳) می باشد. نیز صفات تعداد دانه در ردیف با عملکرد دانه دارای همبستگی منفی و معنی‌دار بودند (شکل ۳- ب). نتایج حاصل از نمودار بدست آمده از میانگین داده‌های دو سال مورد آزمایش نیز حاکی از ان بود که صفات قطر بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه با هم، صفات عرض دانه، طول دانه، تعداد ردیف در بلال، طول بلال و عملکرد دانه با هم و همچنین صفات ارتفاع بوته با عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بودند. فرج زاده معماری تبریزی و همکاران در بررسی عملکرد و اجزای عملکرد دانه ۲۲ ژنوتیپ ذرت، همبستگی مثبت و معنی داری را در صفات تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال، طول بلال با صفت عملکرد دانه مشاهده نمودند (فرج زاده معماری تبریزی و همکاران ۲۰۱۷). همچنین بیرگی و همکاران در آزمایش خود نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین صفات عملکرد دانه با تعداد دانه در ردیف گزارش نمودند (بیرگی و هماران ۲۰۱۱). صفت ضخامت دانه با صفات تعداد ردیف در بلال و طول بلال و صفت ارتفاع بوته با صفات قطر بلال و تعداد دانه در ردیف دارای همبستگی منفی و معنی‌دار بودند(شکل۳- ج).

گروهبندی ژنوتیپ‌ها از نظر صفات

نمودار گروهبندی ژنوتیپ‌ها، هیبریدها را بر اساس پایداری و میزان عملکرد در صفات مختلف مورد ارزیابی قرار داده و ژنوتیپ‌ها را بر اساس صفات گروهبندی می کند. بر اساس نمودار سال اول آزمایش، ژنوتیپ‌ها به سه گروه، گروهبندی شدند. گروه اول شامل ژنوتیپ های SC301، SC604 و DC370، گروه دوم شامل ژنوتیپ‌های KSC706، KSC400 و KSC703 و گروه سوم شامل ژنوتیپ‌های KSC704، KSC260، SC647 و SC302. ژنوتیپ KSC705 در هیچیک از گروه‌ها قرار نگرفت (شکل۴- الف). بر اساس گروهبندی ژنوتیپ‌ها در سال دوم آزمایش، سه گروه شکل گرفت. گروه اول شامل ژنوتیپ‌های KSC705، SC301 و KSC706، گروه دوم شامل ژنوتیپ‌های SC604، SC302، KSC704 و SC647، گروه سوم شامل ژنوتیپ‌های KSC400، KSC703، KSC707 و DC370. ژنوتیپ KSC260 در

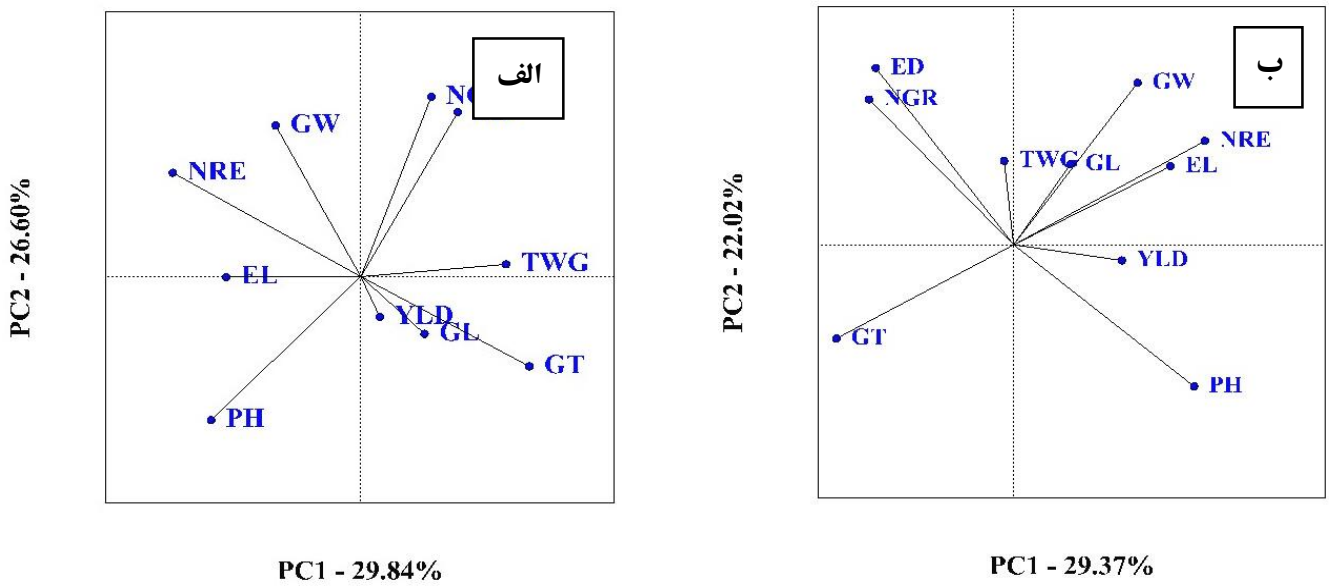
هیچیک از گروه‌ها جای نگرفت (شکل ۴- ب). بر اساس نمودار بدست آمده از میانگین دو سال آزمایش نیز ژنوتیپ‌ها در سه گروه، گروهبندی شدند. گروه اول شامل ژنوتیپ‌های KSC707، KSC703، DC370 و KSC400، گروه دوم شامل ژنوتیپ‌های KSC260، KSC704، SC302 و SC647 و گروه سوم شامل دو ژنوتیپ‌های SC301 و KSC703 بود. دو ژنوتیپ‌های KSC704 و KSC706 در هیچ گروهی یافت نشد (شکل۴- ج). با توجه به بررسی تمام نمودارها در سال‌های آزمایش می‌توان اینگونه نتیجه‌گیری نمود که از نظر پایداری و میزان عملکرد در صفات، ژنوتیپ‌های SC647، SC302 و KSC704 در یک گروه و ژنوتیپ‌های KSC703 و KSC400 در گروه دیگر قرار گرفته و با هم شباهت دارند. دولت آباد و همکاران نیز از این نوع نمودار در مطالعات خود بر روی ارقام ذرت استفاده نمودند (دولت آباد و همکاران ۲۰۱۰).



