Sari Agriculture Sceinces and Natural Resources University

Journal of Crop Breeding Vol. 16, Issue 2, 2024 p: 104-117

OPEN ACCESS

Research Paper

A Study on Genetic Diversity, Heritability, Genetic Advance, and Factor Analysis of Trait Yields and Yield Components in Promising Maize Lines

Hassan Nourinejad[1], Khalil Alami Saeid[2] and Shahab Sadat[3]

1- Ph.D student in Plant Breeding, Department of Breeding and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ahvaz Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

2- Associate Professor, Department of Plant Genetics and Production Engineering, Faculty of Agriculture, Khuzestan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Molasani, Iran,
(Corresponding author: khalilalamisaeid@gmail.com)

3- Assistant Professor, Breeding and Genetics Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ahvaz Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Received: 20 September, 2023 Revised: 24 February, 2024 Accepted: 2 March, 2024 Availabe Online: 6 May, 2024

Extended Abstract

Background: Khuzestan, as one of the most important corn-producing provinces of Iran, lacks improved cultivars compatible with extremely hot and dry conditions and relies on foreign cultivars, including the old single cross 704 variety. To prepare suitable cultivars for Khuzestan, lines should be produced and evaluated in the region that can be used in the production of hybrid and open-pollinated cultivars.

Methods: To identify and improve the important and effective traits on maize grain yield, 289 corn lines, which were bred in Khuzestan, were crossed with the hybrid single cross 704 and evaluated in two cropping seasons (summer 2016 and spring 2017). The experiment was carried out with a simple lattice square design of 17 × 17 and two replications at the Safi-Abad of Dezful Agricultural Research Center in 2016 and 2017. The traits measured from the growing stage to harvest were plant height, tassel length, tassel branch number/plant, stem diameter, number of leaves/plant, ear diameter, grain depth, ear length, number of rows/ear, grain number/row, 100-grain weight, grain yield, biological yield, and harvest index based on the guidelines of the corn and fodder plant department of the Iranian seed breeding and preparation research institute. The yield based on 14% seed moisture along with other traits was measured and calculated from the two middle lines of each experimental plot. The genetic parameters in this research were calculated using the mathematical expectation of the mean square as the basic design of random complete blocks in the form of genetic relationships. To analyze the correlation between the traits and to identify the common factors affecting the studied traits, decomposition into factors was used with the principal component analysis and varimax rotation. Eventually, the analysis of variance (ANOVA) of data and calculation of correlation coefficients between variables were done using SAS Ver 9.20 software and analysis into factors with StatGraphics Ver 19.0 software.

Results: The results of ANOVA showed an acceptable genetic diversity among promising maize lines in terms of all studied traits, except for ear length, number of rows/grain, and number of grain/row. The results of the composite analysis in two cropping seasons revealed that the effect of genotype was significant on all studied traits at the level of 1%, suggesting significant genetic diversity among the studied genotypes for all traits. The significance of the genotype × season interaction effect for all studied traits at the 1% level indicates the different responses of genotypes in summer and spring. The highest and the lowest genetic and phenotypic variances in summer and spring belonged to biological yield and seed depth traits, respectively. The ranges of genetic diversity in the studied traits in summer and spring ranged from 1.96 to 32.72 and from 7.63 to 29.88, respectively. Among the studied traits, the highest genetic and phenotypic diversities were observed in the number of tassel branches/plant trait (32.72 and 33.35, respectively). The highest heritability rates in spring were observed for biological yield (97.69%), grain yield (97.43%), grain depth (97.06%), ear length (96.30%), and plant height (95.74%). On the other hand, the highest amount of heritability along with the highest amount of genetic improvement was observed for the biological yield and grain yield traits, both of which can be considered the most important criteria for selecting parental lines in breeding programs based on this study. The results of the analysis of correlation coefficients for the studied traits in summer indicated that the grain number/row (0.81), biological yield (0.72), ear diameter (0.62), and grain depth (0.52) produced medium to high grain yields among the studied traits. In spring, the biological yield (0.86), 100-grain weight (0.65), grain number/row (0.64), ear length (0.64), and ear diameter (0.63) had medium to high effects on the seed yield.

Copyright ©2024 Nourinejad et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License which allows users to read, copy, distribute and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-13]

[DOI: 10.61186/jcb.16.2.104]

The results of analysis in the factor analysis in summer and spring revealed that five hidden and independent factors justified 71.40 and 72.27% of the total data changes, respectively. Five hidden factors for summer were the share of grain yield from the total dry matter (33.10%), plant height factor (15.80), ear diameter component factor (8.80), tassel height factor (7.50), and grain weight factor (7.20).
Conclusion: The two factors, namely the share of grain yield from total dry matter and the plant height factor, account for more than 61% of the total justifiable variation of 14 traits in 289 lines. These two factors enable us to define and recognize differences and similarities between the lines that grow in spring conditions in Khuzestan.

Keywords: Correlation, Factor Analysis, Maize, Selection, Thousand-Grain Weight

How to Cite This Article: Nourinejad., H., Alami Saeid, Kh., & Sadat, Sh. (2024). A Study on Genetic Diversity, Heritability, Genetic Advance, and Factor Analysis of Trait Yields and Yield Components in Promising Maize Lines. *J Crop Breed,* 16(2), 104-117. DOI: 10.61186/ jcb.16.2.104

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-13]

[DOI: 10.61186/jcb.16.2.104]

مقاله پژوهشی

مطالعه تنوع ژنتیکی، وراثت‌پذیری، پیشرفت ژنتیکی و تجزیه به عامل‌ها صفات عملکرد و اجزای عملکرد در لاین‌های امیدبخش ذرت

حسن نوری‌نژاد[۱]، خلیل عالمی سعید[۲] و شهاب سادات[۳]

۱- دانشجوی دکتری اصلاح نباتات، گروه به‌نژادی و ژنتیک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، اهواز، ایران
۲- دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران،
(نویسنده مسوول: khalilalamisaeid@gmail.com)
۳- استادیار، گروه به‌نژادی و ژنتیک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۶/۲۹ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۲/۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۱۲ تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۲/۱۷
صفحه: ۱۰۴ تا ۱۱۷

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: خوزستان به‌عنوان یکی از مهم‌ترین استان‌های تولیدکننده ذرت کشور فاقد ارقام اصلاح‌شده سازگار با شرایط استثنایی بسیار گرم و خشک است و متکی به ارقام خارجی از جمله رقم قدیمی سینگل‌کراس ۷۰۴ است. برای تهیه ارقام مناسب خوزستان بایستی لاین‌هایی در منطقه تولید و ارزیابی گردند که بتوانند در تولید ارقام هیبرید و آزاد گرده‌افشان به‌کار گرفته شوند.

مواد روش‌ها: به‌منظور شناسایی و اصلاح صفات مهم و اثرگذار روی عملکرد دانه ذرت، در دو فصل زراعی (تابستان ۱۳۹۶ و بهار ۱۳۹۷) تعداد ۲۸۹ لاین ذرت را با هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ تلاقی داده شدند. آزمایش در قالب طرح مربع لاتین ساده ۱۷×۱۷ با دو تکرار طی سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول صورت پذیرفت. صفات اندازه‌گیری شده از مرحله داشت تا برداشت شامل صفات زراعی ارتفاع بوته، طول گل تاجی، تعداد شاخه‌های فرعی گل تاجی، قطر ساقه، تعداد برگ در بوته، قطر بلال، عمق دانه، طول بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بودند که بر اساس دستورالعمل بخش ذرت و گیاهان علوفه‌ای مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کشور اندازه‌گیری شدند. عملکرد بر مبنای ۱۴ درصد رطوبت دانه به‌همراه سایر صفات از دو خط وسط هر کرت آزمایشی اندازه‌گیری و محاسبه شدند. مطالعه پارامترهای ژنتیکی در این پژوهش با استفاده از امید ریاضی میانگین مربعات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت روابط ژنتیکی محاسبه شدند. برای محاسبه همبستگی بین صفات مورد مطالعه از میانگین آن‌ها استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل همبستگی بین صفات و شناسایی عامل‌های مشترک مؤثر بر صفات مورد مطالعه از تجزیه به عامل‌ها به‌روش مولفه‌های اصلی و چرخش واریماکس استفاده شد. در نهایت تجزیه واریانس داده‌ها و محاسبه ضرایب همبستگی بین متغیرها با استفاده از نرم‌افزار SAS Ver 9.20 و و تجزیه به عامل‌ها با استفاده از نرم‌افزار StatGraphics ver 19.0 انجام گرفت.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر کلیه صفات مورد مطالعه به‌جز طول بلال، تعداد ردیف دانه و تعداد دانه در ردیف تنوع ژنتیکی قابل‌قبولی بین لاین‌های امیدبخش ذرت وجود داشت. نتایج حاصل از تجزیه مرکب در دو فصل زراعی نشان داد که اثر ژنوتیپ از نظر کلیه صفات مورد مطالعه در سطح یک درصد معنی‌دار شدند که تنوع ژنتیکی قابل‌توجهی در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر کلیه صفات وجود دارد. معنی‌دار شدن اثر برهمکنش ژنوتیپ × فصل برای تمام صفات مورد مطالعه در سطح یک درصد نشان‌دهنده واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها در دو فصل تابستان و بهار می‌باشد. بیشترین و کمترین میزان واریانس ژنتیکی و فنوتیپی در فصل تابستان و بهار به‌ترتیب به صفات عملکرد بیولوژیک و عمق دانه اختصاص دارد. دامنه تنوع ژنتیکی در فصل تابستان در صفات مورد مطالعه از ۱/۹۶ تا ۳۲/۷۲ متغیر بود. همچنین دامنه تنوع ژنتیکی در فصل بهار در صفات مورد بررسی از ۷/۶۳ تا ۲۹/۸۸ متغیر بود. بیشترین میزان تنوع ژنتیکی و فنوتیپی در بین صفات مورد مطالعه به صفت تعداد شاخه‌های فرعی گل تاجی (به‌ترتیب ۳۲/۷۲ و ۳۳/۳۵) در فصل تابستان تعلق گرفت. بالاترین میزان وراثت‌پذیری در فصل بهار برای عملکرد بیولوژیک (۹۷/۶۹ درصد)، عملکرد دانه (۹۷/۴۳ درصد)، عمق دانه (۹۷/۰۶ درصد)، طول بلال (۹۶/۳۰ درصد) و ارتفاع بوته (۹۵/۷۴ درصد) مشاهده شد در حالی‌که بالاترین میزان وراثت‌پذیری به‌همراه بیشترین مقدار پیشرفت ژنتیکی برای صفات عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه مشاهده شد لذا عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در این مطالعه می‌توانند مهم‌ترین معیار برای گزینش لاین‌های والدینی در برنامه‌های به‌نژادی محسوب گردد. نتایج تجزیه ضرایب همبستگی بر روی صفات مورد مطالعه در فصل تابستان نشان داد که در بین صفات مورد مطالعه تعداد دانه در ردیف با ۰/۸۱، عملکرد بیولوژیک با ۰/۷۲، قطر بلال با ۰/۶۲ و عمق دانه با ۰/۵۲ تأثیر متوسط به بالایی بر عملکرد دانه داشتند. همچنین در فصل بهار صفات عملکرد بیولوژیک با ۰/۸۶، وزن صد دانه با ۰/۶۵، تعداد دانه در ردیف با ۰/۶۴، طول بلال با ۰/۶۴ و قطر بلال با ۰/۶۳ تأثیر متوسط به بالایی بر عملکرد دانه داشتند. نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها در دو فصل تابستان و بهار نشان داد که پنج عامل پنهانی و مستقل، به‌ترتیب ۷۱/۴۰ و ۷۲/۲۷ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند؛ به‌طوری‌که پنج عامل پنهانی برای فصل تابستان تحت عنوان سهم عملکرد دانه از کل ماده خشک (۳۳/۱۰ درصد)، عامل ارتفاع بوته (۱۵/۸۰)، عامل اجزای تشکیل دهنده قطر بلال (۸/۸۰)، عامل ارتفاع گل تاجی (۷/۵۰)، و عامل وزن دانه (۷/۲۰) نام‌گذاری شدند.

