

Evaluation of Genetic Variability of Agro-Morphological Traits in Iranian Peppers Population (*Capsicum annuum* L.)

Mohsen Salehian¹, Reza Darvishzadeh^{2*}, Mahmoud Rezazadeh Bari³, Mitra Jabbari⁴,
Marjan Jannatdoust⁵

- 1- M.Sc. in Agricultural Biotechnology, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran
- 2- Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran
- 3- Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran
- 4- Assistant Professor, Department of Plant Productions, Faculty of Agriculture, Higher Education Complex of Saravan, Sistan and Baluchestan, Saravan, Iran
- 5- Ph.D. Student of Plant Breeding-Molecular Genetics and Genetic Engineering, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran

Citation: Salehian, M., Darvishzadeh, R., Rezazadeh Bari, M., Jabbari, M., & Jannatdoust, M. (2022). Evaluation of genetic variability of agro-morphological traits in Iranian peppers population (*Capsicum annuum* L.). *Plant Productions*, 45(2), 157-168.

Abstract

Introduction

The study of genetic diversity is an important step in planning crop breeding programs. According to researchers, diversity of the population under selection ensures the desired results in breeding programs. In this regard, using the capacity of local populations to create new cultivars and achieve maximum diversity is very efficient. Therefore, the purpose of this study is to investigate the agro-morphological traits of pepper populations to identify the breeding potential of local populations for producing hybrid cultivars.

Materials and Methods

In the present study, 30 populations of Iranian peppers were planted in five replications in the research greenhouse of Department of Plant Production and Genetics of Urmia University, in

* **Corresponding Author:** Reza Darvishzadeh
E-mail: r.darvishzadeh@urmia.ac.ir

order to study the genetic variability in terms of some agro-morphological traits. The experiment was conducted in a completely randomized design (CRD) in pot conditions in 2016-2017. In this study, variance analysis (ANOVA) and mean comparison of traits by Duncan's multiple range test, estimation of phenotypic correlation by Pearson method and principal component analysis on correlation coefficient and also cluster analysis by Ward method has done and realized. Also, the variance components, heritability (h^2), phenotypic coefficient of variation (PCV), genotypic coefficient of variation (GCV), and environmental coefficient of variation (ECV) were calculated.

Results and Discussion


The results showed significant difference among the populations for all studied traits. The highest phenotypic coefficient of variation (PCV) (88.36) was observed for single fruit weight and also the highest genotypic coefficient of variation (GCV) (83.63) was observed for the same trait (single fruit weight). The pulp weight and fruit yield (0.950) had the highest significant positive correlation coefficient and the single fruit weight and fruit number (-0.558) had the highest significant negative correlation coefficient. According to the results of hierarchical cluster analysis, the studied populations were divided into five clusters based on the studied traits. The Tabriz population in the first cluster and the Gharah Bagh-Urmia population in the fourth cluster were superior in the fruit number trait.

Conclusion

In this study based on the results of mean comparisons Bash Ghala (from Urmia), Nakhchivan (from Urmia) and Keshtiban (from Urmia) populations were superior in terms of most of the studied traits. Also, Bash Ghala (from Urmia), Nakhchivan (from Urmia) and Keshtiban (from Urmia) populations were in the same cluster had higher fruit yield than other studied populations. Therefore, these populations can be used as one of the top parents in the intersection with other populations to create desirable genetic compounds.

Keywords: Genotypic coefficient of variation, Fruit yield, Pepper, Morphological markers

ارزیابی تنوع ژنتیکی صفات اگرومورفولوژیک در توده‌های فلفل بومی ایران (*Capsicum annuum* L.)

محسن صالحیان^۱، رضا درویش‌زاده^{۲*} , محمود رضازاده باری^۳، میترا جباری^۴، مرجان جنت دوست^۵

- ۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
- ۲- استاد، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
- ۳- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
- ۴- استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، مجتمع آموزش عالی سراوان، سیستان و بلوچستان، سراوان، ایران
- ۵- دانشجوی دکتری اصلاح نباتات-ژنتیک مولکولی و مهندسی ژنتیک، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

چکیده

مطالعه تنوع ژنتیکی از گام‌های مهم در طرح‌ریزی برنامه‌های به‌نژادی گیاهان زراعی می‌باشد. طبق نظر محققان متنوع بودن جمعیت تحت‌گزینش حصول نتایج مطلوب در برنامه‌های به‌نژادی را تضمین می‌کند و در این راستا استفاده از ظرفیت توده‌های محلی، پیشبرد اهداف اصلاحی را بسیار کارآمد می‌سازد. لذا هدف از اجرای این پژوهش بررسی صفات اگرومورفولوژیک ۳۰ توده فلفل ایرانی جهت شناسایی پتانسیل به‌نژادی توده‌های بومی و زمینه‌سازی در جهت تولید ارقام هیبرید و استفاده به‌نژادگران بود. آزمایش در قالب طرح کامل تصادفی در پنج تکرار به‌صورت گلخانه تحقیقاتی دانشگاه ارومیه طی سال ۱۳۹۶-۱۳۹۵ اجرا گردید. نتایج اختلاف آماری معنی‌داری را بین توده‌ها برای کل صفات مورد بررسی نشان داد. بالاترین ضریب تنوع فنوتیپی را وزن تک میوه (۸۸/۳۶) و بالاترین ضریب تنوع ژنوتیپی را نیز وزن تک میوه (۸۳/۶۳) داشت. صفات وزن گوشت میوه و عملکرد میوه (۰/۹۵۰) دارای بالاترین ضریب همبستگی مثبت و معنی‌دار و صفات وزن تک میوه و تعداد میوه (۰/۵۵۸) نیز دارای بالاترین ضریب همبستگی منفی و معنی‌دار بودند. طبق نتایج تجزیه خوشه‌ای توده‌های مورد مطالعه در پنج خوشه تقسیم‌بندی شدند. توده‌های تبریز واقع در خوشه اول و قره‌باغ ارومیه واقع در خوشه چهارم از لحاظ صفت تعداد میوه نسبت به سایر توده‌ها برتری داشتند. توده‌های باش‌قلعه ارومیه، نخجوان ارومیه و کشتیبان ارومیه در یک خوشه قرار گرفتند و نسبت به سایر توده‌های مورد مطالعه از لحاظ اکثر صفات برتری داشته و عملکرد میوه بیشتری داشتند. لذا می‌توان از این توده‌ها به‌عنوان یکی از والدین برتر در تلاقی با سایر توده‌ها جهت ایجاد ترکیبات مطلوب ژنتیکی بهره‌مند شد.

