Archive of SID

ISSN: 2476-6917; Modares Journal of Biotechnology. 2019;10(2):297-304

Classification of Maize Inbred Line based on Agro-Morphological Traits in order to Produce Hybrid Seed

ARTICLE INFO

Article Type
Original Research

Authors
Ghaffari Azar A.[1] *MSc,*
Darvishzadeh R.*[2] *PhD,*
Molaii B.[3] *MSc,*
Kahrizi D.[4] *PhD,*
Darvishi B.[5] *PhD*

How to cite this article
Ghaffari Azar A, Darvishzadeh R, Molaii B, Kahrizi D, Darvishi B. Classification of Maize Inbred Line based on Agro-Morphological Traits in order to Produce Hybrid Seed. Modares Journal of Biotechnology. 2019;10(2): 297-304.

[1]Plant Breeding & Biotechnology Department, Agriculture Faculty, Urmia University, Urmia, Iran
[2]"Institute of Biotechnology" and "Plant Breeding and Biotechnology Department, Agriculture Faculty", Urmia University, Urmia, Iran
[3]Plant Breeding & Biotechnology Department, Agriculture Faculty, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[4]Agronomy & Plant Breeding Department, Agriculture Faculty, Razi University, Kermanshah, Iran
[5]Seed & Plant Certification & Registration Institute, Agricultural Research Education & Extention Organization (AREEO), Karaj, Iran

Correspondence
Address: Plant Breeding and Biotechnology Department, Agriculture Faculty, Urmia University, 11 Kilometer of Sero Road, Daneshgah Boulevard, Urmia, Iran. Postal Code: 5756151818
Phone: +98 (44) 31942785
Fax: +98 (44) 32779558
r.darvishzadeh@urmia.ac.ir

Article History
Received: August 14, 2017
Accepted: December 31, 2017
ePublished: June 20, 2019

ABSTRACT

Maize (Zea mays L.) is one of the most cultivated crops worldwide, owing to its versatility and wide adaptability, and serves as food, animal feed, and raw material for various industrial products. The purpose of the current research was the classification of maize inbred lines in order to produce hybrid seeds based on agro-morphological traits. Each of 100 maize inbred lines was planted in 6 pots as 6 replications and arranged in completely randomized design in an open area near to greenhouse in 2015. The result of the analysis of variance revealed significant differences among lines for all studied traits. The highest correlation was seen between cob's length and cob's weight. Stepwise regression analysis revealed that 66.4% of seed yield per plant variation was determined by cob's length and cob's weight. Cluster analysis divided inbred lines into 4 groups. The highest Mahalanobis distance (28.07) was observed between cluster 2 and 4. The result of principal component analysis confirmed the calcification by cluster analysis. The genotypes from groups 2 and 4 can be potentially used as parental lines in hybrid varieties production and development of segregating populations.

Keywords Cluster Analysis; Genetic Diversity; Germplasm Bank; Maize

CITATION LINKS

[1] A study of morphological basis of corn (Zea mays L.) yield under drought stress condition using correlation and path coefficient ... [2] Crops ... [3] Multivariate analysis of vineyard peach ... [4] The genetics and exploitation of heterosis in ... [5] Morphological and agronomic variation in North African and Arabian ... [6] Analysis of genetic diversity in crop plants-salient statistical tools and ... [7] Multivariate statistical methods: A ... [8] A proposed revision of the IBPGR barley descriptor ... [9] Multivariate analysis of morphological variation in sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) germplasm from Ethiopia and ... [10] Multivariate analysis of diversity of tetraploid wheat germplasm from ... [11] Phenotypic diversity in cold-tolerant peanut (Arachis hypogaea L.) ... [12] Collection, evaluation and classification of Iranian confectionary sunflower (Helianthus annuus L.) populations using multivaraite statistical ... [13] Genetic diversity in oriental tobacco (Nicotiana tabacum L.) by using Multivariate statistical ... [14] Wild wheat: An introduction. Columbia: University of Missouri-Columbia ... [15] Study of genetic diversity of agro-morphological traits in confectionery sunflower (Helianthus annuus L.) populations using multivariate statistical ... [16] An analysis of variance test for normality ... [17] Hierarchical grouping to optimize an objective ... [18] Genetic diversity mulberry genotypes of Iran by using ... [19] Multivariate analysis of different agronomic traits of Iranian germplasm of bread ... [20] An evaluation of drought resistance in ... [21] Study on grain yield and related traits in new corn (Zea mays L.) hybrid varieties using statistical multivariate ... [22] Evaluation of morphological traits, yield and yield components of corn (Zea mays L.) hybrids in Mashhad ... [23] Correlation study and regression relations between yield, yield components and important crop characteristics of corn hybrids under different culture ... [24] Evaluation of genetic variation of durum wheat genotypes using multivariate ... [25] Classification of French maize populations based on morphological ... [26] Classification of Northern Spanish population of maize by methods of numerical ... [27] Grouping of new maize (Zea mays L.) hybrids using yield and morphological ... [28] Agronomic and morphologic analysis of maize hybrids via factor analysis in ... [29] Determine of genetic relationship in durum wheat lines by cluster analysis and identity of morphological main characters in each ... [30] Relationships among Mexican and some North American and South American races of ... [31] Corn lines clustering based on morphological ... [32] New corn (Zea mays L.) hybrids grouping based on morphological traits, yield and its ...

Copyright© 2019, TMU Press. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

www.SID.ir

Archive of SID

گروه‌بندی لاین‌های خالص ذرت (*Zea mays* L.) براساس صفات آگرومورفولوژیک در راستای تولید بذر هیبرید

علی غفاری‌آذر MSc
گروه اصلاح و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
رضا درویش‌زاده* PhD
"پژوهشکده زیست‌فناوری" و "گروه اصلاح و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی"، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
بفرین مولایی MSc
گروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
دانیال کهریزی PhD
گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
بابک درویشی PhD
موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

چکیده
ذرت یکی از گیاهانی است که به‌طور گسترده در سطح جهان به‌دلیل سازگاری بالای آن برای تامین مواد غذایی انسان، دام و همچنین مواد خام محصولات صنعتی کشت می‌شود. تحقیق حاضر با هدف گروه‌بندی لاین‌های خالص ذرت (*Zea mays* L.) با استفاده از صفات آگرومورفولوژیک در راستای تولید بذر هیبرید صورت گرفت. ۱۰۰ لاین خالص ذرت هر کدام در ۶ گلدان به منزله ۶ تکرار کشت و در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در فضای باز محوطه گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه در سال ۱۳۹۴ چیده شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین لاین‌ها از نظر تمامی صفات مورد مطالعه تفاوت معنی‌دار وجود دارد. ضرایب همبستگی بالایی بین صفات مورد مطالعه مشاهده شد. بالاترین ضریب همبستگی بین صفت طول چوب بلال با وزن چوب بلال (۰/۸۲۲) مشاهده شد. تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام نشان داد صفات طول چوب بلال و وزن چوب بلال ۶۶/۴% تغییر عملکرد دانه را توجیه می‌کنند. در تجزیه کلاستر لاین‌ها در چهار دسته گروه‌بندی شدند. بیشترین فاصله براساس روش ماهانالوبیس بین کلاسترهای ۲ و ۴ برابر ۲۸/۰۷ مشاهده شد. نتایج حاصل از گروه‌بندی براساس تجزیه به مولفه‌های اصلی موید نتایج تجزیه کلاستر بود. به‌طور بالقوه ژنوتیپ‌های گروه‌های ۲ و ۴ می‌توانند به‌عنوان والدین واریته‌های هیبرید و تولید جوامع در حال تفرق استفاده شوند.
کلیدواژه‌ها: تجزیه کلاستر، تنوع ژنتیکی، بانک ژرم‌پلاس، ذرت

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۵/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱۰
*نویسنده مسئول: r.darvishzadeh@urmia.ac.ir

مقدمه

ذرت از جمله غلات با ارزش مناطق گرمسیر و معتدل جهان است. ذرت (*Zea mays* L.) از نظر تولید بعد از گندم و برنج سومین غله مهم محسوب می‌شود[1]. آمار نشان می‌دهد سطح زیرکشت این گیاه در سال ۲۰۱۱ میلادی در ایران ۲۴۳هزارهکتار با عملکرد ٤/٧تن در هکتار بوده است[2].

وجود تنوع برای تداوم و پیشرفت برنامه‌های به‌نژادی گیاهان زراعی و افزایش کارآیی انتخاب ضروری است. تخمین تنوع ژنتیکی و آگاهی از خویشاوندی ژنتیکی ژنوتیپ‌ها، یک عامل اساسی در پیشبرد برنامه‌های اصلاح جمعیت‌های گیاهی است[3]. اطلاع از شباهت‌های ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها باعث می‌شود که انتخاب والدین در یک تلاقی به‌طور دقیق صورت گیرد و هتروزیس به‌خوبی نمایان شود. معمولاً هر چه والدین از لحاظ صفات کمی فاصله بیشتری داشته باشند تنوع و هتروزیس بیشتری در نتایج مشاهده خواهد شد[4].