نتیجه‌گیری: با توجه به اینکه دو عامل سهم عملکرد دانه از کل ماده خشک و عامل ارتفاع بوته بیش از ۶۱ درصد کل تنوع قابل توجیه ۱۴ صفت در ۲۸۹ لاین را توجیه می‌کنند این دو عامل قابلیت تعریف و تشخیص تفاوت‌ها و شباهت‌ها را برای لاین‌هایی که در شرایط بهار خوزستان اصلاح شده باشند دارند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به عامل‌ها، ذرت، گزینش، وزن هزار دانه، همبستگی

مقدمه

منشأ ذرت (*Zea mays* L.) مکزیک می‌باشد که در گستره جغرافیایی وسیعی قابل کشت است (Zhao et al., 2023) و یکی از مهم‌ترین گیاهان خانواده غلات است که از نظر سطح زیر کشت، بعد از گندم و برنج، مقاوم سوم دنیا را به‌خود اختصاص داده است (Ashofteh-Beyraghi *et al.*, 2011). سالیانه بیش از ۹ میلیون و ۴۰۰ هزار تن دانه ذرت در ایران مصرف می‌شود. بر اساس آمارهای منتشر شده رسمی از سوی گمرک، در ۱۲ ماه سال ۱۴۰۰ بیش از هشت میلیون و ۸۴ هزار تن ذرت دامی از ۱۴ کشور مختلف به ایران وارد شده است که ارزشی بیش از سه میلیارد و ۲۶۹ میلیون دلار، معادل بیش از ۷۱ هزار و ۲۵۲ میلیارد تومان داشته است. در مقابل، فقط یک میلیون و چهارصد هزار تن (۱۴/۸ درصد) ذرت مورد نیاز در این سال در ایران تولید شده است. به‌دلیل همین کمبود تولید و همچنین

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-13]
[DOI: 10.61186/jcb.16.2.104]

به‌دلیل لزوم تغییر الگوی کشت از زراعت‌های پرآب‌بر به زراعت‌های کم‌آب‌بر، گسترش کشت ذرت را در ایران ضروری ساخته است. در این میان خوزستان با حدود ۵۰ هزار هکتار زیر کشت ذرت دانه‌ای و علوفه‌ای در سال ۱۴۰۱ به‌عنوان مهم‌ترین استان تولیدکننده ذرت کشور، فاقد ارقام اصلاح‌شده سازگار با شرایط استثنایی بسیار گرم و خشک بوده و متکی به ارقام خارجی ازجمله رقم قدیمی سینگل‌کراس ۷۰۴ است. برای تهیه ارقام مناسب خوزستان بایستی لاین‌هایی در منطقه تولید و ارزیابی گردند که بتوانند در تولید ارقام هیبرید و آزاد گرده‌افشان به‌کار گرفته شوند. مطالعه تنوع ژنتیکی در ذخایر توارثی موجود از مهم‌ترین مراحل پروژه‌های اصلاحی است که امکان دسته‌بندی و توصیف دقیق نمونه‌ها را فراهم آورده و اصلاح‌گر را در تعیین زیرمجموعه‌ها و نمونه‌هایی که امکان استفاده مؤثر از آن‌ها در برنامه‌های اصلاحی وجود دارد، یاری می‌کند (Garcia *et al.*, 1997). رکن اصلی هر برنامه اصلاحی و موفقیت‌آمیز در گیاهان زراعی وجود یک مجموعه غنی و متنوع از ژرم‌پلاسم است (Saeed *et al.*, 2011). اطلاع و دانش در مورد میزان، نوع و اندازه تنوع موجود در ژرم‌پلاسم و روابط ژنتیکی مواد اصلاحی می‌تواند ابزار ارزشمندی در استراتژی به‌نژادی محصول باشد (Ramanappa *et al.*, 2013). به‌عبارت دیگر تنوع ژنتیکی، به‌عنوان مواد خام در اصلاح گیاهان زراعی محسوب می‌شود که در آن انتخاب جهت تکامل ژنوتیپ‌های برتر مدنظر می‌باشد (Saeed *et al.*, 2011).

مطالعه تنوع ژنتیکی با استفاده از پارامترهای تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری برای شروع یک برنامه به‌نژادی با پتانسیل بالا بسیار مهم و ضروری می‌باشد. اگرچه انتخاب مستقیم بر اساس پارامترهای مختلف سخت و گمراه کننده باشد اما انتخاب غیرمستقیم از طرق پارامترهای مرتبط با وراثت‌پذیری بالا امکان دارد نسبت به انتخاب مستقیم بهتر باشد (Silva-Pérez *et al.*, 2020). آگاهی از میزان پارامترهای فنوتیپی و ژنوتیپی موجود در گونه‌های گیاهی جهت مطالعات ژنتیکی و اصلاح گیاهی برای گزینش دقیق ژنوتیپ‌های مدنظر بر مبنای اهداف برنامه‌های به‌نژادی ضرورت دارد (Akbari *et al.*, 2018). اهمیت و ضرورت مطالعه تنوع ژنتیکی در ایجاد ارقام جدید سازگار با شرایط محیطی مختلف و برنامه‌های دیگر به‌نژادی غیرقابل انکار است. مطالعه تنوع ژنتیکی در ذرت برای تولید لاین‌های خالص، متنوع و گسترش هیبریدهای قوی یک نیاز مبرم به‌شمار می‌آید و نیز برای بهبود ژرم‌پلاسم و توسعه ارقام سنتتیک ذرت با استفاده از ژن‌های پیوسته با صفات مطلوب از جمله تنش‌های زنده و غیر زنده از اهمیت بالایی برخوردار است (Hoxha *et al.*, 2004). به‌نژادی ژنتیکی از طریق اصلاح ارقام جدید مؤثرترین و کم‌هزینه‌ترین راه برای افزایش عملکرد دانه به‌شمار می‌رود (Bartley *et al.*, 2013).

چوگان و همکاران (Choukan *et al.*, 2017) با مطالعه تنوع ژنتیکی لاین‌های ذرت ایرانی دامنه وراثت‌پذیری برای صفات مختلف را بین ۶۲ تا ۸۵ درصد اعلام کردند. در مطالعه‌ای شجاعی و همکاران (Shojaei *et al.*, 2022) عملکرد و اجزای عملکرد و روابط آن‌ها را در ۱۲ هیبرید سینگل کراس تجاری مورد ارزیابی قرار داده، دریافتند که ژنوتیپ‌ها دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بودند. محرم‌نژاد و شیری (Moharramnejad and Shiri, 2020) با بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های ذرت اظهار کردند که بین هیبریدهای ذرت از لحاظ عملکرد بلال و شاخص کلروفیل اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. همچنین نتایج حاصل از تجزیه همبستگی نشان داد که بین عملکرد بلال و شاخص کلروفیل ارتباط مثبت و معنی‌دار وجود داشت. گزارش شده است که بین عملکرد دانه با صفات تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه و عمق دانه همبستگی مثبت و بالایی وجود دارد (Choukan and Mosavat, 2005).

روش‌های متعددی برای ارزیابی میزان تنوع ژنتیکی وجود دارد که از مهم‌ترین آن‌ها، روش‌های آماری چند متغیره است. این روش‌ها می‌توانند هم‌زمان اطلاعات فراوانی از چندین صفت را در کلیه ژنوتیپ‌های مورد بررسی در اختیار اصلاح‌گران قرار دهند. در این میان تجزیه به عامل‌ها یکی از روش‌های آماری پرکاربرد برای توصیف میزان تنوع ژنتیکی می‌باشند (Silva *et al.*, 2016). به‌دلیل پایین بودن وراثت‌پذیری عملکرد دانه، گزینش مستقیم برای عملکرد مشکل خواهد بود. زیرا عملکرد دانه به‌شدت تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرد. بنابراین گزینش بوته‌های مطلوب از طریق گزینش غیرمستقیم برخی از صفات که همبستگی بالایی با برای عملکرد دانه ذرت دارند می‌تواند مؤثر واقع شود (Studer *et al.*, 2017). تجزیه به عامل‌ها، یکی از روش آماری چند متغیره می‌باشد که برای برآورد اجزای عملکرد، زیر مجموعه‌ای از متغیرهای آن، شناخت مفاهیم اساسی داده‌های چند متغیره، شناخت ارتباط بیولوژیک و کاهش تعداد زیادی از صفات همبسته به تعداد کمی از عامل‌ها و تشریح همبستگی بین متغیرها به‌کار برده شده است (Guertin and Bailey, 1982). هدف روش تجزیه به عامل‌ها همانند تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، توجیه تغییرات موجود در تعدادی از متغیرهای اولیه با استفاده از تعداد کمتری صفت می‌باشد. با این تفاوت که عامل‌ها برخلاف تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر پایه یک مدل نسبتاً ویژه استوار است (Johson and Wichem, 2007). کارما و همکاران (Kamara *et al.*, 2003) از روش تجزیه به عامل‌ها برای شناسایی صفاتی در ذرت که بیشترین واریانس داده‌ها را به‌خود اختصاص داده بودند استفاده کردند. خادم حسینی و ربیعی (Khadem Hosseini & Rabiei, 2021) بر اساس نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌های دخیل در مطالعه خود چهار عامل اصلی و پنهان را گزارش دادند که در مجموع ۷۸/۵۰ درصد از تغییرات کل را توجیه کردند، عامل‌های پنهانی مؤثر بر صفات مورد مطالعه تحت عنوان عملکرد دانه و تیپ بوته، ویژگی‌های ظاهری دانه، راندمان تبدیل و نرخ باروری نام‌گذاری شدند. در مطالعه‌ی دیگری گزارش شده است که ۴ عامل مستقل ۸۲/۹۰ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند که عامل اول که بیشترین درصد تغییرات را توجیه می‌کرد عامل عملکرد نام‌گذاری شد (Khodarahmpour *et al.*, 2012). زینالی و همکاران (Zeinali *et al.*, 2005) گزارش نمودند که در تجزیه به عامل‌ها، ۷ عامل مستقل مجموعاً ۷۹/۵ درصد از تغییرات کل را توجیه کردند. خصوصیات فنولوژیکی و برگ بلال

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-13]
[DOI: 10.61186/jcb.16.2.104]

به‌عنوان عامل‌های اول و دوم در مجموع ۴۰ درصد از تغییرات کل را توجیه کردند.