کلیدواژه‌ها: ضریب تنوع ژنوتیپی، عملکرد میوه، فلفل، نشانگرهای مرفولوژیک

* نویسنده مسئول: رضا درویش‌زاده

رایانامه: r.darvishzadeh@urmia.ac.ir



مقدمه

شناخت انسان از فلفل به حدود ۷۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح باز می‌گردد (Singh et al., 2019). فلفل برای اولین بار در کشورهای مکزیک و پرو کشت شد (Peyvast, 2005). فلفل شیرین (*Capsicum annuum* L.) گیاهی غیرمقاوم به سرما دارای رویش علفی با رشد یکساله در مناطق معتدل و چند ساله در مناطق گرمسیر است (Andrews, 1984). فلفل شیرین از تیره *Solanaceae* و جنس *Capsicum* می‌باشد. به‌طور کلی فلفل دارای ۳۳ گونه اهلی و وحشی است که همه آن‌ها دیپلوئید و دارای $2n=2x=24$ کروموزوم هستند (Casali and Couto, 1984). پنج گونه مهم جنس *Capsicum*؛ *C. frutescens* L., *C. sinense* L., *C. pubescens* L., *C. annuum* L., *C. baccatum* L. هستند (Everett, 1984). برخی محققان فلفل سبز یا فلفل شیرین (Sweet pepper) را مربوط به گونه *C. annuum* L. می‌دانند، و فلفل‌های تند را در گونه *C. frutescens* L. طبقه‌بندی می‌کنند (Rice et al., 1994). خاستگاه فلفل مرکز و جنوب آمریکاست و اولین کشورهایی که نسبت به کاشت آن اقدام کردند مکزیک و پرو بودند (Sanatombi and Sharma, 2007; Fazeli Kakhki et al., 2019). بر اساس گزارش فائو سطح زیرکشت فلفل در ایران تقریباً شش هزار هکتار می‌باشد (FAO, 2017). اساس به‌نژادی گونه‌های گیاهی تنوع ژنتیکی است (Keshavarz et al., 2019). بررسی تنوع ژنتیکی جهت تعیین ظرفیت ژنتیکی صفات مطلوب موردنظر به‌نژادگران و برای گزینش نژادهای والدینی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Saremi-Rad and Mostafavi, 2020; Shayan et al., 2020). Keshavarz et al. (2019) در پژوهشی، تنوع ژنتیکی ۶۵ ژنوتیپ فلفل تهیه شده از کشورهای مختلف و مرکز تحقیقات بین‌المللی سبزیجات (AVRDC) را بررسی کردند و تنوع ژنتیکی بسیار بالایی در بین ژنوتیپ‌ها مشاهده نمودند. در بررسی ایشان نتایج تجزیه خوشه‌ای تا حد زیادی با مناطق جغرافیایی پراکنش ژنوتیپ‌ها هم‌خوانی داشت. بررسی ۵۵ ژنوتیپ فلفل تند در اتیوپی بیانگر این بود که صفاتی نظیر طول میوه، قطر میوه و تعداد میوه بیشترین تأثیر را بر عملکرد داشتند (Shumbulo et al., 2017). طبق نظر محققان متنوع بودن جمعیت تحت گزینش حصول نتایج مطلوب در برنامه‌های به‌نژادی را تضمین می‌کند و در این راستا استفاده از ظرفیت توده‌های محلی در ایجاد ارقام جدید و دستیابی به حداکثر تنوع بسیار کارآمد است (Madosa et al., 2010; Sasu et al., 2013). ایران به دلیل تنوع شرایط آب و هوایی دارای تنوع بالایی در توده‌های بومی گیاهان مختلف از جمله فلفل می‌باشد (Keshavarz et al., 2019). لذا اجرای برنامه‌های جمع‌آوری و

به‌نژادی بر روی توده‌های بومی فلفل ایران ضروری بوده و تاکنون توسط تعدادی از محققین انجام شده است (Bagheri et al., 2017; Keshavarz et al., 2019). یکی از روش‌های ارزیابی ژنتیکی ارزیابی با استفاده از صفات مورفولوژیک است. لذا هدف از اجرای این پژوهش بررسی صفات آگرومورفولوژیک توده‌های فلفل جهت شناسایی پتانسیل به‌نژادی توده‌های بومی و زمینه‌سازی در جهت تولید ارقام هیبرید و استفاده به‌نژادگران می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و طرح آزمایشی