ارزیابی خصوصیات مورفولوژیک اولین قدم در توصیف، تشریح و دسته‌بندی مجموعه‌های ژرم‌پلاسمی است[5]. روش‌های مختلفی برای مطالعه تنوع ژنتیکی وجود دارد و از جمله مهم‌ترین آنها روش‌های آماری چندمتغیره است که به‌طور همزمان از اطلاعات چندین صفت در کلیه افراد استفاده می‌نمایند. از روش‌های مختلف تجزیه چندمتغیره، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به مولفه‌های اصلی و تجزیه به مختصات اصلی مهم‌ترین روش‌ها هستند که در بیان و تشریح تنوع ژنتیکی کاربرد زیادی دارند[6]. در زمینه بررسی تنوع ژنتیکی، تجزیه خوشه‌ای اصولی‌ترین روش برای برآورد شباهت بین افراد در یک مجموعه ذخایر توارثی است[7]. از تجزیه‌های چندمتغیره غالباً برای تجزیه تنوع ژنتیکی در بسیاری از گیاهان از جمله جو (*Hordeum vulgare* L.) [8]، سورگوم (*Sorghum bicolor* L. Moench) [9]، گندم (*Triticum spp*) [10]، بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) [11]، هلو (*Prunus persica* L. Batsch) [3]، آفتابگردان آجیلی (*Helianthus annuus* L.) [12] و توتون (*Nicotiana tabacum* L.) [13] استفاده شده است. بررسی ابعاد مختلف تنوع ژنتیکی، مختصصین اصلاح نبات را در شناسایی ظرفیت ژنتیکی صفات مرتبط با اهداف اصلاحی یاری می‌نماید. همچنین مطالعه الگوپذیری تنوع ژنتیکی از اقلیم‌های مختلف جغرافیایی نشان‌دهنده قابلیت سازگاری و انعطاف‌پذیری ساختار ژنوم آنها با زیست‌بوم‌های متفاوت است[14]. این پژوهش به‌منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی لاین‌های خالص ذرت انجام شد.

مواد و روش‌ها

در پژوهش تجربی حاضر تعداد ۱۰۰ لاین خالص ذرت از چندین مرکز تحقیقاتی (دانشگاه رازی کرمانشاه، مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج) تهیه و مورد مطالعه قرار گرفت (جدول ۱). از هر لاین تعداد ۶ گلدان ۲۴×۲۴سانتی‌متری کشت و در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی چیده شدند. آزمایش در بهار و تابستان سال ۱۳۹۴ در محوطه گلخانه تحقیقاتی گروه اصلاح و بیوتکنولوژی گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، واقع در منطقه نازلو با عرض جغرافیایی "۳۲ °۳۷ شمالی و طول جغرافیایی "۵ °۴۵ شرقی و ارتفاع از سطح دریای آزاد برابر با ۱۳۱۳متر صورت گرفت. فاصله دو ردیف گلدان از هم ۹۶سانتی‌متر و فاصله گلدان‌ها از هم در روی ردیف ۳۰سانتی‌متر در نظر گرفته شد. هر گلدان به منزله یک تکرار بود. برای هر گلدان از مخلوط خاک برگ+خاک زراعی به نسبت ۱ به ۳ استفاده شد. برای انجام آبیاری از سیستم قطره‌ای استفاده شد به‌صورتی که در مراحل اولیه سبزشدن گیاهچه‌ها به‌صورت ۳ روز یک‌بار ولی بعد از سبزشدن کامل و مصادف‌شدن با فصل گرما آبیاری به‌صورت روزانه صورت گرفت. مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت مکانیکی و بنا به نیاز انجام شد. از مرحله ۸ برگی کود ۲۰-۲۰-۲۰ (NPK) به‌صورت ۳ روز یک‌بار به گلدان‌ها داده شد. بعد از گلدهی صفات مختلف موفولوژیکی مانند ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، ارتفاع بوته تا بلال (سانتی‌متر)، طول برگ (سانتی‌متر)، عرض برگ (سانتی‌متر)، تعداد بلال در بوته، میزان کلروفیل (SPAD)، وزن دانه در بوته (گرم)، وزن چوب بلال (گرم)، قطر ابتدای چوب بلال (سانتی‌متر)، قطر وسط چوب بلال (سانتی‌متر)، طول چوب بلال (سانتی‌متر)، وزن خشک بوته (گرم)،

www.SID.ir

Archive of SID

تاریخ ظهور گل نر (روز)، تاریخ ظهور بلال اول (روز) و تاریخ ظهور بلال دوم (روز) در بوته‌ها اندازه‌گیری شدند. به‌منظور محاسبه وزن خشک بوته، اندام‌های هوایی برش و به‌مدت ۴۸ساعت در دمای ۷۲°C قرار داده و سپس وزن آنها اندازه‌گیری شد[15].

جدول ۱) کد، نام و محل جمع‌آوری لاین‌های خالص ذرت مورد بررسی

کد لاین	نام لاین	محل تهیه	کلاستر	کد لاین	نام لاین	محل تهیه	کلاستر
۱	Tenptato (White- First class)	مشهد	۱	۵۳	P3L2	کرمانشاه	٤
۲	K1263-1388	مشهد	۲	۵٤	P14L1 Kahia	کرمانشاه	٤
٤	36-N/M-K3653/2	مشهد	۲	۵۵	P19l3	کرمانشاه	۱
۵	89-4*	مشهد	۱	۵٦	P9L3 Kahia	کرمانشاه	٤
٦	9/K1911	مشهد	۳	۵۷	P15 L16 Kahia	کرمانشاه	۳
۷	74*/1388	مشهد	٤	۵۸	P11L7	کرمانشاه	٤
۸	8/K1911	مشهد	۳	۵۹	P14L2	کرمانشاه	۳
۹	25*/89	مشهد	۳	٦۰	P14L2	کرمانشاه	٤
۱۰	K1264 /1	مشهد	۲	٦۱	P10L5	کرمانشاه	٤
۱۱	48*1390	مشهد	۱	٦۲	P16L6 Kahia	کرمانشاه	٤
۱۲	13/K19/1	مشهد	۳	٦۳	P16L4 Kahia	کرمانشاه	٤
۱۳	11K1910	مشهد	۳	٦٤	P15L4	کرمانشاه	٤
۱٤	5/K1911	مشهد	۱	٦۵	P1L4 (Dialell- Karaj)	کرمانشاه	٤
۱۵	4/K1911	مشهد	۳	٦٦	P11L9	کرمانشاه	٤
۱٦	7/K1911	مشهد	۲	٦۷	P11L6	کرمانشاه	٤
۱۷	6/K19/1	مشهد	۱	٦۸	P9L6	کرمانشاه	٤
۱۸	2K1911	مشهد	۱	٦۹	P13L3	کرمانشاه	٤
۱۹	55-N- K3640/S	مشهد	۱	۷۰	P3L11	کرمانشاه	٤
۲۰	43*89 (Red cob corn)	مشهد	۱	۷۱	P3L1	کرمانشاه	٤
۲۱	172*/89	مشهد	۳	۷۲	P10L7	کرمانشاه	٤
۲۲	67*/88	مشهد	۱	۷۳	P16L12 Kahia	کرمانشاه	٤
۲۳	23*89	مشهد	۱	۷٤	p1L15 Kahia	کرمانشاه	٤
۲٤	10/K 19/1	مشهد	۳	۷۵	P19L5 Kahia	کرمانشاه	۱
۲۵	1*/89 (Red cob corn)	مشهد	۱	۷٦	P10L9	کرج	٤
۲٦	34*/1399	مشهد	۲	۷۷	K615/1	کرج	۲
۲۷	20*1399	مشهد	۱	۷۸	Mo17	کرج	۲
۲۸	S2/QPM/SUKMA (Indonesia)	مشهد	۳	۷۹	OH43/1-42	کرج	۳
۲۹	K19/1	مشهد	۲	۸۰	K12264/ 5-1	کرج	۲
۳۰	K166 B/89	مشهد	۳	۸۱	R=59	کرج	۳
۳۱	163*/6/15	مشهد	۲	۸۲	K615/1	کرج	۱
۳۲	KE70012/ 1-12 -1388	مشهد	۳	۸۳	B73	کرج	۳
۳۳	75*/1388	مشهد	۲	۸٤	OH43/1042 (Paternal)	کرج	۳
۳٤	A679/420N89	مشهد	۳	۸۵	R59 (Paternal)	کرج	۲
۳۵	K18-B /1392 (Indonesia-Colombia)	مشهد	۳	۸٦	Super sweet-1387 Basin	مشهد	۲
۳٦	66*1388	مشهد	۳	۸۷	197/ Power Hense-S2	مشهد	۲
۳۷	70*1388	مشهد	۳	۸۸	Challenged 1389/st	مشهد	۲
۳۸	14*/89	مشهد	۱	۸۹	Sweet white/ 1390	مشهد	۲
۳۹	6*/88	مشهد	۲	۹۰	1390 Sweet 3151*	مشهد	٤
٤۰	3K19/1	مشهد	۲	۹۱	52*Sweet	مشهد	۳
٤۱	K1263/1 (Sterilized)	مشهد	۱	۹۲	Popcorn-53 or 54 (Linear)	مشهد	۲
٤۲	1387/193/Chase*	مشهد	۱	۹۳	W37a	کرج	۲
٤۳	K615/1	مشهد	٤	۹٤	KS13	کرج	۲
٤٤	39*/89 (Sibcer)	مشهد	۱	۹۵	R319	کرج	۲
٤۵	16*/89	مشهد	۲	۹٦	R59 (Paternal)	کرج	۳
٤٦	115*13981 (White cob corn)	مشهد	۳	۹۷	W153R	کرج	۲
٤۷	138*/89	مشهد	۱	۹۸	K1533 Popcorn	کرج	۲
٤۸	K19*/1392 (Isolate)	مشهد	۳	۹۹	R59*R (Double cross- maternal)	کرج	۱
٤۹	P13L2	مشهد	٤	۱۰۰	B73(RFC or CMS)	کرج	۲
۵۰	P19L17 Kahia	کرمانشاه	٤	۱۰۱	1264/ 1	کرج	۲
۵۱	P15L16	کرمانشاه	٤	۱۰۲	MO17	کرج	۲
۵۲	P6L1	کرمانشاه	٤	۱۰۳	ZK472221	کرج	۲