هدف از مطالعه حاضر کسب اطلاعاتی درباره تنوع ژنتیکی برخی از لاین‌های امیدبخش ذرت انتخاب شده در شرایط خوزستان به‌منظور تخمین ضریب تنوع ژنتیکی، ضریب تنوع فنوتیپی، وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی به‌همراه تجزیه به عامل‌ها در صفات کمی برای بهره‌برداری از آن‌ها در گزینش و معرفی صفاتی باشد که بتوان از آن‌ها در گزینش لاین‌ها بهره برد، می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دو فصل زراعی (تابستان ۱۳۹۶ و بهار ۱۳۹۷) در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد در ۱۲ کیلومتری شهرستان دزفول با مشخصات جغرافیایی (۴۸ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی طول و ۳۲ و ۱۶ دقیقه شمالی عرض جغرافیایی و ارتفاع ۸۲ متر از سطح دریا) اجرا گردید. منطقه از لحاظ اقلیم بر اساس روش کوپن بیابانی گرم و خشک می‌باشد. خلاصه پارامترهای آب و هوایی در دو فصل زراعی در جدول (۱) آمده است. آزمون خاک نشان داد که فسفر خاک به مقدار ۷/۲۰، پتاس ۱۱۰ppm و عناصر ریزمغذی آهن، روی، مس و منیزیم به‌ترتیب ۳/۴۱، ۰/۳۷، ۱/۱۲ و ۲/۱۱ ppm بودند و بافت خاک سیلت–لوم با pH= ۷/۲۸ بود.

برای تهیه زمین بعد از ماخار زمین و گاورو شدن خاک، ابتدا با گاوآهن شخم زده شد. بعد از دو مرتبه دیسک عمود بر هم، با لولر تسطیح صورت گرفت. سپس کودهای پایه مورد نیاز اعم از فسفات (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، پتاس (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و کود اوره (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) با توجه به توصیه کودی استخراج شده از آزمون خاک به زمین اضافه و با دیسک سبک زیر خاک شد. بعد از این مرحله، فاروهایی به عرض ۷۵ سانتی‌متر ایجاد شدند.

در این مطالعه از ۳۰۰ لاین اینبرد برگزیده ذرت اصلاح شده در منطقه خوزستان استفاده شد که بعد از ایجاد ترکیب و تلاقی با هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در سال زراعی ۱۳۹۵، تعداد ۲۸۹ ترکیب منتخب که بذر کافی تولید کرده بودند جهت ارزیابی مورد استفاده قرار گرفتند. جهت سهولت کار لاین‌ها با کد به‌ترتیب از شماره ۱ تا ۲۸۹ نام‌گذاری شدند و به‌علت گستردگی اسامی از آوردن جدول اسامی لاین‌ها صرف‌نظر شد.

آزمایش در قالب طرح مربع لاتین ساده با دو تکرار در دو فصل تابستان ۱۳۹۶ و فصل بهار ۱۳۹۷ پس از تصادفی کردن تیمارها اجرا شد. هر کرت شامل ۴ خط کاشت به‌طول ۴ متر به فاصله ۷۵ سانتی‌متر و فاصله دو بوته روی خطوط کاشت ۱۷ سانتی‌متر بود. بذور به‌صورت دستی و با تراکم توصیه شده ۷۸ هزار بوته در هکتار (فاصله هر بوته ۱۷ سانتی‌متر) کشت شده و بلافاصله آبیاری صورت گرفت و آبیاری‌های بعدی برحسب نیاز مزرعه انجام شد. بعد از آبیاری سوم یعنی در مرحله حدود هفت برگی ابتدا خاک جوی‌ها توسط دستگاه کلتیواتر و لیلیستون کنده و نرم شد و بعد از دادن کود سرک اوره در کف جوی‌ها، توسط بیلچه پای بوته‌ها خاک داده و بلافاصله آبیاری انجام شد. در طول رشد گیاهان عناصر ریزمغذی مثل کلات آهن در آب آبیاری و سایر محلول‌های مغذی در طول رشد گیاهان به‌صورت محلول‌پاشی روی برگ‌ها مصرف شدند. علف‌های هرز بین خطوط توسط کارگر وجین و فاصله‌های خالی و جوی‌های آبیاری به‌وسیله سموم علف‌کش غیرانتخابی مثل پاراکوات کنترل شد. با توجه به عدم وجود آفت هیچ مبارزه شیمیایی صورت نگرفت. سایر عملیات زراعی بر اساس عرف منطقه و توصیه‌های مراکز تحقیقاتی رعایت گردید.

صفات اندازه‌گیری شده از مرحله داشت تا برداشت شامل صفات زراعی ارتفاع بوته، طول گل تاجی، تعداد شاخه‌های فرعی گل تاجی، قطر ساقه، تعداد برگ در بوته، قطر بلال، عمق دانه، طول بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بر اساس دستورالعمل بخش ذرت و گیاهان علوفه‌ای مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال کشور بودند. عملکرد بر مبنای ۱۴ درصد رطوبت دانه به‌همراه سایر صفات از دو خط وسط هر کرت آزمایشی اندازه‌گیری و محاسبه شدند.

مطالعه پارامترهای ژنتیکی در این پژوهش از امید ریاضی میانگین مربعات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت روابط زیر استفاده شد (MajidiMehr, 2014).

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad [۱]$$

$$\delta_g^2 = \frac{MSg - MSe}{r} \quad [۲]$$

$$\delta_e^2 = MSe \quad [۳]$$

$$\delta_p^2 = \delta_e^2 + \delta_g^2 \quad [۴]$$

$$Hb = \frac{\delta_g^2}{\delta_p^2} \times 100 \quad [۵]$$

$$CV_p = \frac{\sqrt{\delta_p^2}}{\bar{x}} \quad [۶]$$

$$CV_g = \frac{\sqrt{\delta_g^2}}{\bar{x}} \quad [۷]$$

$$GA = Hb \times K \times \frac{\sqrt{\delta_p^2}}{\bar{x}} \times 100 \quad [۸]$$

که در آن‌ها Hb وراثت‌پذیری عمومی، δ_g^2 واریانس ژنتیکی، δ_p^2 واریانس فنوتیپی، δ_e^2 واریانس خطا، CVg ضریب تغییرات ژنتیکی، CVp ضریب تغییرات فنوتیپی، GA پیشرفت ژنتیکی، K شدت گزینش (در سطح احتمال پنج درصد =۲/۰۶)، $\bar{x}$ میانگین، MSg میانگین مربعات ژنوتیپ، Mse میانگین مربعات خطای آزمایشی برای هر صفت و r تعداد تکرار در آزمایش می‌باشند.

برای محاسبه همبستگی بین صفات مورد مطالعه از میانگین آن‌ها استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل همبستگی بین صفات و شناسایی عامل‌های مشترک مؤثر بر صفات مورد مطالعه از تجزیه به عامل‌ها به‌روش مولفه‌های اصلی و چرخش واریماکس استفاده شد. اختصاص صفات به عامل‌های مستقل و مختلف بر پایه مقادیر ضرایب عاملی پس از چرخش عامل‌ها انجام گرفت. عامل‌هایی که مقادیر ویژه (ضرایب عاملی) بزرگ‌تر از ۰/۵ بود صرف‌نظر از علامت آن‌ها به‌عنوان ضرایب

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-13]
[DOI: 10.61186/jcb.16.2.104]

عاملی معنی‌دار (عامل مشترک مؤثر) برای هر عامل مستقل گزینش شدند (Majidimehr and Khoshchereh, 2015). شایان ذکر است که مقدار واریانس هر عامل اهمیت آن عامل را در نشان دادن تغییرپذیری‌های مرتبط با کل داده‌ها مشخص می‌کند. از سوی دیگر علامت ضریب‌های عاملی صفات موجود در هر عامل نیز بیانگر ارتباط موجود بین این صفات است. بنابراین در انجام تجزیه به عامل‌ها در این مطالعه، هدف بیان ساختار داده‌ها به‌وسیله عامل‌های مستقل و غیر همبسته بود تا افزودن بر دسته‌بندی صفات ضرورت و ارتباط هریک از آن‌ها در بیان تغییرپذیری کل داده‌ها نیز معلوم گردد. نام‌گذاری هر یک از عامل‌ها با توجه به صفاتی که بیشترین ضریب عاملی را از نظر قدر مطلق داشتند و به مناسبت ماهیت صفات انتخاب شده صورت گرفت. تجزیه واریانس داده‌ها و محاسبه ضرایب همبستگی بین متغیرها با استفاده از نرم‌افزار SAS Ver 9.20 و تجزیه به عامل‌ها با نرم‌افزار StatGraphics ver 19.0 (MajidiMehr and Khoshchereh, 2015) انجام گرفت.

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد – دزفول در دو سال زراعی (۹۷-۱۳۹۶)

Table 1. Meteorological information of Safi Abad-Dezful Agricultural research Station in two cropping seasons (2016-17)

تابستان ۱۳۹۶ Summer 2016								بهار ۱۳۹۷ Spring 2017								Month	ماه
رطوبت نسبی Relative humidity		بارندگی Rainfall		درجه حرارت Temprature				رطوبت نسبی Relative humidity		بارندگی Rainfall		درجه حرارت Temprature					
حداقل Min.	حداکثر Max.	جمع ماهیانه Monthly Total	حداکثر روزانه Daily max.	حداقل مطلق Absolute min.	حداکثر مطلق Absolute maxi.	حداقل Min.	حداکثر Max.	حداقل Min.	حداکثر Max.	جمع ماهیانه Monthly Total	حداکثر روزانه Daily max.	حداقل مطلق Absolute min.	حداکثر مطلق Absolute max.	حداقل Min.	حداکثر Max.		
31	79	25.7	25.7	8.6	38.6	14.9	29.3	29	83	24.1	14.8	8.9	36.7	14.5	31.0	21 march-20 April	فروردین
12	57	1.4	1.4	14.2	44.4	20.0	39.4	27	76	75.4	47.3	12.6	41.6	18.6	34.2	21 April-21 May	اردیبهشت
7	40	0.0	0.0	15.7	49.6	22.3	44.9	10	45	0.5	0.3	21.1	47.9	25.4	44.0	22 May-21 June	خرداد
9	39	0.0	0.0	20.3	51.2	26.9	48.0	8	42	0.0	0.0	21.9	51.1	26.7	47.7	22 June-22 July	تیر
10	48	0.0	0.0	22.4	49.5	28.4	47.6	10	50	0.0	0.0	23.0	49.9	25.9	47.0	23 July-22 August	مرداد
18	62	0.0	0.0	21.2	46.5	25.4	43.5	14	56	0.0	0.0	22.3	47.7	25.4	44.7	23 August-22 September	شهریور
16	62	0.0	0.0	13.2	43.3	18.7	37.5	22	66	8.9	8.1	17.4	43.3	21.1	38.2	23 September-22 October	مهر
31	76	5.0	5.0	9.9	35.0	14.8	29.9	56	96	119.9	38.6	10.3	32.6	15.1	25.7	23 October-21 November	آبان
44	96	49.8	49.8	3.5	26.8	8.0	21.8	65	100	139.3	60.1	6.4	26.4	10.9	20.6	22 November-21 December	آذر
40	89	4.6	4.6	3.6	26.8	7.7	21.6	65	100	96.1	23.4	0.4	21.7	7.2	16.9	22 December-20 January	دی
43	92	9.8	9.8	0.1	24.8	7.9	21.0	53	97	88.7	47.3	2.2	23.6	7.4	18.8	21 January-19 February	بهمن
43	94	40.6	40.6	7.4	31.0	11.1	25.4	40	95	62.1	38.3	4.0	24.8	8.1	21.4	20 February-19 March	اسفند
25.3	69.4	215.1	49.8	0.1	51.2	17.2	34.2	33.4	75.4	615.0	60.1	0.4	51.1	17.2	32.5	Annual	سالیانه