بذور ۳۰ توده فلفل بومی ایران در سال ۹۵-۹۴ از سراسر کشور مستقیماً از زارعین جمع‌آوری گردید. از هر توده انتخابی تعداد پنج بذر در گلدان کشت گردید. پس از رسیدن گیاهچه‌ها به مرحله چهار برگ، هر گیاهچه به گلدان‌های بزرگتر منتقل شد. در این حالت هر توده شامل ۵ گلدان حاوی گیاهچه ۴ برگی بود. در طول فصل رشد هر هفته آبیاری انجام گرفت و بعد از هر ۲ دور آبیاری با آب معمولی، یک دور آبیاری با آب حاوی نیم گرم در لیتر کود ۲۰-۲۰-۲۰ (NPK) صورت گرفت. آزمایش طی سال ۱۳۹۵-۱۳۹۶ در قالب طرح کامل تصادفی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه ارومیه اجرا گردید. پس از مرحله گلدهی، صفات تعداد شاخه (NB)، طول برگ به سانتی‌متر (LL)، عرض برگ به سانتی‌متر (LW)، طول دم‌برگ به سانتی‌متر (PL)، ارتفاع بوته به سانتی‌متر (PH)، دور بوته به میلی‌متر (RS)، تعداد میوه (NF)، وزن تک میوه به گرم (SFW)، عملکرد میوه به گرم (Y)، طول میوه به سانتی‌متر (FL)، قطر میوه به سانتی‌متر (RF)، دور میوه به سانتی‌متر (FC)، وزن گوشت به گرم (PW) و وزن بذر کل به گرم (TSW) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری طول، قطر و دور میوه، تعداد پنج عدد میوه از هر بوته انتخاب و صفات مورد نظر اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها ثبت گردید. دور یا محیط بوته از وسیع‌ترین بخش بوته که شاخه‌ها توسعه یافته‌اند، اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری مشخصات برگ از تعداد پنج برگ تشکیل‌شده بر روی شاخه‌های قدیمی‌تر که در آن‌ها اندازه برگ کامل بود، استفاده گردید. برای اندازه‌گیری عملکرد میوه، پس از برداشت تمامی میوه‌های بوته، تعداد آن‌ها و وزن تر میوه در بوته محاسبه گردید.

تجزیه‌های آماری

تجزیه واریانس ساده و مقایسه میانگین صفات به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن، برآورد همبستگی فنوتیپی صفات به روش پیرسون و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی روی ضریب همبستگی صفات با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ (SAS Institute, 2010) و تجزیه خوشه‌ای به روش Ward روی داده‌های استاندارد

چنددانه‌های دانکن (به دلیل حجم زیاد جداول از ارائه آن‌ها خودداری گردید) نشان‌دهنده برتری توده‌ی مراغه از لحاظ صفت تعداد شاخه (۱۲/۰۰)، توده‌ی بجنورد از لحاظ صفات طول برگ (۷/۳۹) و عرض برگ (۴/۳۳) و نیز توده‌ی از استان مرکزی؛ نفرش از لحاظ صفت طول دم‌برگ (۴/۳۴) بود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین ارتفاع بوته از ۲۶/۴۰ سانتی‌متر در توده‌ی تبریز تا ۶۵/۸۰ سانتی‌متر در توده‌ی جغتای مشهد متغیر بود. ارتفاع بوته معیار مناسبی جهت وجود تنوع ژنتیکی و گزینش توده‌های فلفل می‌باشد (Ibrahim et al., 2001; Lahbib et al., 2012). بیشترین دور بوته در توده‌ی اورفای ترکیه و با اختلاف ناچیز در توده‌ی کردستان ۱ و کمترین میزان این صفت در توده‌ی قلاجیغ بناب مشاهده گردید. نتایج مقایسه میانگین تعداد میوه حاکی از اختلاف معنی‌دار توده‌ی تبریز با دیگر توده‌های مورد مطالعه بود. در خصوص صفت وزن تک میوه بیشترین میزان با اختلاف ۵ درصد مربوط به توده‌ی کشتیبان ارومیه بود. از لحاظ عملکرد میوه نیز توده‌ی کشتیبان ارومیه به همراه توده‌های باش‌قلعه ارومیه و نخجوان ارومیه بیشترین میزان را به خود اختصاص دادند. از لحاظ صفت طول میوه توده‌های بجنورد، مرکزی محلات و بانه به ترتیب با طول میوه ۱۲/۲۵، ۱۱/۵۰ و ۱۱/۲۵ سانتی‌متر نسبت به دیگر توده‌ها از لحاظ آماری برتری داشتند. از لحاظ قطر میوه و وزن گوشت میوه توده‌ی کشتیبان ارومیه به ترتیب با قطر میوه ۴/۸۹ سانتی‌متر و وزن گوشت میوه ۵۰/۴۱ گرم به دیگر توده‌ها برتری داشت. هم‌چنین کمترین میزان وزن کل بذر در توده‌ی کشتیبان ارومیه (۰/۳۹ گرم) و بیشترین آن در توده‌ی باش‌قلعه ارومیه (۳/۸۱ گرم) مشاهده شد.

شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد. در این پژوهش اجزای واریانس، وراثت‌پذیری عمومی (h^2)، ضریب تنوع فنوتیپی (PCV)، ضریب تنوع ژنوتیپی (GCV)، و ضریب تنوع محیطی (ECV) صفات با استفاده از فرمول‌های جدول ۱ محاسبه گردید (Farshadfar, 1998).