تجزیه داده‌ها: شناسایی داده‌های پرت (Outliers) و آزمون نرمال‌بودن توزیع اشتباهات آزمایشی مطابق روش شاپیروویلک[16] در نرم‌افزار SAS 9.1 صورت گرفت. تجزیه واریانس برای تمامی صفات با رویه مدل خطی عمومی انجام شد. آماره‌های توصیفی با نرم‌افزار SPSS 22 محاسبه شد. از رگرسیون گام‌به‌گام برای تعیین صفاتی که بیشترین میزان تنوع عملکرد دانه در بوته را توجیه می‌کنند استفاده شد. ارزیابی و گروه‌بندی لاین‌ها با استفاده از روش‌های تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مولفه‌های اصلی روی میانگین داده‌های اصلی صورت گرفت. تجزیه خوشه‌ای، پس از استانداردکردن داده‌ها با روش وارد[17] و تجزیه به مولفه‌های اصلی از طریق ماتریس ضرایب همبستگی صفات در نرم‌افزار مینی‌تب ۱۴ صورت گرفت. فواصل بین کلاسترها در تجزیه کلاستر به روش ماهالانوبیس محاسبه شد. برای این منظور نخست در نرم‌افزار مینی‌تب ۱۴ در فایل داده‌ها ستونی در کنار ستون صفات با نام "گروه" ایجاد شد. براساس نتایج تجزیه کلاستر شماره گروه هر ژنوتیپ در ستون "گروه" درج شد. در تجزیه تابع تشخیص با انتخاب گزینه Above plus complete

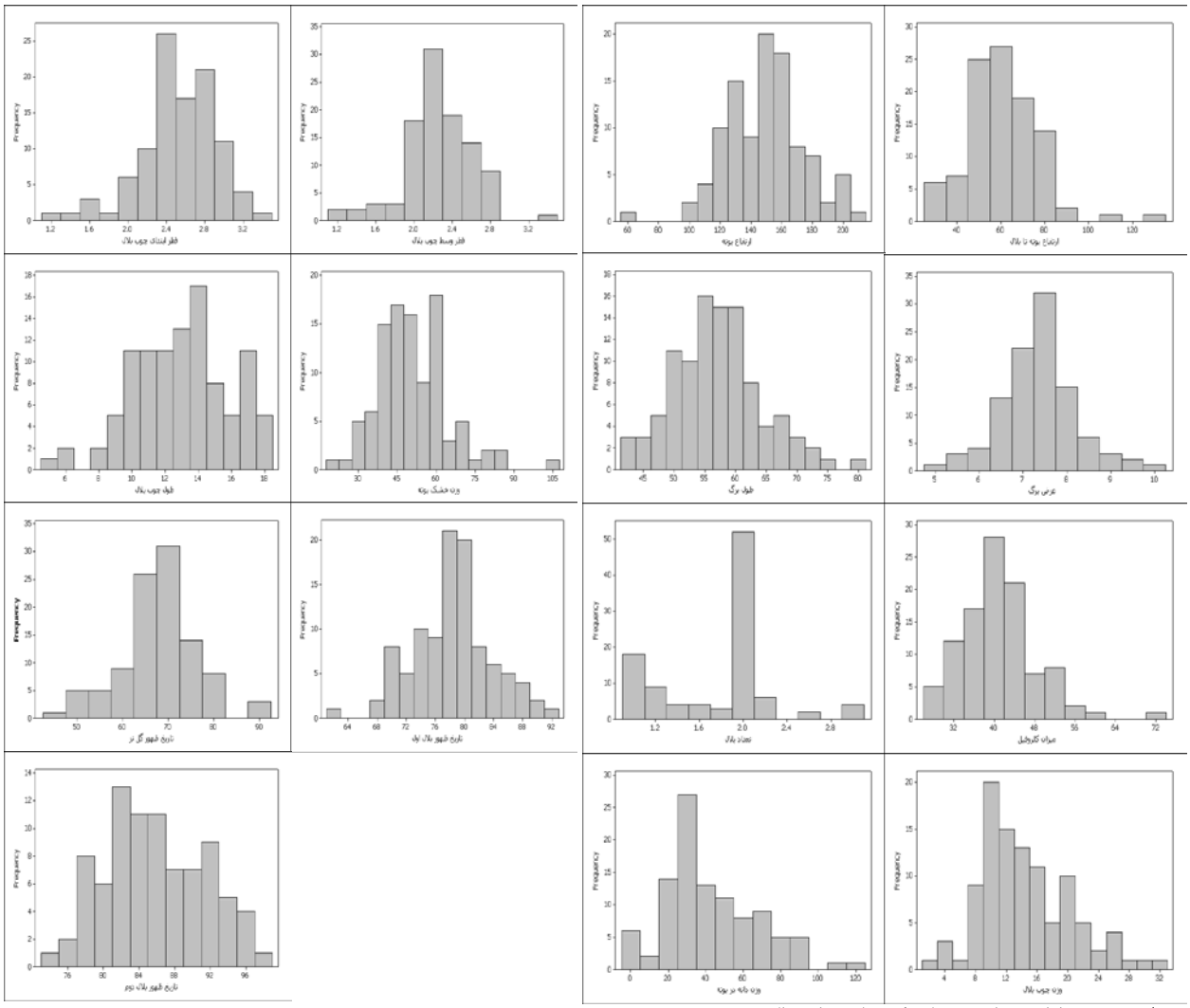
www.SID.ir

Archive of SID

classification summary در زیر بخش Display results از بخش Option فاصله ماهالانوبیس محاسبه شد. توزیع فنوتیپی افراد مورد مطالعه برای هر صفت با نرم‌افزار SPSS 24 رسم شد.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس، بین لاین‌ها از نظر تمامی صفات مورد مطالعه تفاوت معنی‌دار مشاهده شد (داده‌ها گزارش نشده است). توزیع فراوانی و آماره‌های توصیفی شامل میانگین، انحراف‌معیار، مقادیر حداکثر، حداقل و ضرایب تغییرات برای صفات مورد مطالعه در لاین‌های ذرت به‌ترتیب در نمودار ۱ و جدول ۲ ارایه شده است. دامنه تغییرات ارتفاع بسیار گسترده و بین ۲۵۲-۵۸سانتی‌متر متغیر بود که بیانگر این است که اصلاح‌گر می‌تواند با انتخاب ارقام با ارتفاع مناسب باعث افزایش راندمان کل محصول شود. بالابودن دامنه تغییرات برای صفات طول و عرض برگ نشان داد که با انتخاب لاین‌هایی با طول و عرض برگ بیشتر و در نتیجه نسبت سطح برگ و به‌دنبال آن بهبود شاخص سطح برگ، می‌توان در راستای افزایش عملکرد دانه اقدام نمود. برای صفت وزن دانه در بوته دامنه تغییرات در محدوده (۱۲۳/۶۴-۲/۲۶گرم) قرار داشت که مشاهده می‌شود با برنامه‌های انتخاب برای افزایش وزن دانه به‌عنوان یکی از اجزای مهم عملکرد، می‌توان عملکرد را به‌صورت چشمگیر افزایش داد. دامنه تغییرات ظهور گل نر و بلال نیز بسیار متغیر بود، با انتخاب لاین‌های با طول دوره رشد رویشی کمتر می‌توان فرصت بیشتر برای پرکردن دانه و در نتیجه افزایش وزن و تعداد دانه در اختیار گیاه قرار داد و در پی آن عملکرد را بهبود بخشید. ضریب تغییرات از ۳% برای صفت تعداد بلال در بوته تا ۶۹% برای صفت وزن دانه در بوته متغیر بود. براساس نتایج به‌دست‌آمده صفات وزن دانه در بوته (۶۹%)، وزن چوب بلال (۴۷%)، تاریخ ظهور گل نر (۴۵%) و وزن خشک بوته (۳۶%) دارای بیشترین ضریب تغییرات و در نتیجه بالاترین مقدار تنوع در لاین‌های مورد مطالعه بودند. صفات تعداد بلال در بوته (۳%)، تاریخ ظهور بلال اول و تاریخ ظهور بلال دوم با (۷%) دارای کمترین مقادیر ضریب تغییرات بودند. در آزمایش *فخرایی لاهیجی* و همکاران[18] که به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های توت ایران صورت گرفت، صفات طول میوه، طول دمبرگ، وزن خشک میوه، تراکم گل، زمان رسیدن میوه، نظم گلدهی، حاشیه برگ، زاویه نوک برگ، و شکل برگ دارای ضریب تغییرات بالایی بود. *ارشد* و *زهراویی*[19] با ارزیابی ۵۰۸ نمونه ایرانی و خارجی گندم مشاهده کردند که صفات وزن دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و طول سنبله گندم دارای بیشترین تنوع یعنی بزرگ‌ترین ضریب تغییرات و صفات روز تا رسیدن کامل، روز تا گلدهی و روز تا سنبله‌دهی دارای کمترین تنوع بودند.