نتایج و بحث

مقایسه مزیت نسبی نتایج حاصل از تجزیه واریانس بر مبنای طرح مربع لاتیس ساده نشان داد که مزیت نسبی این طرح نسبت به طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای اکثر صفات در هر دو فصل زراعی تابستان و بهار برای صفات مورد مطالعه کمتر از ۵ درصد بود، ازاین‌رو آنالیز واریانس داده‌ها بر مبنای طرح بلوک‌های کامل تصادفی صورت گرفت. همچنین با توجه به نتایج حاصل از تجزیه مرکب در دو فصل زراعی نشان داد (جدول ۲) که اثر ژنوتیپ از نظر کلیه صفات موردمطالعه در سطح یک درصد معنی‌دار شدند که تنوع ژنتیکی قابل‌توجهی در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر کلیه صفات وجود دارد. معنی‌دار شدن اثر برهمکنش ژنوتیپ × فصل برای تمام صفات مورد مطالعه در سطح یک درصد نشان‌دهنده واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها در دو فصل تابستان و بهار می‌باشد به‌همین دلیل تصمیم گرفته شد نتایج هر فصل جداگانه تجزیه و تحلیل بشود. نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات مورد مطالعه در هر دو فصل زراعی تابستان و بهار، به‌جز طول بلال، تعداد ردیف دانه و تعداد دانه در ردیف در فصل تابستان اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد وجود داشت که این موضوع بیانگر تنوع مطلوب بین لاین‌ها از نظر صفات مورد مطالعه و احتمال وجود ساز و کارهای مختلف ژنتیکی بین آن‌ها در دو فصل زراعی است. در مطالعات آینده می‌توان از صفات متفاوت این لاین‌ها برای اهداف اصلاحی برای هر فصل زراعی بهره‌برداری نمود. بنابراین جمعیت مورد مطالعه می‌تواند جمعیت مناسبی برای ارزیابی پارامترهای ژنتیکی باشد. در مطالعه‌ای روزبهانی و همکاران (Ruzbehani *et al*., 2018) نیز با ارزیابی هیبریدهای ذرت تجاری و امیدبخش ذرت علوفه‌ای در شرایط آب و هوایی استان مرکزی گزارش دادند که از لحاظ عملکرد بلال بین هیبریدهای ذرت اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد وجود داشت.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-13]

[DOI: 10.61186/jcb.16.2.104]

جدول ۲-تجزیه مرکب صفات مورد مطالعه در دو فصل زراعی تابستان و بهار (۱۳۹۶-۱۳۹۷)

Table 2. Analysis of combined triats studied in two cropping season summer and spring (2016-2017).

ضریب تغییرات CV (%)	میانگین مربعات (Mean Square)					صفات	Traits
	خطای ۲ Error (b)	فصل×ژنوتیپ Season*Genotype	ژنوتیپ Genotype	بلوک در فصل Rep(Season)	فصل Season		
2.32	23.7	465.005**	1069.15**	245.05	14245.06ns	ارتفاع بوته	Plant height
3.65	2.12	53.62**	90.28**	48.08	4042.74ns	طول گل تاجی	Tassel length
6.90	0.72	22.00**	40.81**	26.22	38.68ns	تعداد شاخه‌های گل تاجی	Number tassel branches/plant
7.07	3.14	35.62**	42.49**	4.19	1047.29*	قطر ساقه	Stem diameter
3.89	0.219	1.50**	2.19**	0.45ns	27.43ns	تعداد برگ	Number of leaves/plant
6.48	7.92	23.13**	33.27**	146.03	1297.39ns	قطر بلال	Ear diameter
11.23	0.80	3.034**	3.81**	8.35	433.53ns	عمق دانه	Grain depth
9.32	2.48	4.67**	9.44**	6.54	183.69ns	طول بلال	Ear length
10.74	2.41	4.44**	6.28**	17.02	4.31ns	تعداد ردیف دانه	Number of rows/ear
12.65	19.15	91.54**	104.27**	41.28	5103.94ns	تعداد دانه در ردیف	Grain Number /row
11.88	9.61	20.01**	28.81**	52.44542	435.85809ns	وزن صد دانه	100 grain weight
19.07	3042743	12455530**	12788813**	78084874	756026936ns	عملکرد دانه	Grain yield
16.95	1055153	26042453**	32716389**	228784827	101833245ns	عملکرد بیولوژیک	Biological yield
4.19	4.163	181.01**	205.02**	139.30	34266.00*	شاخص برداشت	Harvest index

*، **، ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و غیر معنی‌دار

* , ** and ns: Significant at 5% and 1% levels of probability and non-significant, respectively.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در لاین‌های امیدبخش ذرت برای هر دو فصل

Table 3. analysis of variance studied traits in promising maize lines for both seasons

ضریب تغییرات CV(%)	میانگین مربعات بهار ۱۳۹۷ (Mean Square spring 2018)			ضریب تغییرات CV(%)	میانگین مربعات تابستان ۱۳۹۶ (Mean Square summer 2017)			صفات	Traits
	خطا Error	ژنوتیپ Genotype	تکرار Repeat		خطا Error	ژنوتیپ Genotype	تکرار Repeat		
1.87	14.93	686.24**	5.76ns	2.68	32.61	847.90**	389.60**	ارتفاع بونه	Plant height
4.10	2.40	65.82**	54.25**	3.10	1.67	78.08**	5.96ns	طول گل تاجی	Tassel length
7.64	0.86	28.73**	7.01**	6.45	0.65	34.07**	21.09**	تعداد شاخه‌های گل تاجی	Number tassel branches/plant
6.16	2.20	42.19**	52.44**	7.30	3.60	35.92**	18.87*	قطر ساقه	Stem diameter
4.65	0.31	1.95**	2.60**	3.87	0.21	1.74**	0.43ns	تعداد برگ	Number of leaves/plant
3.52	2.22	39.38**	2147.00**	8.22	13.34	17.02*	471.96**	قطر بلال	Ear diameter
3.77	0.07	4.70**	1.59**	14.19	1.49	2.14**	28.62**	عمق دانه	Grain depth
2.38	0.17	9.03**	1.17**	13.41	4.91	5.12ns	5.94ns	طول بلال	Ear length
6.43	0.86	6.47**	21.47**	13.99	4.13	4.25ns	1.44ns	تعداد ردیف دانه	Number of rows/ear
6.36	4.27	158.39**	19.82**	15.74	33.35	37.43ns	21.49ns	تعداد دانه در ردیف	Number of grain/row
4.03	1.05	21.87**	6.10*	15.75	17.70	26.95**	161.59**	وزن صد دانه	100 grain weight
5.63	221296	16998551**	16460312**	24.52	5953185	8261829**	72241018**	عملکرد دانه	Grain yield
3.27	387408	33139433**	17882900**	23.99	19498602	25688666**	295549995**	عملکرد بیولوژیک	Biological yield
5.51	5.67	307.80**	212.16**	3.16	2.92	78.42**	5.98ns	شاخص برداشت	Harvest index

پارامترهای ژنتیکی

محاسبه پارامترهای ژنتیکی (جداول ۴ و ۵) نشان داد بیشترین و کمترین میزان واریانس ژنتیکی و فنوتیپی در فصل تابستان و بهار به‌ترتیب به صفات عملکرد بیولوژیک و عمق دانه اختصاص دارد. نتایج این مطالعه مشخص کرد که میزان واریانس ژنتیکی صفات مورد مطالعه به‌جز صفات ارتفاع بوته، ارتفاع گل تاجی و تعداد شاخه‌های فرعی گل تاجی در فصل بهار بیشتر از فصل تابستان بودند. دامنه تنوع ژنتیکی در فصل بهار در صفات مورد بررسی از ۷/۶۳ تا ۲۹/۸۸ و دامنه تنوع فنوتیپی از ۸/۸۰ تا ۳۰/۷۸ درصد متغیر بود. بیشترین میزان تنوع ژنتیکی و فنوتیپی در فصل بهار به تعداد شاخه‌های فرعی گل تاجی اختصاص داشت، همچنین کمترین میزان تنوع فنوتیپی و ژنتیکی در فصل بهار به‌ترتیب مربوط به ارتفاع بوته و تعداد برگ در بوته بود. کمترین میزان اختلاف تنوع فنوتیپی نسبت به تنوع ژنتیکی در صفات مورد مطالعه در فصل بهار به‌ترتیب به ارتفاع بوته، طول بلال، عملکرد بیولوژی و عمق دانه و بیشترین اختلاف به صفت تعداد برگ در بوته تعلق داشت. دامنه تنوع ژنتیکی در فصل تابستان در صفات مورد مطالعه از ۱/۹۶ تا ۳۲/۷۲ متغیر بود. همچنین دامنه تنوع فنوتیپی در فصل تابستان از ۸/۳۲ تا ۳۳/۳۵ متغیر بود. بیشترین میزان تنوع ژنتیکی و فنوتیپی به صفت تعداد شاخه فرعی گل تاجی (به‌ترتیب ۳۲/۷۲ و ۳۳/۳۵) در لاین‌های امیدبخش ذرت تعلق گرفت، همچنین کمترین میزان تنوع ژنتیکی و تنوع فنوتیپی در فصل تابستان به‌ترتیب به صفات طول بلال (۱/۹۶) و تعداد برگ (۸/۳۲) در بوته تعلق داشت.

تفاوت ناچیز بین ضریب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی در فصل تابستان برای صفات ارتفاع بوته، ارتفاع گل تاجی، شاخص برداشت، تعداد شاخه‌های فرعی گل تاجی، تعداد برگ در بوته و قطر ساقه نشان می‌دهد که این صفات بیشتر توسط عوامل ژنتیکی کنترل می‌شوند و انتخاب والدین بر مبنای این صفات برای دورگ‌گیری با هدف به‌نژادی مناسب می‌باشد. در مجموع گزارش شده است که نزدیک بودن میزان ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی در برخی از صفات بیانگر ناچیز بودن اثرات محیطی در کنترل صفات مذکور می‌باشد، درصورتی‌که بالا بودن ضریب

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-13]
[DOI: 10.61186/jcb.16.2.104]

تنوع فنوتیپی در مقایسه با ضریب تنوع ژنتیکی بیانگر این مطلب است که میزان اثرات محیطی در کنترل ژنی این صفات بالا است (Singh *et al.*, 2014). به‌طور کلی نتایج این مطالعه در مورد بررسی پارامترهای تنوع ژنتیکی و فنوتیپی نشان داد که اثر محیطی در فصل بهار در همه صفات به‌جز ارتفاع گل تاجی، تعداد شاخه‌های فرعی گل تاجی و تعداد برگ در بوته کمتر از فصل تابستان بودند. صفات عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد دانه در ردیف و طول بلال در بین صفات مورد بررسی در فصل تابستان بیشترین میزان تفاوت را بین ضریب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی را به‌خود اختصاص دادند. زیاد بودن ضریب تغییرات برای این صفات بیانگر این است که این صفات تا حد زیادی تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرند (Kanouni *et al.*, 2012). همچنین گزارش شده است که زیاد بودن تغییرات ضریب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی برای این صفات بیانگر دامنه گسترده تغییرات در این صفات می‌باشد (Singh *et al.*, 2014). در مطالعه‌ای حسینی و همکاران (Hosseini *et al.*, 2021) گزارش دادند که بین هیبریدهای ذرت تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای از نظر عملکرد دانه، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال و وزن هزار دانه در سطح احتمال یک و پنج درصد مشاهده شد. تنوع ژنتیکی موجود در صفات مختلف می‌تواند بیانگر ظرفیت مناسب توده‌ها جهت استفاده در برنامه‌های اصلاحی آینده باشد (Rahimi *et al.*, 2019).