شکل۲- بای پلات رتبه بندی هیبریدهای ذرت بر اساس ژنوتیپ ایده آل در دو سال زراعی در منطقه شیراز الف) سال اول زراعی، ب) سال دوم زراعی، ج) میانگین دو سال زراعی

PH: ارتفاع بوته، EL: طول بلال، ED: قطر بلال، NGR: تعداد دانه در ردیف، NRE: تعداد ردیف در بلال، GW: عرض دانه، GL: طول دانه، GT: ضخامت دانه، TWG: وزن هزار دانه، YLD: عملکرد دانه

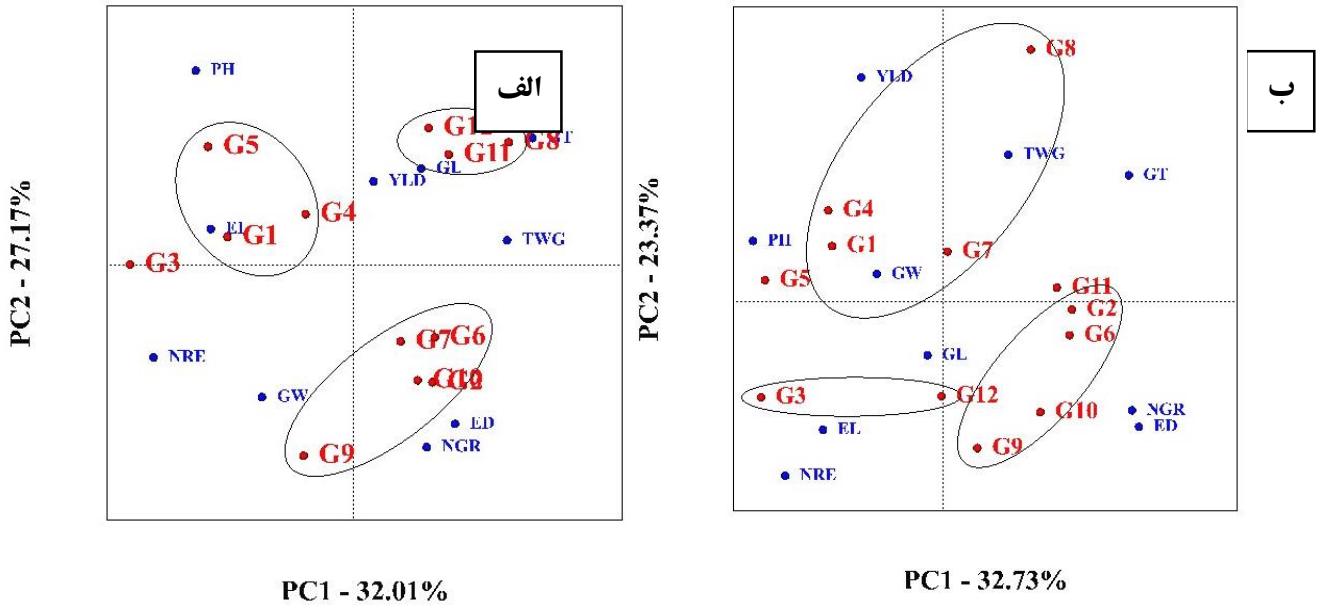
G1: KSC703, G2: KSC260, G3: KSC705, G4: KSC400, G5: KSC706, G6: KSC704, G7: KSC707, G8: DC370, G9: SC647, G10: SC302, G11: SC604, G12: SC301