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس از لحاظ تمامی صفات مورد بررسی بین توده‌های مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). (Keshavarz et al. 2019) نیز در پژوهشی روی ۶۵ ژنوتیپ فلفل از کشور ایران، چین و نیز مرکز بین‌المللی سبزیجات (AVRDC)، بین ژنوتیپ‌های مختلف برای صفات عرض برگ، طول برگ، ارتفاع بوته، تعداد میوه، طول میوه و قطر میوه اختلاف معنی‌داری مشاهده کردند (Keshavarz et al., 2019). (Bagheri et al. 2017) در بررسی مشابهی در شرایط مزرعه‌ای اختلاف معنی‌داری بین توده‌های فلفل ایران برای صفات ارتفاع گیاه عملکرد میوه، طول میوه، عرض میوه و قطر ساقه مشاهده کردند. (Mohammadi et al. 2016) در ارزیابی ۷ لاین و رقم فلفل تند، بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از لحاظ صفات طول میوه و قطر میوه اختلاف معنی‌دار مشاهده کردند. در بررسی فلفل‌های اوگاندا، برای صفات طول میوه، عرض میوه، ارتفاع گیاه و وزن تر میوه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد که با نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق مطابقت دارد (Nsabiya et al., 2013). در بین صفات مورد مطالعه، طول برگ کمترین (۶/۱۹) و تعداد میوه بیشترین (۴۲/۳۶) ضریب تغییرات را نشان دادند، که بیانگر تنوع موجود بین توده‌های مورد بررسی می‌باشد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین با استفاده از آزمون

Table 1. Genetics parameters estimation formula in the studied pepper populations

Formula	Statistics	Formula	Statistics
$\sigma_g^2 = \frac{MS_b - MS_w}{n}$	Genotypic variance	$GCV = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{x}} \times 100$	Genotypic coefficient of variation
$\sigma_e^2 = MS_w$	Environmental variance	$ECV = \frac{\sqrt{\sigma_e^2}}{\bar{x}} \times 100$	Environmental coefficient of variation
$\sigma_p^2 = \sigma_g^2 + \sigma_e^2$	Phenotypic variance	$PCV = \frac{\sqrt{\sigma_p^2}}{\bar{x}} \times 100$	Phenotypic coefficient of variation
$h_b^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_p^2} \times 100$	Broad-sense heritability		

MS_b : Mean squares between populations, MS_w : Mean squares within populations, n : Number of replications, σ_g^2 , σ_e^2 and σ_p^2 Variance components (Genotypic, Environmental and Phenotypic, respectively), \bar{x} : Total mean.

$n = \frac{N}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{X_i}}$ where N=number of population and X_i =replication number per populations.

Table 2. ANOVA for studied traits in 30 Iranian pepper populations

Source of variations	df	NB	LL	LW	PL	PH	RS	NF	SFW	Y	FL	RF	FC	PW	TSW
Between populations	29	35.26**	2.23**	1.25**	1.56**	334.63**	0.020**	5.54**	391.43**	557.22**	13.71**	4.10**	24.94**	475.50**	3.20**
Within populations	112	0.70	0.15	0.08	0.088	10.86	0.0046	1.62	10.71	38.06	1.52	0.44	2.088	45.31	0.214
C.V. (%)		10.92	6.19	8.89	10.46	7.61	11.53	42.36	27.71	26.87	15.46	28.42	20.49	30.98	22.39

** Significance at 1% probability level.

NB: Number of branches; LL: Leaf length; LW Leaf width; PL: Petiole length; PH: Plant height; RS: Round surrounding of bush; NF: Number of fruits; SFW: Single fruit weight; Y: Fruit yield; FL: Fruit length; RF: Rounding size of fruit; FC: Fruit circumference; PW: Pulp weight; TSW: Total seed weight.

و بهره‌وری دارد (Soares et al., 2017). تجزیه و تحلیل همبستگی امکان تجزیه و تحلیل میزان و جهت روابط بین صفات و امکان ارزیابی قابلیت انتخاب غیرمستقیم در برنامه‌های اصلاح نژادی را فراهم می‌آورد که می‌تواند منجر به پیشرفت ژنتیکی سریع‌تر شود (Soares et al., 2017). بر اساس نتایج حاصل از همبستگی فنوتیپی، بین صفات عرض برگ و طول برگ (۰/۷۶۹)، دور بوته و طول برگ (۰/۵۰۴)، دور بوته و ارتفاع بوته (۰/۵۵۱)، قطر میوه و طول برگ (۰/۵۲۱)، قطر میوه و عرض برگ (۰/۵۷۳)، قطر میوه و وزن تک میوه (۰/۸۴۵)، دور میوه و عرض برگ (۰/۵۴۱)، دور میوه و دور بوته (۰/۵۲۷)، دور میوه و وزن تک میوه (۰/۸۴۱)، دور میوه و قطر میوه (۰/۹۶۱)، وزن گوشت میوه و وزن تک میوه (۰/۷۰۲)، وزن گوشت میوه و قطر میوه (۰/۷۶۸)، وزن گوشت میوه و دور میوه (۰/۸۰۹)، وزن بذر کل و تعداد میوه (۰/۶۵۵) همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۴). در مقابل بین صفات تعداد میوه و عرض برگ (۰/۵۲۱)، وزن بذر کل و وزن تک میوه (۰/۵۳۶)، وزن تک میوه و تعداد میوه (۰/۵۵۸) همبستگی منفی و معنی‌دار مشاهده شد. همبستگی معنی‌دار منفی بین عملکرد و طول میوه نیز در بررسی ۲۲ لاین فلفل تند گزارش شده است (Soares et al., 2017). عملکرد میوه دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با صفات قطر میوه (۰/۷۹۳)، دور میوه (۰/۸۰۹)، وزن گوشت (۰/۹۵۰) و وزن تک میوه (۰/۶۶۴) بود، اما با صفت طول میوه (۰/۳۷۵) دارای همبستگی منفی و معنی‌داری بود. در نتایج مشابه همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد با وزن میوه و دور میوه، در ۲۵ توده فلفل هندی گزارش شده است (Thakur et al., 2019).