میزان وراثت‌پذیری بسته به رفتار ژنتیکی ژنوتیپ‌ها برای صفات متفاوت بود. وراثت‌پذیری عمومی در فصل بهار از ۷۲/۵۷ تا ۹۷/۶۹ درصد به‌ترتیب به صفات تعداد برگ در بوته و عملکرد بیولوژیک تعلق داشت که نشان می‌دهد اهمیت واریانس ژنتیکی بالا است. وراثت‌پذیری عمومی صفات مورد مطالعه در فصل بهار به‌طور کلی بالا بود. از آنجایی‌که در این مطالعه اکثریت صفات مورد مطالعه وراثت‌پذیری عمومی بیش از ۸۰ درصد داشتند گزینش این صفات به آسانی صورت می‌گیرد. در این‌صورت رابطه نزدیکی بین ژنوتیپ و فنوتیپ وجود دارد و سهم محیط در تظاهر صفت بسیار کم می‌باشد. وراثت‌پذیری عمومی در فصل تابستان از ۱۲/۱۲ تا ۹۶/۲۶ درصد متغیر بود که به‌ترتیب به صفات قطر بلال و تعداد شاخه‌های فرعی گل تاجی تعلق داشت. وراثت‌پذیری عمومی صفات مورد مطالعه در فصل تابستان به‌جز در صفات ارتفاع بوته، طول گل تاجی، تعداد شاخه‌های فرعی گل تاجی، قطر ساقه، تعداد برگ در بوته و شاخص برداشت پایین بودند، که نشان‌دهنده پایین بودن واریانس ژنتیکی در این دسته از صفات است. نتایج این مطالعه نشان داد که میزان وراثت‌پذیری عمومی اکثر صفات مورد مطالعه در فصل بهار بالاتر از فصل تابستان بود (حدود ۲۱ درصد). وراثت‌پذیری عملکرد بیولوژیک در فصل بهار نسبت به فصل تابستان حدود ۸۴ درصد کاهش یافت. بالا بودن میزان وراثت‌پذیری عمومی نشان‌دهنده انتقال نسبی صفات از والدین به نتاج می‌باشد (Golabadi *et al.*, 2008). گزارش شده است که هر مقدار میزان وراثت‌پذیری صفتی بالاتر باشد، بیشتر تحت تأثیر کنترل عوامل ژنتیکی بوده و تنوع ژنتیکی بیشتری را باعث شده و این موضوع نشان می‌دهد که نرخ نسبی انتقال صفات از والدین به نتاج بالا است (Moosavi *et al.*, 2018). اثرگذاری محیط بر روی صفاتی که دارای قابلیت توارث‌پذیری بالایی هستند، کم بوده و گزینش بر مبنای فنوتیپ در این صفات تاثیرگذار است.

در ارزیابی تغییرپذیری ژنوتیپ‌های ذرت از نظر عملکرد و اجزای عملکرد وراثت‌پذیری بالا برای صفات عملکرد بیولوژیکی (۸۱/۶۸ درصد)، شاخص برداشت (۷۸/۰۶ درصد) و عملکرد دانه (۸۵/۸۴ درصد) مشاهده شد که احتمالاً بر کنترل این صفات توسط ژن‌های با اثرات افزایشی در ژنوتیپ‌های مطالعه شده دلالت دارد (Moosavi *et al.*, 2018) که تاییدکننده وراثت‌پذیری بالای صفات عملکرد دانه، وزن صد دانه و عملکرد بیولوژیک در فصل بهار در این آزمایش است.

عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بالاترین پیشرفت ژنتیکی و تعداد برگ در بوته، عمق دانه و طول بلال کمترین پیشرفت ژنتیکی را در فصل بهار به‌خود اختصاص دادند. پیشرفت ژنتیکی برای صفات تعداد برگ در بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه‌های فرعی گل تاجی، شاخص برداشت و طول گل تاجی در فصل تابستان برای ذرت پایین بود که احتمالاً با وراثت‌پذیری بالای آن‌ها جبران می‌شود. مشخص‌شده است که همیشه قابلیت توارث‌پذیری بالا با پیشرفت ژنتیکی زیاد همراه نیست (Ogunniyan and Olakojo, 2014). از سوی دیگر پیوسته بودن وراثت‌پذیری بالا با پیشرفت ژنتیکی پایین برای برخی صفات بیانگر اثرات غالبیت و اپیستازی ژن‌های کنترل‌کننده این صفات است (Zali *et al.*, 2011). نتایج به‌دست آمده در این مطالعه نشان داد که بالا بودن وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی برای صفات عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در فصل بهار وجود دارد. گزینش برای این صفات که هم‌زمان از وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی بالایی برخوردار هستند می‌تواند موفقیت‌آمیز باشد (Gul *et al.*, 2013).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-13]
[DOI: 10.61186/jcb.16.2.104]

جدول ۴- مقادیر پارامترهای ژنتیکی صفات مورد مطالعه در ۲۸۹ لاین امیدبخش ذرت در فصل تابستان ۱۳۹۶
Table 4.Values of genetical parameters for studied traits in 289 promising maize lines in summer season 2017

پیشرفت ژنتیکی Genetic Advance	وراثت‌پذیری عمومی (٪) Broad sense heritability	ضریب تنوع فنوتیپی Phenotypic coefficient of variation	ضریب تنوع ژنتیکی Genetic coefficient of variation	واریانس فنوتیپی Phenotypic variance	واریانس محیطی Environmental variance	واریانس ژنتیکی Genetic variance	صفات	traits
40.02	92.59	9.86	9.49	440.26	32.61	407.65	ارتفاع بوته	Plant height
12.46	95.81	15.15	14.82	39.88	1.67	38.21	طول گل تاجی	Tassel length
8.26	96.26	33.35	32.72	17.36	0.65	16.71	تعداد شاخه فرعی گل تاجی	Number tassel branches/plant
7.49	81.78	17.09	15.46	19.76	3.6	16.16	قطر ساقه	Stem diameter
1.6	78.46	8.32	7.37	0.98	0.21	0.77	تعداد برگ	Number of leaves/plant
0.97	12.12	8.77	3.05	15.18	13.34	1.84	قطر بلال	Ear diameter
0.5	17.91	15.65	6.62	1.82	1.49	0.33	عمق دانه	Grain depth
0.1	20.9	13.56	1.96	5.02	4.91	0.11	طول بلال	Ear length
0.99	26.11	12.63	6.46	3.37	2.49	0.88	تعداد ردیف دانه	Number of rows/ear
0.71	56.7	16.22	3.89	35.39	33.35	2.04	تعداد دانه در ردیف	Number of grain/row
2.02	20.72	17.69	8.05	22.33	17.7	4.63	وزن صد دانه	100 grain weight
891.94	16.24	26.8	10.8	7107507	5953185	1155322	عملکرد دانه	Grain yield
13411.34	13.7	25.83	9.56	22593634	19498602	3095032	عملکرد بیولوژیک	Biological yield
12.2	92.84	11.79	11.36	40.67	2.91	37.76	شاخص برداشت	Harvest index

جدول ۵- مقادیر پارامترهای ژنتیکی صفات مورد مطالعه در ۲۸۹ لاین امیدبخش ذرت در فصل بهار ۱۳۹۷
Table 5.Values of genetical parameters for studied traits in 289 promising maize lines in spring season 2018

پیشرفت ژنتیکی Genetic Advance	وراثت‌پذیری عمومی (٪) Broad sense heritability	ضریب تنوع فنوتیپی Phenotypic coefficient of variation	ضریب تنوع ژنتیکی Genetic coefficient of variation	واریانس فنوتیپی Phenotypic variance	واریانس محیطی Environmental variance	واریانس ژنتیکی Genetic variance	صفات	Traits
36.93	95.74	8.8	8.61	350.59	14.93	335.66	ارتفاع بوته	Plant height
11.18	92.96	14.01	13.51	34.11	2.4	31.71	طول گل تاجی	Tassel length
7.46	94.19	30.78	29.88	14.8	0.86	13.94	تعداد شاخه‌های فرعی گل تاجی	Number tassel branches/plant
8.74	90.09	18.12	17.19	22.2	2.2	20	قطر ساقه	Stem diameter
1.59	72.57	8.96	7.63	1.13	0.31	0.82	تعداد برگ	number of leaves/plant
8.39	89.33	10.26	9.7	20.8	2.22	15.58	قطر بلال	Ear diameter
3.09	97.06	17.94	17.67	2.39	0.07	2.32	عمق دانه	Grain depth
4.25	96.3	12.98	12.74	40.6	0.17	4.43	طول بلال	Ear length
3.02	76.53	13.17	11.52	3.67	0.86	2.81	تعداد ردیف دانه	Number of rows/ear
17.6	94.75	24.59	23.93	81.33	4.27	77.06	تعداد دانه در ردیف	Number of grain/row
6.33	90.84	12.68	12.08	11.46	1.05	10.41	وزن صد دانه	100 grain weight
5889.23	97.43	29.5	29.11	8609923.50	221296.00	8388627.50	عملکرد دانه	Grain yield
8239.37	97.69	22.25	21.99	16763420.00	387408.00	16376013.00	عملکرد بیولوژیک	Biological yield
24.86	96.38	23.15	22.73	156.74	5.67	151.07	شاخص برداشت	Harvest index

تجزیه همبستگی

تجزیه ضرایب همبستگی بر روی صفات مورد مطالعه در فصل تابستان (جدول ۶) نشان داد به‌جز طول گل تاجی همه صفات تأثیر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند. از این میان تعداد دانه در ردیف با ۰/۸۱، عملکرد بیولوژیک با ۰/۷۲، قطر بلال با ۰/۶۲ و عمق دانه با ۰/۵۲ تأثیر متوسط به بالایی بر عملکرد دانه داشتند ولی تأثیر بقیه صفات از ۰/۴۳ برای تعداد ردیف دانه در بلال تا ۰/۱۸ برای ارتفاع بوته متوسط تا ضعیف بود.