نمودار ۱) توزیع فراوانی صفات مورفولوژیک در لاین‌های خالص ذرت
محور عمودی فراوانی هر دسته و محور افقی دسته‌بندی‌های مربوط به هر صفت را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲) آماره‌های توصیفی برای صفات مورد مطالعه در لاین‌های خالص ذرت

صفات (واحد اندازه‌گیری)	میانگین	انحراف‌استاندارد	ضریب تغییرات	حداقل	چارک اول	میانه	چارک سوم	حداکثر
PH (سانتی‌متر)	۱۴۹/۰۸	۲/۵۱	۱۷/۰۴	۵۸/۴۷	۱۳۰/۳۵	۱۴۸/۳۳	۱۶۳/۹۷	۲۱۱/۶۷
PHE (سانتی‌متر)	۵۹/۸۷	۱/۶	۲۶/۹۴	۲۸/۶	۵۰/۵۴	۵۷/۳۷	۶۸/۷۶	۱۲۶
LL (سانتی‌متر)	۵۷/۱۹	۰/۷۱۱	۱۲/۵۵	۴۲/۴۴	۵۲/۲۵۷	۵۶/۵۱۵	۶۰/۹۴	۸۰/۰۶
LW (سانتی‌متر)	۷/۳۶۴۴	۰/۰۸۷۳	۱۱/۴۸	۵/۰۱	۶/۸۱۷۵	۷/۳۵	۷/۷۸۵	۹/۹۹
EPP	۱/۷۶۶۴	۰/۰۵	۲۸/۵۸	۱	۱/۱۹۲۵	۲	۲	۳
Ch (SPAD)	۴۰/۸۸۳	۰/۷۱۸	۱۷/۷۳	۲۷/۶۸	۳۶/۶۰۳	۴۰/۲۹	۴۴/۱۸۳	۷۰/۱۳
SWP (گرم)	۴۳/۲۶	۲/۴۸	۵۷/۹	۲/۲۶	۲۵/۵۵	۳۶/۳	۶۰/۴۵	۱۲۳/۶۴
CDW (گرم)	۱۴/۳۸۵	۰/۵۷۷	۴۰/۴۸	۲/۵۷	۱۰/۳۴۳	۱۳/۰۲۵	۱۸/۱۹	۳۱/۰۴
CDBP (سانتی‌متر)	۲/۵۱۷۷	۰/۰۳۸۶	۱۵/۴۷	۱/۱	۲/۳۲	۲/۵۴	۲/۷۸	۳/۳۲
CDMP (سانتی‌متر)	۲/۲۴۶۸	۰/۰۳۶۱	۱۶/۲۴	۱/۱	۲/۰۸	۲/۲۳	۲/۴۸	۳/۴۴
CL (سانتی‌متر)	۱۲/۹۷۱	۰/۲۸۲	۲۱/۹۸	۴/۸	۱۱/۰۴۵	۱۳/۲۳	۱۵/۰۳۵	۱۷/۸۷
DWP (گرم)	۵۱/۰۵	۱/۳۵	۲۶/۲۸	۲۰/۸۵	۴۱/۴۴	۴۹/۲۶	۵۹/۶۱	۱۰۵/۱۵
DT (روز)	۶۷/۹۱۹	۰/۸۳۱	۱۲/۳۶	۴۲/۸۳	۶۳/۹۱۸	۶۸/۳۳۵	۷۲/۲۵۳	۹۱
DFEE (روز)	۷۸/۲۲۸	۰/۵۲۸	۶/۸۱	۶۲	۷۴/۵۸۵	۷۸/۱۷	۸۱	۹۲/۴
DSEE (روز)	۸۵/۶۲۲	۰/۶۰۹	۶/۵۶	۷۴/۲۵	۸۱/۶۶۵	۸۵	۹۰/۶۵	۹۷

PH: ارتفاع بوته، PHE: ارتفاع بوته تا بلال، LL: طول برگ، LW: عرض برگ، EPP: تعداد بلال، Ch: میزان کلروفیل، SWP: وزن دانه در بوته، CDW: وزن چوب بلال، CDBP: قطر ابتدای چوب بلال، CDMP: قطر وسط چوب بلال، CL: طول چوب بلال، DWP: وزن خشک بوته، DT: تاریخ ظهور گل نر، DFEE: تاریخ ظهور بلال اول، DSEE: تاریخ ظهور بلال دوم

همبستگی صفات مورد مطالعه

اطلاع از چگونگی ارتباط بین صفات مختلف در پیشرفت برنامه‌های به‌نژادی برای افزایش عملکرد دانه اهمیت دارد زیرا انتخاب یک‌طرفه برای صفات زراعی بدون درنظرگرفتن صفات دیگر نتایج مطلوبی نخواهد داشت. بنابراین در برنامه‌های اصلاحی می‌بایست به همبستگی بین صفات توجه شود[20]. با استفاده از تجزیه همبستگی رابطه بین صفات مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول ۳). در رابطه با اکثر صفات مورد مطالعه تغییرات مربوط به جفت صفات هم‌سو با همدیگر بود. بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین صفات طول چوب بلال با وزن چوب بلال (۰/۸۲۲) مشاهده شد. طول بلال دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با صفات ارتفاع بوته (۰/۸۰۸)، طول برگ (۰/۶۲۵) و وزن خشک بوته (۰/۶۴۶) بود. همبستگی مثبت بین طول برگ و وزن خشک بوته (۰/۵۱۰) مشاهده شد. تغییرات وزن دانه با طول چوب بلال (۰/۷۹۷) و وزن چوب بلال (۰/۷۳۳) هم‌سو و معنی‌دار در سطح احتمال ۱% بود. وزن چوب بلال با صفات طول چوب بلال (۰/۸۲۲)، قطر ابتدای چوب با تاریخ ظهور بلال دوم (۰/۷۱۹) همبستگی مثبت نشان داد. در این آزمایش ضرایب همبستگی منفی بین برخی از صفات مشاهده شد. بیشترین همبستگی منفی بین تاریخ ظهور بلال اول و تعداد بلال مشاهده شد که بیانگر این است که هرچه بلال اول دیرتر ظاهر شود تعداد بلال کاهش می‌یابد. البته این مقدار به‌دلیل غیرمعنی‌داربودن از نظر آماری فاقد اهمیت است. *بیرگی* و همکاران[21] در مطالعه خود روی هیبریدهای جدید ذرت نشان دادند بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار در درجه اول بین تعداد دانه در ردیف بلال با طول بلال (۰/۷۹) و بعد از آن بین رسیدگی فیزیولوژیکی و تعداد کل برگ در گیاه (۰/۶۸) وجود داشت. در آزمایش آنها بررسی همبستگی سایر صفات بیانگر همبستگی مثبت و معنی‌دار بین ارتفاع بوته و ارتفاع بلال (۰/۸) بود. در آزمایش *گلباشی* و همکاران[22] بررسی همبستگی بین صفات مختلف نشان داد که به‌ترتیب، بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین ارتفاع بوته و بلال (۰/۸۴) و وزن چوب و درصد چوب (۰/۸۰) وجود داشت و همچنین بیشترین همبستگی منفی نیز بین صفات درصد دانه و وزن چوب (۰/۸-) مشاهده شد. *شعاع حسینی* و همکاران[23] بیان نمودند در نتیجه افزایش قطر بلال و قطر چوب بلال، وزن چوب و درصد چوب بلال در مجموع کاهش و عملکرد دانه افزایش می‌یابد.

از رگرسیون گام‌به‌گام به‌منظور تعیین متغیرهای موثر بر متغیر تابع استفاده شد (جدول ۴). به همین منظور عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته و دیگر صفات به‌عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند. طول چوب بلال نخستین متغیر واردشده به مدل بود که ۶۲% از تغییر عملکرد دانه را توجیه می‌کرد. در مرحله بعدی صفت وزن چوب بلال وارد مدل شد. در مجموع این صفات ۶۶/۴% تغییرپذیری‌های عملکرد دانه در بوته را تبیین می‌کنند.

تجزیه به مولفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای

از تجزیه به مولفه‌های اصلی برای رسیدن به اهداف تشریح و تنوع موجود در جامعه، تعیین سهم هر صفت در تنوع و کاهش تعداد متغیرهای اصلی از طریق محاسبه مولفه‌های غیرهمبسته که ترکیبی از متغیرهای اصلی هستند، استفاده می‌شود[24]، در تجزیه تنوع موجود به مولفه‌های اصلی با استفاده از ماتریس همبستگی، سه مولفه اول ۶۲% تنوع موجود را توجیه نمودند (جدول ۵). در واقع دو مولفه اول ۵۲% واریانس را به خود اختصاص دادند. صفات ارتفاع بوته، وزن دانه در بوته، وزن چوب بلال و قطر ابتدای چوب بلال به‌ترتیب بیشترین نقش را در تبیین مولفه اول و صفات وزن دانه در بوته، تاریخ ظهور گل نر و تاریخ ظهور بلال اول نیز بیشترین نقش را در تبیین مولفه دوم داشتند. در نمودار ۲ موقعیت مکانی لاین‌های مورد بررسی از نظر دو مولفه اصلی حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی براساس صفات آگرومورفولوژیک که توانستند بیشترین درصد از واریانس کل را توجیه نمایند، مشخص شده است. براساس این دسته‌بندی گروه اول از نظر مولفه اول دارای مقادیر بالا و مثبت و از نظر مولفه دوم دارای مقادیر منفی است. اکثر لاین‌های گروه دوم دارای مقادیر حداکثر و مثبت از هر دو مولفه هستند. گروه سوم دارای پراکندگی زیاد از نظر دو مولفه و درنهایت گروه چهارم دارای مقادیر منفی برای هر دو مولفه اصلی بود. *گاوسنارد* و همکاران[25] در بررسی تنوع موجود در ۲۶۲ ذرت ژرم‌پلاسم فرانسه از نظر صفات آگرو-مورفولوژیکی با استفاده از تجزیه به مولفه‌های اصلی و گروه‌بندی براساس این مولفه‌ها اعلام کردند که مهم‌ترین متغیرها در بردارهای اصلی صفات رسیدگی، شکل بلال و دانه است. این گروه‌بندی اهمیت صفات رسیدگی، شکل دانه و بلال را در گروه‌بندی نشان می‌دهد. *لورادو* و *گونزالس*[26] با بررسی ۲۳ صفت مورفولوژیکی و با استفاده از سه مولفه اصلی که ۶۴/۵% تغییرات کل را توجیه می‌نمودند، تعداد ۸۳ رقم آزاد گرده‌افشان ذرت اسپانیا را در چهار گروه مختلف طوری