Rego (2009) در بررسی اجزای عملکرد و کیفیت میوه در جمعیت دیالل فلفل، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین صفات وزن میوه، عرض میوه و عملکرد میوه گزارش نمود (Rego, 2009). Lahlbib et al. (2012) در بررسی همبستگی صفات توده‌های فلفل تونس بین صفات طول و عرض میوه با عملکرد میوه همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده نمودند که با نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش مطابقت دارد (Lahlbib et al., 2012). Bagheri et al. (2017) نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری بین صفات عرض میوه، وزن تر میوه و عملکرد میوه گزارش نمودند. همبستگی خصوصیات تک میوه از قبیل عرض میوه، دور میوه و وزن تک میوه توسط پژوهشگران متعددی گزارش شده است و لذا خصوصیات تک میوه می‌تواند شاخص خوبی برای انتخاب گیاهانی با عملکرد بالا باشد. محدودیت عملکرد به علت ظرفیت منبع یا مخزن در

بالاترین ضریب تنوع فنوتیپی در صفات وزن تک میوه (۸۸/۳۶) و وزن گوشت میوه (۶۰/۳۴) مشاهده شد. بالاترین ضریب تنوع ژنوتیپی در صفت وزن تک میوه (۸۳/۶۳) مشاهده شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده مشاهده گردید که در تمامی صفات ضریب تغییرات فنوتیپی بزرگ‌تر از ضریب تغییرات ژنوتیپی بود. بیشتر بودن ضریب تنوع فنوتیپی از ضریب تنوع ژنوتیپی نشان‌دهنده تأثیر عوامل محیطی بر صفات مورد بررسی است. کم بودن اختلاف بین ضریب تنوع ژنوتیپی و فنوتیپی بیانگر اثر کم محیط بر روی صفت می‌باشد و دلیل آن می‌تواند اجرای آزمایش در محیط گلخانه و کنترل بیشتر شرایط محیطی باشد. مقایسه ضریب تنوع ژنوتیپی و فنوتیپی می‌تواند راهگشای گزینش صفت جهت به‌نژادی باشد. مسلماً هر چه تنوع موجود خصوصاً تنوع ژنتیکی در صفات بیشتر باشد شانس انتخاب افراد مطلوب افزایش خواهد یافت (جدول ۳).

در بین صفات مورد ارزیابی، صفت دور بوته کمترین مقدار ضریب تنوع ژنوتیپی را به خود اختصاص داد. با توجه به وراثت‌پذیری متوسط این صفت به نظر می‌رسد عوامل ژنتیکی و محیطی توأماً نقش مؤثری در بروز این صفت داشته باشند (Farwah et al., 2020). از طرفی در صفت وزن تک میوه که دارای بیشترین مقدار ضریب تنوع ژنوتیپی بود، وراثت‌پذیری بالایی (۸۹/۵۹) نیز مشاهده گردید که به نظر می‌رسد در رابطه با در بروز این صفت عوامل ژنتیکی نقش پررنگ‌تری داشته باشند. لذا شاید امکان استفاده از این صفت در گزینش و اصلاح برای دستیابی به ژنوتیپ‌های مطلوب فلفل وجود داشته باشد. وراثت‌پذیری عمومی برای برخی از صفات مانند تعداد میوه (۳۶/۹۴) و دور بوته (۴۰/۳۵) نسبت به دیگر صفات در کمترین مقدار بود. دلیل این مسئله می‌تواند بزرگ بودن واریانس فنوتیپی آن‌ها نسبت به واریانس ژنتیکی و کنترل پیچیده صفات باشد (Kanouni, 2016). به استثناء صفات تعداد میوه و دور بوته، صفات دیگر دارای وراثت‌پذیری بالایی بودند. طبق نظر محققان گزینش برای صفاتی با وراثت‌پذیری بالا به دلیل رابطه نزدیک ژنوتیپ و فنوتیپ و نیز کم بودن سهم محیط در شکل دادن فنوتیپ، نسبتاً آسان خواهد بود (Pearson et al., 2007; Singh et al., 1990). در پژوهش Bagheri et al. (2017) نیز صفات وزن تر میوه، عملکرد و ارتفاع گیاه دارای بیشترین وراثت‌پذیری بودند.

در اصلاح نباتات دانستن روابط بین صفات زراعی بسیار اهمیت دارد، این امر ارتباط مثبتی با انتخاب جهت افزایش تولید

دور بوته بیشتر نیز بوده و این امر در جهت افزایش دور میوه و عملکرد نهایی بسیار مؤثر است. چرا که افزایش عملکرد وابسته به انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی بوده و گیاه در راستای این افزایش از ذخایر فتوسنتزی ساقه نیز استفاده می‌نماید.

مؤلفه‌های اصلی استخراج‌شده به همراه درصد توجیه تنوع و همبستگی هر مؤلفه با صفات مورد بررسی در توده‌های فلفل مورد مطالعه در جدول ۵ آورده شده است.