در فصل بهار نیز علاوه بر طول گل تاجی، تعداد شاخه‌های فرعی هم تأثیر خود را بر عملکرد دانه از دست داد. ولی بقیه صفات تأثیر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند. در میان آن‌ها عملکرد بیولوژیک با ۰/۸۶، وزن صد دانه با ۰/۶۵، تعداد دانه در ردیف با ۰/۶۴، طول بلال با ۰/۶۴ و قطر بلال با ۰/۶۳ تأثیر متوسط به بالایی بر عملکرد دانه داشتند ولی تأثیر بقیه صفات از ۰/۴۶ برای عمق دانه تا ۰/۱۹ برای تعداد ردیف در بلال متوسط تا ضعیف بود.

در مطالعه‌ای صادقی و رتبه (Sadeghi, & Rotbeh, 2016) گزارش دادند که بین صفت تعداد دانه در ردیف با صفات ارتفاع بوته، تعداد گل تاجی، طول گل تاجی، عمق دانه دارای همبستگی مثبتی را نشان دادند که با نتایج این مطالعه منطبق بود. شجاعی و همکاران (Shojaei *et al.*, 2022) گزارش نمودند که بین صفت ارتفاع بوته با صفات قطر بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه و عملکرد دانه همبستگی منفی و معنی‌دار وجود داشت. در مطالعه‌ای رفیق و همکاران (Rafiq *et al.*, 2010) گزارش نمودند که بین وزن هزار دانه با عملکرد خالص دانه در کرت، همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار مشاهده شده است. گوزمان و لامکی (Guzman and Lamkey, 2000) گزارش کردند که بین عملکرد دانه و ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد که با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد. گزارش شده است که صفت طول بلال با عملکرد دانه و صفت تعداد دانه در ردیف با قطر بلال در ذرت دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بودند (Shojaei *et al.*, 2022). وجود تفاوت بین نتایج تحقیق حاضر با نتایج برخی از پژوهشگران دیگر را می‌توان به متفاوت بودن مواد گیاهی و شرایط محیطی در هر آزمایش نسبت داد. به هر حال، از صفات با همبستگی معنی‌دار و قابل توجه با عملکرد دانه می‌توان به‌عنوان معیارهای گزینش غیرمستقیم برای به‌نژادی و افزایش عملکرد استفاده نمود.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-13]
[DOI: 10.61186/jcb.16.2.104]

جدول ۶- ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات مورد مطالعه در بین لاین‌های امیدبخش ذرت (مثلث پایین فصل تابستان ۱۳۹۶ و مثلث بالا فصل بهار ۱۳۹۷)

Table 6. Phenotypic correlation coefficients between traits in promising maize lines (down triangle summer 2017 and upper triangle spring 2017)

14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	صفات	traits
0.32**	-0.09^{ns}	0.40**	0.19**	0.17**	0.20**	0.27**	0.03^{ns}	0.22**	0.39**	-0.01^{ns}	-0.04^{ns}	0.40**		ارتفاع بوته	Plant height
0.00^{ns}	-0.07^{ns}	0.03^{ns}	-0.01^{ns}	-0.03^{ns}	0.11^{ns}	-0.02^{ns}	0.04^{ns}	0.11^{ns}	-0.03^{ns}	-0.01^{ns}	-0.01^{ns}		0.20**	طول گل تاجی	Tassel length
0.06^{ns}	-0.15**	0.01^{ns}	-0.03^{ns}	-0.05^{ns}	0.02^{ns}	-0.01^{ns}	-0.09^{ns}	-0.05^{ns}	0.19**	0.10^{ns}		0.10^{ns}	0.15*	تعداد شاخه‌های گل تاجی	Number tassel branches/plant
0.29**	0.08^{ns}	0.27**	0.25**	0.13*	0.05^{ns}	0.14*	0.13*	0.24**	0.18**		0.23**	0.22**	0.24**	قطر ساقه	Stem diameter
0.25**	-0.13*	0.33**	0.17**	0.18**	0.07^{ns}	0.20**	0.01^{ns}	0.14*		0.25**	0.20**	0.03^{ns}	0.50**	تعداد برگ در بوته	Number of leaves/plant
0.63**	0.15*	0.59**	0.51**	0.21**	0.34**	0.21**	0.60**		-0.01^{ns}	0.29**	0.09^{ns}	0.03^{ns}	0.16**	قطر بلال	Ear diameter
0.46**	0.13*	0.41**	0.43**	0.28**	-0.04^{ns}	0.16**		0.61**	0.26**	0.17**	0.02^{ns}	-0.01^{ns}	-0.01^{ns}	عمق دانه	Grain depth
0.64**	0.16**	0.58**	0.38**	0.67**	-0.07^{ns}		-0.06^{ns}	0.11^{ns}	0.14*	0.30**	0.19**	-0.09^{ns}	0.29**	طول بلال	Ear length
0.19**	0.07^{ns}	0.17**	-0.22**	-0.06^{ns}		0.04^{ns}	0.27**	0.58**	0.12*	0.26**	0.10^{ns}	0.04^{ns}	0.09^{ns}	تعداد ردیف دانه/بلال	Number of rows/ear
0.64**	0.35**	0.50**	0.21**		0.26**	0.27**	0.40**	0.39**	0.12*	0.21**	0.21**	0.01^{ns}	0.13*	تعداد دانه/ردیف	Number of grain/row
0.65**	0.10^{ns}	0.64**		0.11^{ns}	-0.06^{ns}	0.19**	0.23**	0.32**	0.18**	0.18**	0.10^{ns}	0.01^{ns}	0.15*	وزن صد دانه	100 grain weight
0.86**	-0.11^{ns}		0.41**	0.60**	0.41**	0.53**	0.30**	0.52**	0.40**	0.55**	0.34**	0.06^{ns}	0.43**	عملکرد بیولوژیک	Biological yield
0.38**		0.24**	0.17**	0.71**	0.29**	-0.08^{ns}	0.50**	0.47**	-0.05^{ns}	-0.04^{ns}	0.04^{ns}	-0.08^{ns}	-0.08^{ns}	شاخص برداشت	harvest index
	0.82**	0.72**	0.35**	0.81**	0.43**	0.25**	0.52**	0.62**	0.19**	0.26**	0.20**	-0.01^{ns}	0.18**	عملکرد دانه	Grain yield

*، ** و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد و غیر معنی‌دار

* , ** and ns: Significant at 5% and 1% levels of probability and non-significant, respectively.

تجزیه به عامل‌ها

نتایج حاصل از جدول تجزیه به عامل‌ها (جدول ۷) برای فصل تابستان ۱۳۹۶ نشان داد که پنج عامل ۷۲/۲۷ درصد از واریانس کل داده‌ها را توجیه کردند. در این مطالعه عامل اول ۳۳/۱ درصد واریانس کل را دربرگرفت و بیشتر تحت تأثیر تعداد دانه در ردیف، عملکرد دانه، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک بود. بنابراین نام آن عامل سهم عملکرد دانه از کل ماده خشک انتخاب گردید. عامل دوم ۱۵/۸ درصد واریانس کل را در برگرفت و بیشتر تحت تأثیر تعداد برگ در بوته، طول بلال، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته و قطر ساقه بود. بنابراین نام آن عامل قد و قامت بوته انتخاب گردید.

عامل سوم ۸/۸ درصد واریانس کل را دربرگرفت و بیشتر تحت تأثیر قطر بلال، تعداد ردیف دانه در بلال و عمق دانه بود. بنابراین نام آن اجزای تشکیل‌دهنده قطر بلال انتخاب گردید. عامل چهارم ۷/۵ درصد واریانس کل را دربرگرفت و بیشترین تأثیر را فقط از طول گل تاجی دریافت کرده است. بنابراین نام آن عامل ارتفاع گل تاجی انتخاب گردید. عامل پنجم ۷/۲ درصد واریانس کل را دربرگرفت و بیشترین تأثیر را فقط از وزن صد دانه دریافت کرده است. بنابراین نام آن عامل وزن صد دانه انتخاب گردید.

در این میان عملکرد دانه با ۰/۹۳ بزرگ‌ترین اشتراک و بعد از آن عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن صد دانه (هر سه با ۰/۸۵)، تعداد دانه در ردیف با ۰/۸۴، تعداد ردیف دانه در بلال و ارتفاع گل تاجی (هردو با ۰/۸۲)، و قطر بلال با ۰/۸۰ قرار داشتند و دامنه اشتراک بقیه صفات بین ۰/۶۵ برای هر دو صفت عمق دانه و طول بلال تا ۰/۵۱ برای هر سه صفت ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های گل تاجی و قطر ساقه متغیر بود که نشان‌دهنده این است که کلیه صفات دامنه اشتراک متوسط رو به بالایی دارند.

با توجه به اینکه دو عامل سهم عملکرد دانه از کل ماده خشک و عامل قد و قامت بوته بیش از ۶۷ درصد کل تنوع قابل توجیه ۱۴ صفت در ۲۸۹ لاین را توجیه می‌کنند این دو عامل قابلیت تعریف و تشخیص تفاوت‌ها و شباهت‌ها بین لاین‌هایی که در شرایط تابستان خوزستان اصلاح شده باشند را دارند.

تجزیه به عامل‌ها برای صفات مورد مطالعه در فصل بهار ۱۳۹۷ نشان داد که پنج عامل ۷۱/۴ درصد از واریانس کل داده‌ها را توجیه کردند. در این مطالعه عامل اول ۳۱/۵ درصد واریانس کل را دربرگرفت و بیشتر تحت تأثیر قطر بلال، وزن صد دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه بود. بنابراین نام آن سهم ماده خشک در پر شدن دانه انتخاب گردید. عامل دوم ۱۲/۱ درصد واریانس کل را دربرگرفت و بیشتر تحت تأثیر تعداد دانه در ردیف، طول بلال و عملکرد دانه بود. بنابراین نام آن عامل سهم تعداد دانه در عملکرد انتخاب گردید.

عامل سوم ۸/۸ درصد واریانس کل را در بر گرفت و بیشتر تحت تأثیر ارتفاع بوته و طول گل تاجی بود. بنابراین نام آن اجزای تشکیل دهنده قد و قامت بوته انتخاب گردید. عامل چهارم ۷/۵ درصد واریانس کل را دربرگرفت و بیشترین تأثیر را از تعداد برگ بوته و تعداد شاخه‌های گل تاجی دریافت کرده است. بنابراین نام آن عامل انشعابات بوته انتخاب گردید. عامل پنجم ۷/۲ درصد واریانس کل را دربرگرفت و بیشترین تأثیر را فقط از تعداد ردیف دانه در بلال دریافت کرده است. بنابراین نام آن عامل تعداد ردیف دانه انتخاب گردید.

در کشت بهاره نیز عملکرد دانه با ۰/۹۳ بزرگ‌ترین اشتراک و بعد از آن تعداد ردیف دانه در با ۰/۸۶، عملکرد بیولوژیک با ۰/۸۵، قطر بلال با ۰/۸۳، تعداد ردیف دانه در با ۰/۷۸، ارتفاع بوته و طول بلال (هردو با ۰/۷۷)، شاخص برداشت با ۰/۷۱، عمق دانه با ۰/۶۸، تعداد برگ در بوته با ۰/۵۸، طول گل تاجی با ۰/۵۷، و تعداد شاخه‌های گل تاجی با ۰/۵۰ قرار داشتند که نشان‌دهنده این است که این صفات دامنه اشتراک متوسط رو به بالایی دارند. ولی قطر ساقه با ۰/۴۱ کمترین اشتراک را در ایجاد تنوع در کل صفات و کل لاین‌ها داشت.