شکل۳- بای پلات همبستگی صفات به منظور تعیین رابطه بین صفات مورد ارزیابی در دو سال زراعی در منطقه شیراز الف) سال اول زراعی، ب) سال دوم زراعی، ج) میانگین دو سال زراعی

PH: ارتفاع بوته، EL: طول بلال، ED: قطر بلال، NGR: تعداد دانه در ردیف، NRE: تعداد ردیف در بلال، GW: عرض دانه، GL: طول دانه، GT: ضخامت دانه، TWG: وزن هزار دانه، YLD: عملکرد دانه

G1: KSC703, G2: KSC260, G3: KSC705, G4: KSC400, G5: KSC706, G6: KSC704, G7: KSC707, G8: DC370, G9: SC647, G10: SC302, G11: SC604, G12: SC301



شکل۴- بای پلات گروه بندی هیبریدها از نظر صفات مورد مطالعه در دو سال زراعی در منطقه شیراز الف) سال اول زراعی، ب) سال دوم زراعی، ج) میانگین دو سال زراعی

PH: ارتفاع بوته، EL: طول بلال، ED: قطر بلال، NGR: تعداد دانه در ردیف، NRE: تعداد ردیف در بلال، GW: عرض دانه، GL: طول دانه، GT: ضخامت دانه، TWG: وزن هزار دانه، YLD: عملکرد دانه

G1: KSC703, G2: KSC260, G3: KSC705, G4: KSC400, G5: KSC706, G6: KSC704, G7: KSC707, G8: DC370, G9: SC647, G10: SC302, G11: SC604, G12: SC301

نتیجه گیری

بر اساس تجزیه واریانس انجام گرفته، ژنوتیپ‌ها در اکثر صفات دارای اختلاف معنی‌داری با هم بودند. مقایسه میانگین به روش دانکن نیز نشان داد که هیبرید KSC704 نسبت به سایر هیبریدهای مورد مطالعه دارای رتبه بهتری بود. تجزیه همبستگی صفات نیز همبستگی مثبت و معنی‌دار اکثر صفات را با صفت عملکرد دانه نشان داد. تجزیه گرافیکی انجام گرفته در این تحقیق نیز حاکی از آن بود که بر اساس نمودار چندوجهی ژنوتیپ KSC705 به عنوان هیبرید برتر و بر اساس نمودار رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس ژنوتیپ ایده‌آل، هیبرید KSC707 و SC647 به عنوان ژنوتیپ‌هایی با عملکرد و مطلوبیت بالا شناسایی شدند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از کلیه همکاران مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد و همچنین از همکاری جناب آقای دکتر زارع که در اجرای آزمایشات تحقیق حاضر کمک نموده‌اند تشکر و سپاسگزاری می‌گردد.

منابع مورد استفاده

Ahmadi K, Ebadzadeh HR, Abd-Shah H, Kazimian A, Rafiei M.2018. Agricultural statistics of crop years 2016-17. Volume one: Crop production. Ministry of Jehad-e-Agriculture, Planning and Economics Affairs, Information and Communication Technology Center, Tehran, Iran (In Persian).

Akcura M and Kokten K.2017. Variations in grain mineral concentrations of Turkish wheat landraces germplasm. Quality Assurance and Safety of Crops & Foods, 9(2), 153-159.

Ali Q, Ahsan M, Ali F, Aslam M, Khan NH, Munzoor M and Muhammad S.2013. Heritability, heterosis and heterobeltiosis studies for morphological traits of maize (*Zea mays* L.) seedlings. Advancements in Life Sciences, 1(1).

Balouchzaehi A and Kiani G.2013. Determination of Selection Criteria for Yield improvement in Rice. Journal of Crop Breeding, 5: 75-84. (In Persian).

Beiragi MA, Khorasani SK, Shojaei SH, Dadresan M, Mostafavi K, Golbashy M.2011. A study on effects of planting dates on growth and yield of 18 corn hybrids (*Zea mays* L.). Journal of Experimental Agriculture International, 110-120.

Chaudhary HK, Kaila V and Rather SA. 2014. Maize. In Alien Gene Transfer in Crop Plants, Volume 2 (pp. 27-50). Springer, New York, NY.