www.SID.ir

Archive of SID

گروه‌بندی کردند که مولفه اول، زودرسی و اندازه دانه، مولفه دوم قطر بلال و صفت گل تاجی و بلاخره مولفه سوم شکل دانه، طول و شکل بلال را توصیف می‌نمود. در پژوهش *فراهانی* و *ارزانی*[24] روی گندم در مولفه اول بیشترین تغییرات را صفات روز تا سنبله‌دهی، روز تا ۵۰% گرده‌افشانی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته و طول سنبله در جهت مثبت و وزن هزار دانه در جهت منفی توجیه نمودند و در مولفه دوم بالاترین سهم را صفات عملکرد دانه، شاخص برداشت، وزن دانه در سنبله و تعداد دانه در سنبله دارا بودند. در مولفه سوم تعداد سنبله در واحد سطح و عملکرد بیولوژیک و در مولفه چهارم صفات عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه دارای اهمیت بودند.

جدول ۳) همبستگی بین صفات مورد مطالعه در لاین‌های خالص ذرت

صفات	PH	PHE	LL	LW	EPP	Ch	SWP	CDW	CDBP	CDMP	CL	DWP	DT	DFEE	DSEE
PHE	۰/۸۰۸														
LL	۰/۴۹۳	۰/۶۲۵													
LW	۰/۳۷۷	۰/۳۸	۰/۳۶۶												
EPP	۰/۲۷۵	۰/۱۳۵	-۰/۰۲۷	۰/۰۶۴											
Ch	-۰/۰۱۱	-۰/۰۲۹.	-۰/۰۶۶	-۰/۱۵۸	-۰/۰۳۳										
SWP	۰/۳۵	۰/۲۲۳	۰/۰۴۳	۰/۲۸۸	۰/۲۵۲	۰/۱۹۷									
CDW	۰/۴۴۲	۰/۲۸۷	۰/۰۷۸	۰/۳۶۶	۰/۲۴۹	۰/۱۰۳	۰/۷۷۳								
CDBP	۰/۳۷۹	۰/۲۶۸	۰/۰۲۱	۰/۲۶۵	۰/۲۶۸	۰/۱۷۶	۰/۵۲۴	۰/۷۵							
CDMP	۰/۱۸۶	۰/۰۹۴	۰/۰۴۱	۰/۱۹۷	۰/۱۸۸	۰/۱۰۶	۰/۴۰۱	۰/۶۲۲	۰/۷۹۲						
CL	۰/۴۴۲	۰/۳۱۷	۰/۰۹۷	۰/۳۱۴	۰/۲۲۳	۰/۱۶۷	۰/۷۹۷	۰/۸۲۲	۰/۵۵۵	۰/۴۰۱					
DWP	۰/۶۴۹	۰/۶۴۶	۰/۵۱	۰/۴۰۶	۰/۲۱۹	-۰/۰۳۷	۰/۳۲۸	۰/۴۲۲	۰/۳۱۸	۰/۲۰۸	۰/۳۶۸				
DT	۰/۱۹۸	۰/۱۸۸	۰/۲۲۳	۰/۲۷۶	-۰/۰۵۱	۰	-۰/۱۰۵	-۰/۰۶۴	-۰/۰۲۵	-۰/۰۸۵	-۰/۰۶۴	۰/۲۲۲			
DFEE	۰/۱۹۸	۰/۱۶۴	۰/۱۷۷	۰/۱۸۴	-۰/۱۷۸	۰/۰۱۴	-۰/۱۷۴	-۰/۱۴	-۰/۰۱۵	-۰/۱۱۴	-۰/۱۲۸	۰/۲۲۵	۰/۶۹۶		
DSEE	۰/۳۶۳	۰/۳۱۶	۰/۱۹۵	۰/۲۴	۰/۱۰۹	-۰/۰۳۳	-۰/۰۸۴	-۰/۰۱	۰/۰۹۲	-۰/۰۵۳	-۰/۰۰۲	۰/۲۸۳	۰/۴۲۵	۰/۷۱۹	

همبستگی‌های برابر یا بزرگتر از ۰/۱۹۷ معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵

PH: ارتفاع بوته، PHE: ارتفاع بوته تا بلال، LL: طول برگ، LW: عرض برگ، EPP: تعداد بلال، Ch: میزان کلروفیل، SWP: وزن دانه در بوته، CDW: وزن چوب بلال، CDBP: قطر ابتدای چوب بلال، CDMP: قطر وسط چوب بلال، CL: طول چوب بلال، DWP: وزن خشک بوته، DT: تاریخ ظهور گل نر، DFEE: تاریخ ظهور بلال اول، DSEE: تاریخ ظهور بلال دوم

جدول ۴) رگرسیون گام‌به‌گام برای عملکرد دانه به‌عنوان متغیر تابع و دیگر صفات به‌عنوان متغیر مستقل در لاین‌های خالص ذرت

متغییرهای واردشده به مدل	ضرایب رگرسیون b1	ضرایب رگرسیون b2	R^2 جزئی	R^2	R^2 تصحیح‌شده	F	ضریب تورم واریانس
CL	۰/۷۹۱		۰/۶۲۵	۰/۶۲۵	۰/۶۲۰	۱۳۸/۳۳**	۲/۹۲
CDW	۰/۴۹۰	۰/۳۷۱	۰/۰۴۷	۰/۶۷۲	۰/۶۶۴	۸۴/۰۲**	۲/۹۲

Durbin-Watson=1.89

CDW: وزن چوب بلال، CL: طول چوب بلال

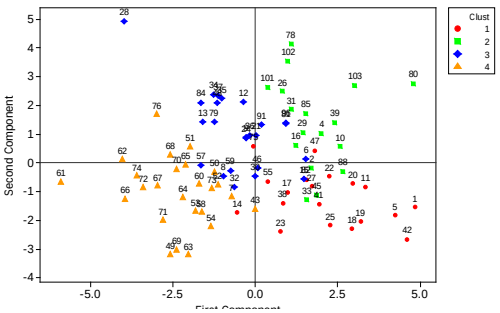
جدول ۵) مقادیر ویژه، درصد واریانس و واریانس تجمعی مولفه‌های اصلی در لاین‌های خالص ذرت