با توجه به اینکه دو عامل سهم عملکرد دانه از کل ماده خشک و عامل قد و قامت بوته بیش از ۶۱ درصد کل تنوع قابل توجیه ۱۴ صفت در ۲۸۹ لاین را توجیه می‌کنند این دو عامل قابلیت تعریف و تشخیص تفاوت‌ها و شباهت‌ها را برای لاین‌هایی که در شرایط بهار خوزستان اصلاح شده باشند دارند.

دلیل تفاوت نتایج دو فصل زراعی در تابستان (۱۳۹۶) و بهار (۱۳۹۷) حاکی از آن است که در منطقه اجرای آزمایش (خوزستان- صفی‌آباد) تفاوت شرایط آب و هوایی و حتی خاک در فصول زراعی مختلف به‌گونه‌ای است که نه‌تنها واکنش ژنوتیپ‌های مختلف ذرت، بلکه روابط پنهان و پیدای بین

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-13]
[DOI: 10.61186/jcb.16.2.104]

صفات مختلف نیز تحت تأثیر تغییرات محیطی متفاوت قرار می‌گیرند.

نمودار اسکری پلات (شکل ۱) که رابطه میزان تغییرات مقادیر ویژه را در ارتباط با بار عامل‌ها نشان می‌دهد و حاکی از تعیین تعداد بهینه عامل‌ها است، مشخص کرد که پنج عامل پنهانی برای توجیه اطلاعات داده‌های این پژوهش کافی است چون‌که از عامل پنجم به بعد در هر دو شکل مقادیر ویژه کاهش می‌یابد و نمودارها تقریباً به‌صورت خطی درمی‌آیند. در نتیجه می‌توان پنج عامل را به‌عنوان عوامل مهم که بیشترین سهم را در تبیین واریانس داده‌ها دارند، استخراج نمود. به‌علاوه نمودار اسکری پلات نشان داد که بین لاین‌های مختلف مورد مطالعه تنوع ژنتیکی وجود دارد زیرا هرچه تنوع ژنتیکی بیشتر باشد درصد تغییرات کمتری در روش تجزیه به عامل‌ها و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی توجیه خواهد شد (Amini *et al.*, 2008). شجاعی و همکاران (Shojaei *et al.*, 2022) نیز تقلیل صفات به چهار عامل را در تحقیق خود گزارش دادند که این چهار عامل ۷۳ درصد از تنوع کل داده‌ها را توجیه کردند و به نام‌های مشخصات دانه، مشخصات بلال، ارتفاع بوته و طول بلال نام‌گذاری شدند. در مطالعه‌ای زینالی و همکاران (Zeinali *et al.*, 2005) در پژوهش خود بر روی ۲۵ رقم ذرت دانه‌ای پس از اندازه‌گیری ۲۴ صفت و انجام تجزیه عاملی و چرخش واریماکس در مجموع ۷ عامل مستقل را شناسایی کردند. در مطالعه‌ای ماسچی باهوش و همکاران (Maschi Bahoosh *et al.*, 2015) بر روی ۱۷ هیبرید ذرت دانه‌ای بر اساس تجزیه به عامل‌ها گزارش دادند که ۵ عامل پنهانی و مشترک در مجموع ۸۹/۱۷ درصد از تغییرات کل داده‌ها را تبیین کردند که سهم هرکدام به‌ترتیب ۲۷/۱۳، ۲۴/۶۸، ۱۶/۱۴، ۱۱/۵۱ و ۹/۷۲ درصد بود. در مطالعه‌ای رمضانی و همکاران (Ramazani *et al.*, 2008) در مطالعه‌ای بر روی هفت رقم هیبرید ذرت استفاده از تجزیه به عامل‌ها گزارش دادند که چهار عامل پنهانی در مجموع ۹۸/۰۳ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه کردند.

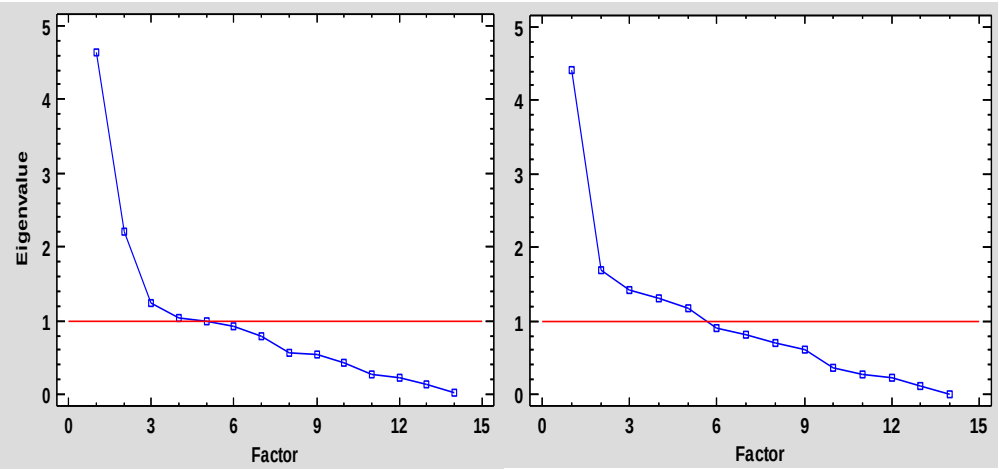
جدول ۷- مقادیر ویژه، درصد واریانس نسبی و تجمعی و تجزیه به عامل‌ها به‌روش واریماکس در صفات مورد مطالعه

Table 7. Eigenvalue, percentage variance and Cumulative variance and factor analysis by varimax method in the studied traits

Traits	صفات	ماتریس ضرایب عاملی دوران یافته در تابستان ۱۳۹۶ Factor loading coefficient of matrix in spring 2018					میزان اشتراک Communality	ماتریس ضرایب عاملی دوران یافته در بهار ۱۳۹۷ Factor loading coefficient of matrix in summer 2018					میزان اشتراک Communality
		عامل اول 1st factor	عامل ۲م 2nd factor	عامل ۳م 3rd factor	عامل ۴م 4th factor	عامل ۵م 5th factor		عامل اول 1st factor	عامل ۲م 2nd factor	عامل ۳م 3rd factor	عامل ۴م 4th factor	عامل ۵م 5th factor	
Plant height	ارتفاع بوته	-0.07	0.68	0.07	0.17	0.09	0.51	0.08	0.27	0.80	0.18	0.09	0.77
Tassel length	طول گل تاجی	-0.07	0.01	0.04	0.90	0.04	0.82	0.04	-0.11	0.72	-0.17	0.11	0.57
Number tassel branches/plant	تعداد شاخه‌های گل تاجی	0.39	0.35	-0.25	0.38	-0.15	0.51	-0.09	-0.1	-0.16	0.67	0.03	0.5
Stem diameter	قطر ساقه	0.09	0.54	0.25	0.38	0.02	0.51	0.35	0.09	-0.27	0.41	0.2	0.41
Number of leaves/plant	تعداد برگ/بوته	-0.05	0.71	0.11	-0.02	0.06	0.52	0.05	0.25	0.24	0.67	0.02	0.58
Ear diameter	قطر بلال	0.33	0.19	0.78	0.02	0.2	0.8	0.82	0.09	0.13	0.01	0.37	0.83
Grain depth	عمق دانه	0.39	-0.13	0.61	0.05	0.34	0.65	0.8	0.06	-0.04	-0.19	-0.03	0.68
Ear length	طول بلال	0.24	0.70	-0.21	-0.23	0.03	0.65	0.17	0.83	0.10	0.12	-0.14	0.77
Number of rows/ear	تعداد ردیف دانه/بلال	0.19	0.22	0.76	0.03	-0.39	0.82	0.03	-0.06	0.20	0.11	0.89	0.86
Number of grain/row	تعداد دانه/ردیف	0.89	0.16	0.13	0.01	-0.01	0.84	0.14	0.87	-0.02	-0.03	0.51	0.78
100 grain weight	وزن صد دانه	0.14	0.25	0.06	0.02	0.87	0.85	0.76	0.26	0.03	0.1	-0.29	0.75
Grain yield	عملکرد دانه	0.83	0.22	0.38	-0.02	0.18	0.93	0.64	0.69	0.07	0.08	0.2	0.93
Biological yield	عملکرد بیولوژیک	0.50	0.70	0.27	0.08	0.15	0.85	0.66	0.48	0.26	0.32	0.01	0.85
harvest index	شاخص برداشت	0.81	-0.25	0.33	-0.08	0.12	0.85	0.03	0.47	-0.35	-0.43	0.4	0.71
Eigenvalue	مقادیر ویژه	4.63	2.21	1.23	1.04	1	-	4.41	1.69	1.43	1.3	1.16	-
Percent of Variance	درصد واریانس نسبی	33.08	15.78	8.8	7.46	7.17	-	31.5	12.11	10.19	9.3	8.3	-
Cumulative percentage	درصد واریانس تجمعی	33.08	48.85	57.65	65.1	72.27	-	31.5	43.61	53.8	63.1	71.4	-

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-13]

[DOI: 10.61186/jcb.16.2.104]



شکل ۱- نمودار اسکری پلات برای تعیین تعداد عامل‌ها؛ (راست بهار ۱۳۹۷ و چپ تابستان ۱۳۹۶)
Figuir 1. Scree Plot to determine optimum number of factors; left) summer 2017 and right) spring 2018

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که امکان بهبود ژنتیکی لاین‌های مورد مطالعه ذرت در برنامه‌های به‌نژادی متفاوت به‌منظور گسترش و توسعه لاین‌های مطلوب از طریق دورگ‌گیری و تفکیک متجاوز وجود دارد. وراثت‌پذیری عمومی صفات اندازه‌گیری شده در فصل تابستان ۱۳۹۶ از ۱۲/۱۲ درصد برای قطر بلال تا ۹۶/۲۶ درصد برای تعداد شاخه فرعی گل تاجی متفاوت بود همچنین وراثت‌پذیری عمومی در فصل بهار ۱۳۹۷ از ۷۲/۵۷ درصد برای تعداد برگ در بوته تا ۹۷/۶۹ درصد برای عملکرد بیولوژیک متغیر بود. بنابراین به‌علت بالا بودن وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی صفات عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در این مطالعه می‌توان از آن‌ها به‌عنوان شاخص مناسب گزینش والدین در برنامه‌های دورگ‌گیری و تفکیک متجاوز استفاده نمود. همبستگی بسیاری از صفات معنی‌دار بود، از این میان تعداد دانه در ردیف و وزن صد دانه همبستگی بالایی با صفت عملکرد دانه در هر دو فصل زراعی نشان دادند، که از آن‌ها می‌توان برای ارزیابی سریع بوته‌های با عملکرد بالا استفاده کرد. اما صفاتی که بتوانند قبل از گلدهی برای ارزیابی غیرمستقیم مورد استفاده قرار بگیرند همبستگی بالایی با عملکرد نداشتند.

نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها پنج عامل پنهانی و مستقل در فصل بهار و تابستان نشان دادند که به‌ترتیب ۷۱/۴۰ و ۷۲/۲۷ درصد از تنوع کل داده‌ها را تبیین کردند. با توجه به اینکه کاربرد تجزیه به عامل‌ها کاهش داده‌های مورد مطالعه و استفاده از صفات دارای کاربرد بیشتر بر روی صفت عملکرد دانه می‌باشد، با تمرکز بر ضرایبی که بزرگترین قدر مطلق را برای صفات مؤثر بر پنج عامل پنهانی و مستقل در تجزیه به عامل‌ها داشتند، برای فصل تابستان عامل اول سهم عملکرد دانه از کل ماده خشک، عامل دوم به‌عنوان قد و قامت بوته، عامل سوم را با عنوان اجزای تشکیل دهنده قطر بلال، عامل چهارم را با عنوان ارتفاع گل تاجی و آخرین عامل را وزن صد دانه نام‌گذاری شدند. همچنین نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها در فصل بهار نشان داد که تحت عنوان عامل سهم ماده خشک در پر شدن دانه، عامل سهم تعداد دانه در عملکرد، عامل اجزای تشکیل‌دهنده قد و قامت بوته، عامل انشعابات بوته و عامل تعداد ردیف دانه نام‌گذاری شدند.

به‌طور کلی با توجه به اینکه دو عامل سهم عملکرد دانه از کل ماده خشک و عامل قد و قامت بوته بیش از ۶۱ درصد کل تنوع قابل توجیه ۱۴ صفت در ۲۸۹ لاین را توجیه می‌کنند این دو عامل قابلیت تعریف و تشخیص تفاوت‌ها و شباهت‌ها را برای لاین‌هایی که در شرایط بهار خوزستان اصلاح شده باشند دارند.

References

Akbari, A.R., Ghasemi, S.H., Saremi-Rad, A., & Shojaei,S.H. (2018). Genetic diversity study of corn (*Zea mays* L.) genotype for morpho-physiological traits under drought stress. *Journal of Agronomy and Plant Breeding*, *14*(2), 9-23 (In Persian).

Amini, F., Saeedi, Gh. & Arzani, A. (2008). Relatioship between grain yield and yield components in genotypes of safflower. *Journal of Water Soil Science*, *12*(45), 525-535.

Bartley, L., Wu, Y., Saathoff, A., & Sarath, G. (2013). Switchgrass genetics and breeding challenges. *Bioenergy Feedstocks: Breeding and Genetics*, 7-31. https://doi.org/10.1002/9781118609477.ch2

Choukan, R., & Mosavat, S. A. (2006). Mode of gene action of different traits in maize tester lines using diallel crosses.

Choukan, R., Mostafavi, K., Taeb, M., Bihamta, M. R., & Heravan, E. M. (2017). Genetic potential evaluation of Iranian corn Inbred lines using griffing diallel and AMMI model. *Journal of Plant Production Sciences*, *6*, 13-24.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-13]

[DOI: 10.61186/jcb.16.2.104]

Garcia, E. H., Pena-Valdivia, C. B., Aguirre, J. R., & Muruaga, J. S. (1997). Morphological and Agronomic Traits of a Wild Population and an Improved Cultivar of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Annals of Botany*, *79*(2), 207-213. https://doi.org/10.1006/anbo.1996.0329

Golabadi, M., Arzani, A., & Meybodi, A. M. (2008). The effect of finally water stress on yield and morphophysiological traits in F3 families of durum wheat. *Journal of Agricultural Research*, 6, 405-418 (In Persian).

Guertin, W. H. & Bailey. J. P. (1982). Introduction to modern Factor Analysis. Edwards Brothers Inc., Michigan, 405pp.

Gul, R., Khan, H., Bibi, M., & Imran, B. (2013). Genetic analysis and interrelationship of yield attributing traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Animal and Plant Sciences*, *23*(2), 521-526.

Guzman, P. S., & Lamkey, K. R. (2000). Effective population size and genetic variability in the BS11 maize population. *Crop science*, *40*(2), 338-346. https://doi.org/10.2135/cropsci2000.402338x

Hosseini, S.M.S., Mostafavi, Kh. Shiri, M.R., Mohammadi, A., & Miri, S.M. (2021). Genetically analysis of grain yield and some agro-morphological characteristics of selected early maturity maize lines using diallel analysis. *Cereal Research*, 11(3), 269-280 (In Persian). https://doi.org /10.22124/CR.2021.20851.1694

Hoxha, S., Shariflou, M. R., & Sharp, P. (2004). Evaluation of genetic diversity in Albanian maize using SSR markers. *Maydica*, *49*(2), 97-103.

Johson, R. A., & Wichem, D. W. (2007). Applied multivariate statistical analysis. 4th ed. Prentice Hall International, inc., NewJersy.

Kamara, A. Y., Kling, J. G., Menkir, A., & Ibikunle, O. (2003). Agronomic performance of maize (*Zea mays* L.) breeding lines derived from a low nitrogen maize population. *The Journal of Agricultural Science*, *141*(2), 221-230. https://doi.org /10.1017/S0021859603003514

Kanouni, H., Shahab, M. R., Imtiaz, M., & Khalili, M. (2012). Genetic variation in drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes.

Khadem Hosseini, Z., & Rabiei, B. (2021). Investigating the relationships between grain yield and quality related traits in some promising lines of rice (*Oryza sativa* L.). *Cereal Research*, *11*(2), 105-119 (In Persian). https://doi.org /10.22124/CR.2021.20707.1692

Khodarahmpour, Z., Choukan, R., & Hossinpour, B. (2012). Multivariate analysis some quantitative traits in maize inbred lines under heat stress condition. *Crop Production*, 4(2),31-50 (In Persian). https://doi.org /20.1001.1.2008739.1390.4.2.3.7

MajidiMehr, A. (2014). Identify and evaluate the factors influencing of salt tolerant cultivars in Oryza sativa L. Master of Science Thesis in Agriculture. Yasouj University, 150 pp (In Persian).

MajidiMehr, A., & Khoshchereh, H. (2015). Study of different genotypes of rice using multivariate analysis. *Journal of Plant Ecophosiology*, *8*(30), 118-128 (In Persian).

Maschi Bahoosh, M., Abbaskokht, H., & Rabiee, B. (2015). Diversity among new maize hybrids for quantitative and morphological traits. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 46(3),351-367 (In Persian).

Moharramnejad, S., & Shiri, M.R., (2020). Study of genetic diversity in maize genotypes by ear yield and physiological triats. *Journal of Crop Breeding*, *12*(35), 30-40 (In Persian). doi:10.52547/jcb.12.35.30

Moosavi, S. S., Ghanbari, F. Abdollahi, M. R. Kiani, A. R., & Mosavat, S. A. (2018). Evaluation of heritability and genetic parameters of grain yield and important agronomic traits in maize (Z*ea mays* L.) lines using generations mean analysis method. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 2, 93-107 (In Persian). doi:20.1001.1.15625540.1397.20.2.1.6

Ogunniyan, D. J., & Olakojo, S. A. (2014). Genetic variation, heritability, genetic advance and agronomic character association of yellow elite inbred lines of maize (*Zea mays* L.). *Nigerian Journal of Genetics*, *28*(2), 24-28. https://doi.org/10.1016/j.nigjg.2015.06.005

Rafiq, C. M., Rafique, M., Hussain, A., & Altaf, M. (2010). Studies on heritability, correlation and path analysis in maize (*Zea mays* L.). *Journal of agricultural research*, *48*(1), 35-38.

Rahimi, Y., Bihamta, M.R., Taleei, A.R., & Alipour, H. 2019. Genetic variability assessment of Iranian wheat landraces in term of some agronomic attributes under normal irrigation and rain-fed conditions. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 50(3), 1-16 (In Persian). https://doi.org/10.22059/IJFCS.2018.258294.654471

Ramazani M, Samizadeh Lahiji, H., Ebrahimi Koulabi, H., & Kafi Ghasemi, A. (2008). Agronomic and Morphologic Analysis of Maize Hybrids via Factor Analysis in Hammedan. jwss 2008, 12(45), 99-107 (In Persian). https://doi.org/20.1001.1.24763594.1387.12.45.9.6

Ruzbehani, A., Bsaki, T., Karami, S., & Azizi, F. A. R. H. A. D. (2018). Evaluation of promising forage maize hybrids under Markazi province climatic condition. *Applied Field Crops Research*, *31*(1), 87-92. https://doi.org/10.22092/AJ.2018.121177.1265

Sadeghi, F., & Rotbeh, J. (2016). Evaluation of grain yield and yield components using descriptive and multivariate statistics. *Journal of Crop Breeding*, *8*, 212-221. https://doi.org/10.29252/jcb.8.18.212

Saeed, A., Hovsepyan, H., Darvishzadeh, R., Imtiaz, M., Panguluri, S. K., & Nazaryan, R. (2011). Genetic diversity of Iranian accessions, improved lines of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and their wild relatives

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-13]

[DOI: 10.61186/jcb.16.2.104]

by using simple sequence repeats. *Plant Molecular Biology Reporter*, *29*, 848-858. https://doi.org/10.1007/s11105-011-0294-5

Shojaei, S.H., Mostafavi, Kh., Khosroshahli, M., Bihmata, M.R., & Ramshini, H. (2022). Evaluation of yield relationships and yield components in maize hybrids using multivariate and graphical methods in karaj region. *Journal of Crop Breeding*, *14*(41), 174-183 (In Persian). https://doi.org/10.52547/jcb.14.41.174

Silva, T. N., Moro, G. V., Moro, F. V., Santos, D. M. M. D., & Buzinaro, R. (2016). Correlation and path analysis of agronomic and morphological traits in maize. *Revista Ciência Agronômica*, *47*, 351-357.

Silva-Pérez, V., De Faveri, J., Molero, G., Deery, D. M., Condon, A. G., Reynolds, M. P., ... & Furbank, R. T. (2020). Genetic variation for photosynthetic capacity and efficiency in spring wheat. *Journal of Experimental Botany*, *71*(7), 2299-2311. https://doi.org/10.1093/jxb/erz439

Singh, T. P., Raiger, H. L., Kumari, J., Singh, A., & Deshmukh, P. S. (2014). Evaluation of Chickpea genotypes for variability in seed protein content and yield components under restricted soil moisture condition. *Indian Journal of Plant Physiology*, *19*, 273-280. https://doi.org/10.1007/s40502-014-0109-4

Studer, A. J., Wang, H., & Doebley, J. F. (2017). Selection during maize domestication targeted a gene network controlling plant and inflorescence architecture. *Genetics*, *207*(2), 755-765. DOI: 10.1534/genetics.117.300071

Zali, H., Farshadfar, E., & Sabaghpour, S. H. (2011). Genetic variability and interrelationships among agronomic traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes.

Zeinali, H., E. Nasr Abadi, H. Hoseinzadeh, R. Choukan & M. Sabokdast. (2005). Factor analysis in grain maize cultivars. *Iranian Journal of Crop sciences*, *4*(36), 895-902 (In Persian).

Zhao, Y., Zhao, B., Xie, Y., Jia, H., Li, Y., Xu, M., ... & Wang, H. (2023). The evening complex promotes maize flowering and adaptation to temperate regions. *The Plant Cell*, *35*(1), 369-389. DOI: 10.1093/plcell/koac296

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-13]

[DOI: 10.61186/jcb.16.2.104]