طی دوره رشد گیاه متفاوت است. توانایی یک مخزن برای جذب مواد فتوسنتزی بستگی به ظرفیت مخزن دارد. در این پژوهش با وجود رابطه مثبت و معنی‌دار بین قطر میوه و طول برگ و نیز رابطه قوی و معنی‌دار قطر میوه با عملکرد به نظر می‌رسد که انتقال مواد فتوسنتزی از برگ به میوه نقش بسیار بارز و چشمگیری در تأمین عملکرد نهایی دارد. هم‌چنین رابطه بین دور میوه و دور بوته و نیز رابطه دور بوته با ارتفاع نشان‌دهنده این است که بوته‌هایی با ارتفاع بیشتر دارای

Table 3. Descriptive statistics and genetics characteristics of studied traits in 30 Iranian pepper populations

Traits	Mean	Min	Max	Variance components estimation			Heritability %	Coefficient of variation		
				Genotypic	Environmental	Phenotypic		Genotypic	Environmental	Phenotypic
NB	7.72	3.6	12.0	6.91	0.70	7.61	90.80	34.06	10.84	35.74
LL	6.34	4.58	7.39	0.42	0.15	0.57	73.50	10.17	6.11	11.87
LW	3.21	2.27	4.33	0.23	0.08	0.31	74.52	15.07	8.81	17.46
PL	2.83	1.63	4.34	0.29	0.088	0.38	76.99	19.17	10.48	21.85
PH	43.28	26.4	65.8	64.75	10.86	75.61	85.64	18.59	7.61	20.09
RS	0.59	0.42	0.74	0.001	0.0046	0.01	40.35	9.45	11.50	14.88
NF	2.80	1.0	5.0	0.95	1.62	2.57	36.94	34.79	45.46	57.24
SFW	11.48	3.27	46.81	92.18	10.71	102.89	89.59	83.63	28.51	88.36
Y	23.53	7.0	52.36	125.70	38.6	163.76	76.76	47.65	26.22	54.39
FL	8.09	5.06	12.25	2.95	1.52	4.47	66.01	21.24	15.24	26.14
RF	2.27	1.40	4.89	0.89	0.44	1.33	66.82	41.47	29.22	50.73
FC	7.40	4.96	15.25	5.53	2.088	7.62	72.60	31.79	19.53	37.31
PW	20.26	5.56	50.42	104.16	45.31	149.47	69.69	50.38	33.22	60.34
TSW	2.09	0.39	3.82	0.74	0.124	0.87	85.73	41.29	16.85	44.60

NB: Number of branches; LL: Leaf length; LW: Leaf width; PL: Petiole length; PH: Plant height; RS: Round surrounding of bush; NF: Number of fruits; SFW: Single fruit weight; Y: Fruit yield; FL: Fruit length; RF: Rounding size of fruit; FC: Fruit circumference; PW: Pulp weight; TSW: Total seed weight.

Table 4. Correlation coefficients among studied traits in 30 Iranian pepper populations

	NB	LL	LW	PL	PH	RS	NF	SFW	Y	FL	RF	FC	PW	TSW
NB	1													
LL	0.090 ^{ns}	1												
LW	0.056 ^{ns}	0.769*	1											
PL	-0.006 ^{ns}	0.127 ^{ns}	0.213 ^{ns}	1										
PH	0.475**	0.377*	0.343 ^{ns}	0.150 ^{ns}	1									
RS	0.469**	0.504**	0.401*	0.137 ^{ns}	0.551**	1								
NF	0.065 ^{ns}	-0.430*	-0.521**	0.112 ^{ns}	-0.346 ^{ns}	-0.342 ^{ns}	1							
SFW	-0.018 ^{ns}	0.384*	0.485**	0.105 ^{ns}	0.216 ^{ns}	0.271 ^{ns}	-0.558**	1						
Y	0.265 ^{ns}	0.338 ^{ns}	0.345 ^{ns}	0.064 ^{ns}	0.193 ^{ns}	0.415*	-0.052 ^{ns}	0.664**	1					
FL	-0.226 ^{ns}	0.192 ^{ns}	0.064 ^{ns}	0.012 ^{ns}	0.171 ^{ns}	0.036 ^{ns}	-0.441*	-0.047 ^{ns}	-0.375*	1				
RF	0.220 ^{ns}	0.521**	0.573**	0.014 ^{ns}	0.233 ^{ns}	0.485**	-0.443*	0.845**	0.793**	-0.283 ^{ns}	1			
FC	0.218 ^{ns}	0.486**	0.541**	0.022 ^{ns}	0.224 ^{ns}	0.527**	-0.439*	0.841**	0.809**	-0.246 ^{ns}	0.968**	1		
PW	0.187 ^{ns}	0.218 ^{ns}	0.246 ^{ns}	0.010 ^{ns}	0.078 ^{ns}	0.275 ^{ns}	-0.070 ^{ns}	0.702**	0.950**	-0.382*	0.768**	0.809**	1	
TSW	0.244 ^{ns}	-0.389*	-0.387*	0.064 ^{ns}	-0.130 ^{ns}	-0.018 ^{ns}	0.655**	-0.536**	0.003 ^{ns}	-0.117 ^{ns}	-0.423*	-0.391*	-0.070 ^{ns}	1

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

NB: Number of branches; LL: Leaf length; LW: Leaf width; PL: Petiole length; PH: Plant height; RS: Round surrounding of bush; NF: Number of fruits; SFW: Single fruit weight; Y: Fruit yield; FL: Fruit length; RF: Rounding size of fruit; FC: Fruit circumference; PW: Pulp weight; TSW: Total seed weight.