	مقادیر ویژه														
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12	PC13	PC14	PC15
مقدار ویژه	۴/۹۳۳۵	۲/۹۰۷۱	۱/۵۲۵	۱/۱۰۶	۱/۰۲۹۲	۰/۸۴۳۷	۰/۶۸۵۵	۰/۴۶	۰/۳۷۲۸	۰/۳۳۷۴	۰/۲۱۸۷	۰/۱۸۵۸	۰/۱۸۰۳	۰/۱۱۹۶	۰/۰۹۵۵
درصد واریانس	۰/۳۲۹	۰/۱۹۴	۰/۱۰۲	۰/۰۷۴	۰/۰۶۹	۰/۰۵۶	۰/۰۴۶	۰/۰۳۱	۰/۰۲۵	۰/۰۲۲	۰/۰۱۵	۰/۰۱۲	۰/۰۱۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۶
درصد تجمعی	۰/۳۲۹	۰/۵۲۳	۰/۶۲۴	۰/۶۹۸	۰/۷۶۷	۰/۸۲۳	۰/۸۶۹	۰/۸۹۹	۰/۹۲۴	۰/۹۴۷	۰/۹۶۱	۰/۹۷۴	۰/۹۸۶	۰/۹۹۴	۱
	بردارهای ویژه														
متغیر	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12	PC13	PC14	PC15
PH	-۰/۳۵۲	۰/۱۸	۰/۲۱	-۰/۱۴۱	۰/۱۵۱	-۰/۱۰۲	-۰/۱۶۳	۰/۰۲۴	-۰/۰۳	-۰/۴۹۹	۰/۱۳-	۰/۳۷۶	۰/۲۲۴	-۰/۵۰۵	-۰/۰۷۸
PHE	-۰/۳۲۱	۰/۲۴۳	۰/۳۲۱	۰/۰۳۸	۰/۱۸۶	-۰/۱۰۸	-۰/۰۴۹	۰/۰۵	-۰/۶۹	-۰/۳۴۸	۰/۱۸	-۰/۲۴۷	۰/۰۴	۰/۶۷۹	۰/۱۷۹
LL	-۰/۲۲۱	۰/۲۵۷	۰/۳۳۴	۰/۳۴۶	۰/۱۱۶	-۰/۱۸۶	۰/۲۴۹	-۰/۱۲۷	۰/۵۷۷	۰/۳۰۳	-۰/۰۵۱	-۰/۰۲۹	-۰/۲۵۸	-۰/۱۷۹	-۰/۰۳۲
LW	-۰/۲۶۸	۰/۰۹	-۰/۰۳۱	۰/۲۲۷	-۰/۳۴۳	۰/۴۴۸	۰/۳۷۹	-۰/۵۴۶	-۰/۲۷۷	-۰/۱۳۷	-۰/۰۸۳	۰/۰۵۷	-۰/۰۲۹	۰/۰۰۸	-۰/۰۲۴
EPP	-۰/۱۱۴	۰/۰۰۹	۰/۰۶۹	-۰/۸۲۳	-۰/۲۱۲	-۰/۲۳	۰/۲۴۹	-۰/۲۲۸	۰/۱۲	۰/۱۲۳	-۰/۰۹۸	۰/۱۰۱	-۰/۱۵۹	۰/۱۳۲	۰/۰۱۵
Ch	-۰/۰۵۶	-۰/۱۴۳	-۰/۲۹	-۰/۰۴۲	۰/۸۱۱	-۰/۰۸۷	۰/۲۵۴	-.۰۳۳۵	-۰/۱۷۵	۰/۰۸۸	۰	۰/۰۴۴	۰/۰۱۴	-۰/۰۰۹	۰/۰۸۴
SWP	-۰/۳۰۱	-۰/۳۰۲	۰/۰۲۵	-۰/۱۵۴	۰/۰۶	۰/۳۵۹	-۰/۰۲۳	۰/۰۲۹	۰/۳۳۷	۰/۱۵۹	-۰/۲۱۳	-۰/۳۷۸	۰/۵۶۹	-۰/۰۲۸	-۰/۰۸۹
CDW	-۰/۳۶۴	-۰/۲۷۹	-۰/۰۸۶	۰/۰۱۴	-۰/۰۸۹	۰/۰۷۶	-۰/۰۹	۰/۱۶۷	-۰/۰۱	۰/۰۵۹	۰/۰۱۱	۰/۰۲۱	-۰/۲۶	-۰/۱۷۲	۰/۷۹۵
CDBP	-۰/۳۱۵	-۰/۲۱۷	-۰/۳۱۴	۰/۰۶	-۰/۱۰۲	-۰/۳۳۵	-۰/۰۲۹	۰/۰۳۵	-۰/۰۸۲	-۰/۲۴۷	-۰/۱۳۱	-۰/۵۰۴	-۰/۳۶۳	-۰/۱۵۳	-۰/۳۶۵
CDMP	-۰/۲۲۴	-۰/۲۷	-۰/۲۷۶	۰/۲۷۴	-۰/۲۴۷	-۰/۴۸۲	۰/۰۳۲	-۰/۱۰۳	۰/۱۵۲	۰/۰۳۹	۰/۱۲۴	۰/۴۰۲	۰/۳۸۴	۰/۲۶۸	-۰/۰۱۸
CL	-۰/۳۳۱	-۰/۲۴۴	۰/۰۲۲	-۰/۰۲۴	۰/۱۵۱	۰/۳۹۱	-۰/۱۴۵	۰/۲۰۸	۰/۰۸۵	۰/۰۸۴	۰/۲۲۹	۰/۴	-۰/۳۷۵	۰/۲۳۸	-۰/۴۰۵
DWP	-۰/۳۳۶	۰/۱۶۸	۰/۲۰۶	-۰/۰۰۲	-۰/۰۳۹	-۰/۱۷۳	-۰/۰۵۵	۰/۱۴۶	-۰/۵۸۷	۰/۵۸۹	۰/۱۰۸	-۰/۰۷	۰/۱۵۸	-۰/۱۱۱	-۰/۱۲
DT	-۰/۱۱۷	۰/۳۴	-۰/۳۶۳	-۰/۰۷۸	-۰/۰۱۲	۰/۰۹۴	۰/۵۷۸	۰/۵۲	۰/۰۷۷	-۰/۱۰۶	۰/۲۸۹	-۰/۰۳	۰/۱۲۴	-۰/۰۵۴	۰/۰۰۸
DFEE	-۰/۰۹	۰/۴۱۶	-۰/۴۳۴	۰/۰۳۱	۰/۰۱۷	۰/۰۷۷	-۰/۲۳۲	۰/۱۰۴	۰/۰۳۴	۰/۱۸۹	-۰/۶۷۵	۰/۱۷۶	-۰/۰۶۲	۰/۱۷۸	۰/۰۱۲
DSEE	-۰/۱۳۹	۰/۳۸۵	۰/۳۲۶-	-۰/۱۲۳	-۰/۰۲۲	۰/۰۷۴	-۰/۴۶۵	-۰/۳۶۳	۰/۱۹۳	۰/۰۵۴	۰/۵۳۲	-۰/۱۶۳	۰/۰۳۲	-۰/۰۷	۰/۰۴۳

PH: ارتفاع بوته، PHE: ارتفاع بوته تا بلال، LL: طول برگ، LW: عرض برگ، EPP: تعداد بلال، Ch: میزان کلروفیل، SWP: وزن دانه در بوته، CDW: وزن چوب بلال، CDBP: قطر ابتدای چوب بلال، CDMP: قطر وسط چوب بلال، CL: طول چوب بلال، DWP: وزن خشک بوته، DT: تاریخ ظهور گل نر، DFEE: تاریخ ظهور بلال اول، DSEE: تاریخ ظهور بلال دوم.

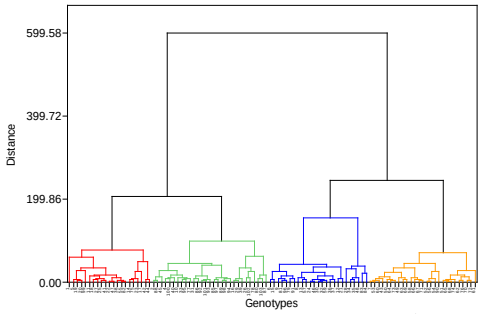
www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۲) دسته‌بندی لاین‌های خالص ذرت براساس دو مولفه اول و دوم تجزیه به مولفه‌های اصلی روی صفات آگرومورفولوژیک

تجزیه خوشه‌ای براساس صفات آگرومرفولوژیک به روش وارد، لاین‌های مورد مطالعه را در چهار کلاستر گروه‌بندی نمود (نمودار ۳ و جدول ۱). با توجه به جدول ۱ مشاهده می‌شود که در هر گروه افرادی از هر سه محل تهیه (کرمانشاه، مشهد و کرج) حضور دارند. در واقع در این تحقیق تنوع ژنتیکی الگوپذیری چندانی از محل تهیه ندارد، زیرا لاین‌های مربوط به یک محل در گروه‌های ژنتیکی مختلف قرار گرفتند و در یک گروه ژنتیکی، لاین‌ها از همه مکان‌ها حضور داشتند و این امر احتمالاً به‌دلیل تشابه نسبی لاین‌ها یا توزیع یکسان لاین‌ها بین استان‌های همجوار است. بیشتر لاین‌های مورد مطالعه در گروه دوم قرار گرفتند و این گروه با ۳۵ لاین بزرگ‌ترین گروه بود. گروه اول با ۲۱ لاین کوچک‌ترین کلاستر را تشکیل داد. لاین‌های درون یک گروه دارای قرابت ژنتیکی بالا با یکدیگر و تفاوت ژنتیکی با افراد سایر گروه‌ها هستند. به‌منظور ایجاد تنوع و هتروزیس بالاتر می‌توان ژنوتیپ‌های یک گروه را با افرادی از گروه‌های دیگر که دارای حداکثر فاصله ژنتیکی با آنها هستند ترکیب نمود. در به‌نژادی، انتخاب نیازمند تنوع ژنتیکی است و با افزایش تنوع ژنتیکی در یک جمعیت، دامنه انتخاب گسترده‌تر می‌شود. با توجه به نتایج حاصل از مقایسات میانگین که براساس آزمون SNK در راستای کاهش خطای نوع اول صورت گرفت (جدول ۶)، گروه چهارم از نظر صفات ارتفاع بوته، ارتفاع بوته تا بلال، عرض برگ، وزن چوب بلال، قطر ابتدای چوب بلال، تعداد بلال در بوته، وزن دانه در بوته و وزن خشک بوته دارای بیشترین مقدار بود. از نظر صفات طول برگ، تعداد بلال و تاریخ ظهور گل نر و تاریخ ظهور بلال دوم گروه سوم بهتر از سایر گروه‌ها بود. از نظر صفت ارتفاع بوته لاین‌های گروه چهارم بیشترین مقدار و گروه سوم در جایگاه دوم قرار داشت و دو گروه اول و دوم از نظر صفت ارتفاع بوته در یک گروه آماری قرار گرفتند. از نظر صفت ارتفاع بوته تا بلال گروه چهارم بیشترین مقدار و گروه‌های اول و دوم دارای کمترین مقدار بودند و از نظر آماری باهم اختلاف معنی‌داری نداشتند. بیشترین مقدار طول برگ در لاین‌های گروه سوم و کمترین مقدار در گروه‌های اول و دوم مشاهده شد. از نظر صفت عرض برگ بیشترین مقدار در گروه چهارم و کمترین آن در گروه اول مشاهده شد و گروه‌های دوم و سوم برای این صفت در یک گروه آماری قرار گرفتند. برای صفت تعداد بلال در بوته گروه سوم دارای بیشترین مقدار بود که با گروه‌های چهارم و اول تفاوت معنی‌دار نداشت و در یک گروه آماری قرار گرفتند و گروه اول دارای کمترین مقدار بود. بیشترین مقدار کلروفیل در گروه اول مشاهده شد که این مقدار با گروه چهارم تفاوت معنی‌دار نداشت. برای صفات وزن دانه در بوته گروه چهارم بیشترین مقدار را داشت و با سایر گروه‌ها در یک جامعه آماری قرار گرفت. بیشترین وزن چوب بلال مربوط به گروه چهارم بود و گروه‌های اول و سوم از نظر آماری تفاوت معنی‌دار نداشتند و کمترین مقدار مربوط به گروه دوم بود. بیشترین قطر وسط چوب بلال مربوط به گروه چهارم و کمترین مقدار آن مربوط به گروه اول بود. بیشترین طول چوب بلال مربوط به گروه چهارم بود و با سایر گروه‌ها که در یک جامعه آماری قرار گرفتند تفاوت معنی‌دار داشت. بیشترین وزن خشک بوته مربوط به گروه چهارم و کمترین مقدار مربوط به گروه اول بود. از نظر صفت تاریخ ظهور گل نر بیشترین مقدار در گروه سوم مشاهده شد که با گروه دوم تفاوت معنی‌دار از نظر آماری نداشت و کمترین مقدار مربوط به گروه اول بود. برای صفت تاریخ ظهور بلال اول بیشترین مقدار را گروه دوم و کمترین مقدار را گروه اول داشت.