Choukan R and Mosavat SA. 2005. Mode of Gene Action of different traits in Maize tester lines. Seed and Plant Improvement Journal, 21: 547-556 (In Persian).

Dehghani H, Omidi H and Sabaghnia N.2008. Graphic analysis of trait relations of rapeseed using the biplot method. Agronomy Journal, 100(5), 1443-1449.

Dehghanpour Z.2014. Technical instruction on planting, harvesting and harvesting of corn (grains and forage). Karaj, Ministry of Agriculture. Agricultural Research, Education and Promotion Institute, Seed and Plant Improvement Research Institute, Agricultural Education Publishing.

Devi IS, Muhammad S and Mohammed S.2001. Character association and path coefficient analysis of grain yield and yield components in double cross of maize (*Zea mays* L.). Journal of Crop Research, 21 (3): 335-359.

Dolatabad SS, Choukan R, Hervan EM and Dehghani H.2010. Multienvironment analysis of traits relation and hybrids comparison of maize based on the genotype by trait biplot. American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 5(1), 107-113.

http://www.fao.org/faostat/en/#home

Farajzadeh Memari Tabrizi N, Ahari zad S, Rashidi V, Darvish Kajouei F, Khavari Khorasani S. 2017. Evaluation of correlation and regression between traits and grain yield of maize genotypes under normal and dehydration conditions. Journal of Plant Ecophysiology, 9(28): 21-29 (In Persian).

Hamzeh pour G, Tobeh A, Sheikhzadeh P. 2017. Study of correlation and regression analysis between quantitative and qualitative traits of different rapeseed cultivars in different planting arrangements. Journal of Plant Ecophysiology, 31: 159-177 (In Persian).

Johnson RA and Wichern DW.2007. Applied multivariate statistical analysis (6th ed). New Jersey, U.S.A: Prentice Hall, Inc.

Kaplan M, Kokten K and Akcura M.2017. Assessment of Genotype× Trait× Environment interactions of silage maize genotypes through GGE Biplot. Chilean journal of Agricultural Research, 77(3), 212-217.

Khodaeahm pour Z, Choukan R, Hossein pour B.2011. Multivariate analysis of some quantitative traits in inbred maize lines under heat stress conditions. Journal of Crop Production, 4(2): 31-49 (In Persian).

Moradian P, Kazemi Arbat H, Rezaei ME. 2014. Evaluation of morphological and physiological traits of bread wheat lines and cultivars. Journal of Plant Ecophysiology, (1): 29. 57-70 (In Persian).

Okoye M, Okwuagwu C, Uguru M, Ataga C and Okolo E.2007. Genotype by trait relations of oil yield in oil palm (Elaeis guineensis Jacq.) based on GT biplot. African Crop Science Conference Proceedings. (Vol. 8, pp. 723-728).

Salazar E, Correa J, Araya MJ, Méndez MA and Carrasco B.2017. Phenotypic diversity and relationships among Chilean Choclero maize (*Zea mays* L.) landraces. Plant Genetic Resources, 15(5), 461-473.

Shiri, MR, Moharramnejad S, Em J, Zadehesfahlan MR.2019. Assessment of Different Maize (*Zea mays* L.) Hybrids under Moghan Climate. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 29(3), 59-71.

Torres VR, Davila JH, Mendoza AB, Godina FR and Maiti RK.2004. Importance of agronomic characteristics in the grain yield of maize under irrigated and rainfed conditions. Crop Research, 27(2), 169-176.

Viola G, Ganesh M, Reddy SS and Kumar CV.2003. Studies on Correlation and Path Coefficient Analysis of Elite Baby corn (*Zea may*s L.), lines. Progressive Agriculture, 3(1and2), 22-24.

Yan W and Kang MS.2003. GGE biplot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists, and agronomist. CRC press. Boca Raton, FL.

Yan W.2014. Crop variety trials: Data management and analysis. John Wiley & Sons.

Yan W and Rajcan I.2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. Crop Science, 42(1), 11-20.

Yin X, Chasalow SD, Stam P, Kropff MJ, Dourleijn CJ, Bos I and Bindraban PS.2002. Use of component analysis in QTL mapping of complex crop traits: a case study on yield in barley. Plant Breeding, 121(4), 314-319.

Zadtot Aghaj S, Kazemi Tabar SK, Amini A and Khalili M.2000. Study traits correlation and path analysis in corn late hybrids in normal and drought stress condition in grain filling stage. In The 6th Crop Production and Breeding Congress. September (pp. 3-6).

Zand B and Lalinia AA. 2011. The agronomy of cereals. Peyame_ Noor University Publication. 378 p. (In Persian).