Table 5. Eigen vectors, Eigen values, variance and cumulative variance percentage of the first four important principal components in 30 Iranian pepper populations

Trait	PC1	PC2	PC3	PC4
Number of branches	0.106	0.199	0.527	-0.308
Leaf length	0.274	-0.258	0.138	0.191
Leaf width	0.290	-0.237	0.063	0.275
Petiole length	0.040	-0.015	0.189	0.829
Plant height	0.176	-0.172	0.482	-0.128
Round surrounding of bush	0.253	-0.040	0.437	-0.082
Number of fruits	-0.229	0.436	0.099	0.249
Single fruit weight	0.355	-0.014	-0.256	0.026
Fruit yield	0.327	0.338	-0.018	0.048
Fruit length	-0.053	-0.480	0.071	-0.033
Rounding size of fruit	0.394	0.101	-0.113	-0.048
Fruit circumference	0.394	0.114	-0.104	-0.054
Pulp weight	0.309	0.352	-0.143	-0.001
Total seed weight	-0.188	0.347	0.336	0.098
Cumulative variance percentage	41.06	58.51	71.71	79.64
Percentage of variance	41.06	17.45	13.20	7.94
Eigen value	5.74	2.44	1.84	1.11

درصد توجیه تنوع کل گروه بندی شده اند. هم چنین با بررسی مؤلفه دوم مشاهده می گردد فقط صفت تعداد میوه اثر مثبت در این مؤلفه دارد، در بررسی همبستگی صفات نیز مشاهده می گردد این صفت فقط اثر مثبت و معنی دار با صفت وزن بذر کل داشته و با دیگر صفات همبستگی معنی دار ندارد. صفات تعداد شاخه، ارتفاع بوته و دور بوته که در مؤلفه سوم قرار گرفتند نیز دارای همبستگی مثبت و معنی دار با یکدیگر بوده اما مقادیر عددی این همبستگی به اندازه صفات مؤثر در مؤلفه اول نبود. هم چنین صفت طول دم برگ که با هیچ کدام از صفات دیگر همبستگی نشان نداد، به تنهایی در مؤلفه چهارم با اثر مثبت قرار گرفت. بررسی صفات مؤثر در چهار مؤلفه اول با همبستگی صفات نشان دهنده رابطه همسو نتایج همبستگی با قرار گرفتن صفات در مؤلفه ها و نیز درصد توجیه تنوع کل می باشد. نظریه کلی تجزیه و تحلیل مؤلفه های اصلی، بر اساس کاهش ابعاد مؤلفه های اصلی و ترکیب چند مؤلفه اصلی به صورت مؤلفه هایی جدید با هدف حفظ اطلاعات اصلی مسئله است. در PCA، کاهش ابعاد داده ها به منظور بالا بردن سرعت پردازش داده ها و افزایش دقت انجام می شود. با توجه به نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه ها مشخص شد که گزینش بر مبنای مؤلفه اول منجر به انتخاب توده هایی با خصوصیات بازارپسندی و کیفیت میوه مطلوب می شود؛ به عبارت دیگر این عامل قادر است که گروه بندی خوبی بین توده ها از نظر خصوصیات مرتبط با کیفیت میوه ایجاد نموده و توده های با خصوصیت بازارپسندی مطلوب را از توده های غیر بازارپسند تفکیک نماید. مؤلفه دوم مرتبط با عملکرد بوده و گزینش بر مبنای این مؤلفه می تواند منجر به گزینش توده هایی گردد که دارای تعداد میوه بیشتر و عملکرد قابل قبولی باشند. مؤلفه سوم

چهار مؤلفه با مقادیر ویژه بزرگتر از یک به عنوان عوامل معنی دار انتخاب شدند. این مؤلفه ها در مجموع ۷۹/۶۴ درصد از تنوع موجود در توده های فلفل مورد بررسی را در برمی گیرند. اولین مؤلفه اصلی (PC1) حدود ۴۱/۶ درصد، دومین مؤلفه (PC2) ۱۷/۴۵ درصد، سومین مؤلفه (PC3) ۱۳/۲۰ درصد و چهارمین مؤلفه (PC4) ۷/۹۴ درصد از تنوع کل موجود در جمعیت را توجیه می کنند. در مؤلفه اول صفات قطر میوه، دور میوه، وزن تک میوه و عملکرد میوه دارای ضریب مثبت و صفات تعداد میوه و وزن بذر کل دارای ضریب منفی بودند، لذا این مؤلفه عامل بازارپسندی و کیفیت میوه نامگذاری شد. در مؤلفه دوم صفت تعداد میوه رابطه نسبتاً قوی و مثبتی داشت در حالیکه صفت طول میوه دارای ضریب منفی بود، لذا این مؤلفه عامل عملکرد نامگذاری شد. در مؤلفه سوم، صفات تعداد شاخه، ارتفاع بوته و دور بوته دارای اثر مثبت و صفات وزن تک میوه و وزن گوشت میوه دارای اثر منفی بودند و این مؤلفه عامل کانوپی بوته نامگذاری شد. در مؤلفه چهارم نیز صفت طول دم برگ دارای اثر بزرگ و مثبت و تعداد شاخه اثر منفی و نسبتاً بزرگی بود، لذا این مؤلفه عامل مورفولوژی برگ نامگذاری شد (جدول ۵). بر اساس نتایج صفات قطر میوه و طول میوه که در این مطالعه در مؤلفه اول با اثرات قابل توجه مشاهده گردیدند در مطالعات گذشته نیز به عنوان اجزای مهم تأثیرگذار در فلفل مطرح شده است (Ballina-Gomez et al., 2013; Castanon-Najera et al., 2008;) (Castanon-Najera et al., 2010; Latournerie et al., 2002).