نمودار ۳) دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای لاین‌های خالص ذرت براساس صفات آگرومورفولوژیک مورد مطالعه به روش وارد

جدول ۶) فاصله گروه‌ها از هم و مقایسه میانگین صفات در گروه‌های حاصل از تجزیه‌ای خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها با استفاده از آزمون SNK در لاین‌های خالص ذرت

گروه	تعداد ژنوتیپ	فاصله کلاستر X از Y	فاصله کلاستر X از Y	PH	PHE	LL	LW	EPP	Ch	SWP
اول	۲۱	۱ از ۲=۱۲/۷۲	۲ از ۴=۲۸/۰۷	۱۳۱/۳۱^{b}	۴۷/۹۸^{b}	۵۲/۸۲^{c}	۶/۵۷^{c}	۱/۸۲^{a}	۴۲/۹۱^{a}	۳۵/۱۴^{b}
دوم	۲۵	۱ از ۳=۱۲/۸۶	۳ از ۴=۲۲/۳۱	۱۳۵/۴۹^{b}	۵۵/۴۴^{b}	۵۵/۹۳^{bc}	۷/۴۰^{b}	۱/۳۹^{b}	۳۹/۲۹^{a}	۲۷/۵۲^{b}
سوم	۲۹	۱ از ۴=۱۹/۴۳		۱۶۱/۱۳^{a}	۶۶/۴۸^{a}	۶۰/۵۸^{a}	۷/۴۳^{b}	۱/۹۷^{a}	۴۰/۰۳^{a}	۳۲/۶۹^{b}
چهارم	۲۷	۲ از ۳=۱۷/۱۹		۱۶۶/۳۵^{a}	۶۷/۷۷^{a}	۵۸/۸۰^{ab}	۷/۸۹^{a}	۱/۹۵^{a}	۴۱/۸۱^{a}	۷۶/۲۷^{a}
				CDW	**CDBP**	**CDMP**	**CL**	**DWP**	**DT**	**DFEE**
				۱۱/۶۸^{bc}	۲/۳۸^{b}	۲/۲۲^{b}	۱۲/۱۳^{b}	۳۹/۶۱^{b}	۵۸/۹۸^{c}	۷۲/۷۲^{c}
				۱۰/۱۴^{c}	۲/۱۷^{c}	۱/۹۲^{c}	۱۱/۲۳^{b}	۴۴/۷۸^{b}	۷۱/۴۵^{a}	۸۱/۱۶^{a}
				۱۳/۳۱^{b}	۲/۷۳^{a}	۲/۴۰^{a}	۱۱/۹۴^{b}	۵۸/۰۱^{a}	۷۲/۷۹^{a}	۸۰/۸۱^{a}
				۲۲/۰۶^{a}	۲/۸۰^{a}	۲/۴۸^{a}	۱۶/۴۴^{a}	۶۰/۲۵^{a}	۶۶/۵۷^{b}	۷۶/۹۸^{b}
				DSEE						
				۸۰/۸۵^{b}						
				۸۷/۷۵^{a}						
				۸۸/۱۴^{a}						
				۸۵/۴۰^{a}						

PH: ارتفاع بوته، PHE: ارتفاع بوته تا بلال، LL: طول برگ، LW: عرض برگ، EPP: تعداد بلال، Ch: میزان کلروفیل، SWP: وزن دانه در بوته، CDW: وزن چوب بلال، CDBP: قطر ابتدای چوب بلال، CDMP: قطر وسط چوب بلال، CL: طول چوب بلال، DWP: وزن خشک بوته، DT: تاریخ ظهور گل نر، DFEE: تاریخ ظهور بلال اول، DSEE: تاریخ ظهور بلال دوم

www.SID.ir

Archive of SID

در پژوهش *ولیزاده* و همکاران[27] روی هیبریدهای جدید ذرت دانه‌ای، هیبریدهای مورد بررسی در دو کلاستر قرار گرفتند. میانگین هیبریدهای خوشه اول از نظر صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف، عمق دانه، طول بلال و ارتفاع بوته و فاصله گرده‌افشانی تا کاکل‌دهی بیشتر از میانگین کل بود و به این جهت خوشه اول دارای هیبریدهای با ارتفاع بیشتر و بلال کشیده‌تر بودند. خوشه دوم نیز از نظر صفات دانه در ردیف، ارتفاع بلال، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، تعداد روز تا گرده‌افشانی، روز تا کاکل‌دهی، قطر بلال و قطر چوب بلال دارای میانگین بیشتری بود. *رمضانی* و همکاران[28] صفات زراعی و مورفولوژیکی هیبریدهای ذرت را مورد مطالعه قرار دادند و بیان داشتند که بیشترین عملکرد دانه متعلق به هیبرید SC647 و کمترین عملکرد مربوط به رقم SC301 است. *رشیدی* و همکاران[29] روابط ژنتیکی ۶۴ ژنوتیپ گندم دوروم را مورد مطالعه قرار دادند، نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری وجود دارد. به‌منظور تعیین روابط ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، تجزیه خوشه‌ای به روش وارد انجام و ژنوتیپ‌ها به پنج گروه تقسیم شدند و همه ژنوتیپ‌های بومی در یک گروه و بقیه ژنوتیپ‌ها در چهار گروه دیگر قرار گرفتند. در گروه‌بندی نژادهای مکزیکی ذرت، تعداد ۷۱ نژاد را با استفاده از ۲۵ صفت مورفولوژیکی مورد مطالعه قرار دادند و با استفاده از تجزیه خوشه‌ای هفت گروه مختلف را شناسایی کردند[30]. در مطالعه‌ای برای گروه‌بندی لاین‌های ذرت بر پایه صفات مورفولوژیک، تعداد ۵۲ لاین به‌مدت دو سال (۱۳۸۱ و ۱۳۸۲) از نظر ۴۰ صفت مورفولوژیک مورد ارزیابی قرار گرفتند. آنها با درنظرگرفتن تنوع بین لاین‌ها در تجزیه واریانس، تعداد ۲۵ صفت را انتخاب و برای گروه‌بندی لاین‌ها مورد استفاده قرار دادند. براساس تجزیه کلاستر لاین‌ها در چهار گروه قرار گرفتند و دریافتند که این گروه‌بندی انطباق بالایی با گروه‌بندی مستقیم براساس کل صفات مورفولوژیک دارد[31]. در تحقیق دیگری روی ذرت دریافتند که در تجزیه خوشه‌ای براساس صفات مورفولوژیک، عملکرد دانه و اجزای آن، هیبریدها در سه گروه به همراه دو گروه تک عضوی قرار گرفتند در حالی که در گروه‌بندی براساس عملکرد علوفه و اجزای آن در پنج گروه تقسیم شدند. با توجه به این نتایج به نظر می‌رسد عملکرد دانه و علوفه به‌طور مجزا از هم عمل می‌کنند و هیبرید اصلاح‌شده برای عملکرد علوفه را نمی‌توان به‌منظور عملکرد دانه استفاده نمود. در این آزمایش صفات مربوط به رسیدگی، مهم‌ترین صفات در گروه‌بندی هیبریدها بود[32]. در حالت کلی نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای داری تطابق با یکدیگر بود و در هر دو، لاین‌ها در چهار گروه قرار گرفتند. با توجه به نتایج حاصل از تجزیه کلاستر و تجزیه به مولفه‌های اصلی مشاهده شد که فاصله کلاستر دوم از چهارم برابر با ۲۸/۰۷ بیشترین مقدار است در نتیجه به‌منظور تولید هیبریدهای برتر، به‌طور بالقوه تلاقی افراد این گروه‌ها به‌دلیل وجود تنوع ژنتیکی بالاتر مطلوب خواهد بود.

از جمله محدودیت‌های این تحقیق کمبود منابع مالی و عدم استفاده از نشانگرهای مولکولی برای بررسی تنوع ژنتیکی است. در صورت تامین منابع مالی، در ادامه، بررسی تنوع ژنتیکی و گروه‌بندی لاین‌های ذرت با نشانگرهای مولکولی از قبیل SNP نیز صورت خواهد گرفت. پس از گروه‌بندی لاین‌ها با نشانگرهای مولکولی و مورفولوژیک، لاین‌هایی از گروه‌های هتروتیک مختلف (هر یک از خوشه‌ها) انتخاب و به‌صورت دیالل (Diallel) تلاقی خواهند یافت. هیبریدهای حاصل برای عملکرد در شرایط مزرعه‌ای ارزیابی خواهند شد. درنهایت با استفاده از داده‌های مربوط به عملکرد هیبریدهای ارزیابی‌شده (ماتریس مشاهدات) و ماتریس خویشاوندی برآوردشده با نشانگرهای مولکولی (Kinship matrix)، عملکرد هیبریدهای ارزیابی‌نشده با مدل خطی مخلوط (Mixed linear model) پیشگویی خواهد شد و درنهایت هیبریدهای با عملکرد بالا شناسایی می‌شوند.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق تنوع ژنتیکی ۱۰۰ لاین خالص ذرت در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٦ تکرار براساس ۱۵ صفت مورفولوژیکی ارزیابی شد. براساس نتایج تجزیه واریانس، بین لاین‌ها از نظر تمامی صفات مورد مطالعه تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. دامنه تغییرات گسترده‌ای برای صفات ارزیابی‌شده از جمله ظهور گل نر و بلال مشاهده شد. براساس نتایج رگرسیون گام‌به‌گام مشاهده شد که صفات طول چوب بلال و وزن بلال بیشترین سهم از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌نمایند. در تجزیه کلاستر براساس صفات مورفولوژیک لاین‌های مورد مطالعه در ٤ گروه متفاوت قرار گرفتند. از آنجایی که بیشترین فاصله بین خوشه‌های ۲ و ٤ بود به‌طور بالقوه ژنوتیپ‌های گروه‌های ۲ و ۴ می‌توانند به‌عنوان والدین واریته‌های هیبرید و تولید جوامع در حال تفرق استفاده شوند.

تشکر و قدردانی: از دانشکده کشاورزی و پژوهشکده زیست‌فناوری دانشگاه ارومیه به‌خاطر فراهم‌نمودن امکانات لازم برای انجام پژوهش، تشکر و قدردانی می‌شود.

تاییدیه‌اخلاقی: بدین‌وسیله نویسندگان مقاله تایید می‌نمایند در طراحی ایده، اجرا، تجزیه و تحلیل و نگارش مقاله با یکدیگر همکاری داشته‌اند و اعلام می‌دارند مقاله حاضر برداشت مستقیم از نوشته‌های چاپ‌شده یا در حال چاپ دیگر تحقیقات نبوده است.

تعارض منافع: نویسندگان اعلام می‌دارند هیچگونه تعارض منافعی وجود ندارد.

سهم نویسندگان: علی عفاری آذر (نویسنده اول)، نگارنده مقدمه/پژوهشگر اصلی (٤٠%)؛ رضا درویش‌زاده (نویسنده دوم)، روش‌شناس/تحلیلگر آماری/نگارنده بحث (۳۰%)؛ بفرین مولایی (نویسنده سوم)، پژوهشگر کمکی (۱۰%)؛ دانیال کهریزی (نویسنده چهارم)، پژوهشگر کمکی (۱۰%)؛ بابک درویشی (نویسنده پنجم)، پژوهشگر کمکی (۱۰%)

منابع مالی: پژوهش حاضر تحت حمایت مالی دانشگاه ارومیه بوده است.

منابع

1- Ashofteh Beiragi M, Ebrahimi M, Mostafavi Kh, Golbashy M, Khavari Khorasani S. A study of morphological basis of corn (Zea mays L.) yield under drought stress condition using correlation and path coefficient analysis. J Cereals Oilseeds. 2011;2(2):32-7.

2- FAOSTAT data. Crops [Internet]. Rome: FAO; 2011 [cited 2018 May 20]. Available from: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC

3- Nikolić D, Rakonjac V, Milatović D, Fotirić M. Multivariate analysis of vineyard peach [Prunus persica (L.) Batsch.] germplasm collection. Euphytica. 2010;171:227.

4- Hallauer AR. Temperate maize and heterosis. In: Coors J, Pandey S, editors. The genetics and exploitation of heterosis in crops. Mexico City: American Society of Agronomy; 1999. pp. 353-61.

www.SID.ir

Archive of SID

evaluation of drought resistance in barley. Iran J Agric Sci. 2005;36(3):547-60. [Persian]
21- Ashofteh Beiragi M, Khavari Khorasani S, Mostafavi Kh, Golbashy M, Alizadeh A. Study on grain yield and related traits in new corn (Zea mays L.) hybrid varieties using statistical multivariate analysis. Iran J Agron Plant Breed. 2011;7(1):97-116. [Persian]
22- Golbashy M, Ebrahimi M, Khavari Khorasani S, Choukan R, Zarabi M. Evaluation of morphological traits, yield and yield components of corn (Zea mays L.) hybrids in Mashhad climate. J Agroecol. 2010;2(1):75-84. [Persian]
23- Golbashy M, Dadresan M, Zarabi M, Fatemi R. Correlation study and regression relations between yield, yield components and important crop characteristics of corn hybrids under different culture conditions. Biquarterly J Plant Produc Sci. 2012;2(1):18-23. [Persian]
24- Farahani E, Arzani A. Evaluation of genetic variation of durum wheat genotypes using multivariate analyses. J Crop Prod. 2009;1(4):51-64. [Persian]
25- Gouesnard B, Dallard J, Panouillé A, Boyat A. Classification of French maize populations based on morphological traits. Agronomie. 1997;17(9-10):491-8.
26- Llaurado M, Moreno-Gonzalez J. Classification of Northern Spanish population of maize by methods of numerical taxonomy. 1: Morphological traits. Maydica. 1993;38(1):15-21.
27- Valizadeh H, Aharizad S, Shiri MR, Mohammadi SA, Farahmand Kh, Bahrampur T. Grouping of new maize (Zea mays L.) hybrids using yield and morphological traits. Iran J Agron Plant Breed. 2014;9(4):27-38. [Persian]
28- Ramezani M, Samizadeh Lahiji H, Ebrahimi Koulabi H, Kafi Ghasemi A. Agronomic and morphologic analysis of maize hybrids via factor analysis in Hamedan. J Sci Technol Agriculture Natural Resources. 2008;12(45 Pt A)):99-108. [Persian]
29- Rashidi V, Majidi E, Mohammadi SA, Moghaddam Vahed M. Determine of genetic relationship in durum wheat lines by cluster analysis and identity of morphological main characters in each gropes. J Agric Sci. 2007;13(2):439-50. [Persian]
30- Sanchez JJ, Goodman MM. Relationships among Mexican and some North American and South American races of maize. Maydica. 1992;37:41-51.
31- Choukan R, Hosseinzadeh E, Ghanadha MR, Talei E, Mohammadi SA. Corn lines clustering based on morphological traits. J Seed Plant, 2005;22:399-409. [Persian]
32- Mosaabadi J, Khavari Khorasani S, Siyahsar B, Esmaili A, Mahdinejad N. New corn (Zea mays L.) hybrids grouping based on morphological traits, yield and its components. J Agroecol. 2011;2(4):609-16. [Persian]
5- Smith SE, Al-Doss A, Warburton M. Morphological and agronomic variation in North African and Arabian alfalfas. Crop Sci. 1991;31(5):1159-63.
6- Mohammadi SA, Prasanna BM. Analysis of genetic diversity in crop plants-salient statistical tools and considerations. Crop Sci. 2003;43(4):1235-48.
7- Manly BFJ. Multivariate statistical methods: A Primer. Moghaddam M, Mohammadi Shooti A, Aghaei Sarbarzeh M, translators. Tabriz: Pishtaze Elm; 1994. [Persian]
8- Cross RJ. A proposed revision of the IBPGR barley descriptor list. Theor Appl Genet. 1992;84(3-4):501-7.
9- Ayana A, Becele E. Multivariate analysis of morphological variation in sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) germplasm from Ethiopia and Eritrea. Genet Resour Crop Evol. 1999;46:273-84.
10- Hailu F, Merker A, Singh H, Belay G, Johansson E. Multivariate analysis of diversity of tetraploid wheat germplasm from Ethiopia. Genet Resour Crop Evolut. 2006;53(6):1089-98.
11- Upadhyaya HD, Reddy LJ, Dwivedi SL, Gowda CLL, Singh S. Phenotypic diversity in cold-tolerant peanut (Arachis hypogaea L.) germplasm. Euphytica. 2009;165(2):279-91.
12- Kholghi M, Bernousi I, Darvishzadeh R, Pirzad AR, Hatami Maleki H. Collection, evaluation and classification of Iranian confectionary sunflower (Helianthus annuus L.) populations using multivaraite statistical techniques. Afr J Biotechnol. 2011;10(28):5444-51.
13- Hatami Maleki H, Karimzadeh Gh, Darvishzadeh R, Alavi R. Genetic diversity in oriental tobacco (Nicotiana tabacum L.) by using Multivariate statistical techniques. Iran J Field Crops Res. 2012;10(1):100-6. [Persian]
14- Kimber G, Feldman M. Wild wheat: An introduction. Columbia: University of Missouri-Columbia; 1987.
15- Ziaeifard R, Darvishzadeh R, Bernousi I. Study of genetic diversity of agro-morphological traits in confectionery sunflower (Helianthus annuus L.) populations using multivariate statistical techniques. J Crop Breed. 2016;8(17):42-54. [Persian]
16- Shapiro SS, Wilk MB. An analysis of variance test for normality (complete samples). Biometrika. 1965;52(3/4):591-611.
17- Ward Jr JH. Hierarchical grouping to optimize an objective function. J Am Stat Assoc. 1963;58(301):236-44.
18- Fakhraei Lahiji M, Tabar RA, Sarseyfi M, Fathi A, Abadooz GR, Hajhasani M, et al. Genetic diversity mulberry genotypes of Iran by using morphological. J Plant Prod. 2016;39(3):39-50. [Persian]
19- Arshad Y, Zahravi M. Multivariate analysis of different agronomic traits of Iranian germplasm of bread wheat. Iran J Field Crop Sci. 2013;44(2):261-71. [Persian]
20- Karami E, Ghannadha MR, Naghavi MR, Mardi M. An

www.SID.ir