صفات مؤثر در مؤلفه اول دارای همبستگی مثبت و بسیار معنی دار با عملکرد می باشند، به علاوه این صفات بالاترین میزان همبستگی بین خود را نیز دارا بوده و لذا در یک مؤلفه با بیشترین

بر روی فلفل به اهمیت خصوصیات مرتبط با شکل میوه (بازارپسندی) در انتخاب ژنوتیپ‌های برتر این محصول اشاره کرده بودند. توجه به تعداد و وزن میوه (عملکرد) در گروه‌بندی و گزینش ژنوتیپ‌های برتر نیز توسط برخی محققین گزارش شده است (Zewdiel and Zeven, 1997; Testoni et al., 1983). همچنین بر اساس نمودار بای پلات برترین توده‌ها از لحاظ صفات بازارپسندی میوه و عملکرد، توده‌های باش‌قلعه ارومیه، نخجوان ارومیه، کشتیبان ارومیه و اورفای ترکیه بودند.

انتخاب بهترین والد در هر تلاقی در برنامه‌های به‌نژادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. پژوهشگران در این راستا به دنبال ژنوتیپ‌هایی هستند که از هم دور باشند. بنابراین بررسی فاصله بین توده‌های فلفل بر اساس صفات مورد مطالعه با استفاده از روش چند متغیره تجزیه خوشه‌ای می‌تواند راهگشا باشد.

بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای به روش وارد (شکل ۲) توده‌های فلفل مورد بررسی بر اساس همه صفات مورد مطالعه در پنج گروه تقسیم‌بندی شدند. خط برش از جایی زده شد که بیشترین فاصله بین گروه‌ها وجود داشته باشد. بر این اساس در خوشه C11 (دسته اول) توده‌های تفرش (مرکزی)، شیراز، ارومیه، بویر احمد، محلات (مرکزی)، تبریز و قالاجیغ بناب طبقه‌بندی شدند. در دسته دوم (خوشه C121) توده‌های کردستان ۳، گچساران، هرمزگان و جغتای مشهد قرار گرفتند. توده‌های سبزوار، گیجلر ارومیه، کردستان، بجنورد و اورفای ترکیه در خوشه سوم (C1221) قرار گرفتند. دسته چهارم (خوشه C1222) شامل توده‌های مراغه، قره‌باغ ارومیه، توپسرکان همدان، بروجرد، لردگان ۱ (چهارمحال)، کردستان ۲، بانه، لردگان ۲ (چهارمحال)، چهارمحال، خراسان و قراملک تبریز بود. در خوشه C2 (طبقه پنجم) توده‌های باش‌قلعه ارومیه، نخجوان ارومیه و کشتیبان ارومیه طبقه‌بندی شدند.

در ارتباط با میزان کانوپی گیاه بوده و انتخاب بر مبنای این عامل می‌تواند منتج به گزینش گیاهانی شود که ضمن داشتن ساقه‌هایی بلندتر از تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه بیشتری برخوردار باشند. در واقع گزینش بر مبنای این عامل در مناطقی که شدت نور و گرما زیاد است، اهمیت دارد. چرا که کانوپی منجر به سایه اندازی بیشتر شده و اثرات سوء گرما بر محصول تولیدی را کاهش داده و نیز موجب کاهش تبخیر از سطح خاک می‌گردد. گزینش بر مبنای مؤلفه چهارم نیز می‌تواند تقریباً نتایج مشابه با مؤلفه سوم عاید نماید.

نحوه پراکنش توده‌ها بر اساس صفات مؤثر در دو مؤلفه اول در نمودار بای پلات دو مؤلفه اول نشان داده شده است (شکل ۱). بر اساس این نتایج می‌توان توده‌های مورد مطالعه را به چهار گروه تقسیم‌بندی نمود. گروه اول دارای بیشترین مقدار برای هر دو مؤلفه بودند. این گروه شامل توده‌های باش‌قلعه ارومیه، نخجوان ارومیه، کشتیبان ارومیه و اورفای ترکیه بود. گروه دوم دارای کمترین مقدار برای مؤلفه دوم و بیشترین مقدار برای مؤلفه اول بود. این گروه شامل توده‌های تبریز، شیراز، چهارمحال لردگان ۱ و ۲، قالاجیغ بناب، خراسان، توپسرکان همدان، مراغه و گچساران بود. گروه سوم دارای بیشترین مقدار مؤلفه دوم و کمترین مقدار مؤلفه اول بود. این گروه شامل توده‌های کردستان ۱ و ۲، سبزوار، گیجلر ارومیه و بجنورد بود. گروه چهارم نیز از لحاظ هر دو مؤلفه در کمترین مقدار قرار داشتند. این گروه شامل توده‌های جغتای مشهد، بروجرد، مرکزی تفرش، بانه، مرکزی محلات و هرمزگان بود.

نتیجه‌گیری کلی از تجزیه به مؤلفه‌ها حاکی از اهمیت بیشتر دو مؤلفه اول و دوم نسبت به دو عامل دیگر بود. زیرا که در محصولات سبزی و صیفی و از جمله فلفل، عملکرد و خصوصیات مربوط به بازارپسندی و کیفیت نسبت به سایر ویژگی‌ها اهمیت بسیار بیشتری دارند. (Keshavarz et al. (2015) در پژوهش خود

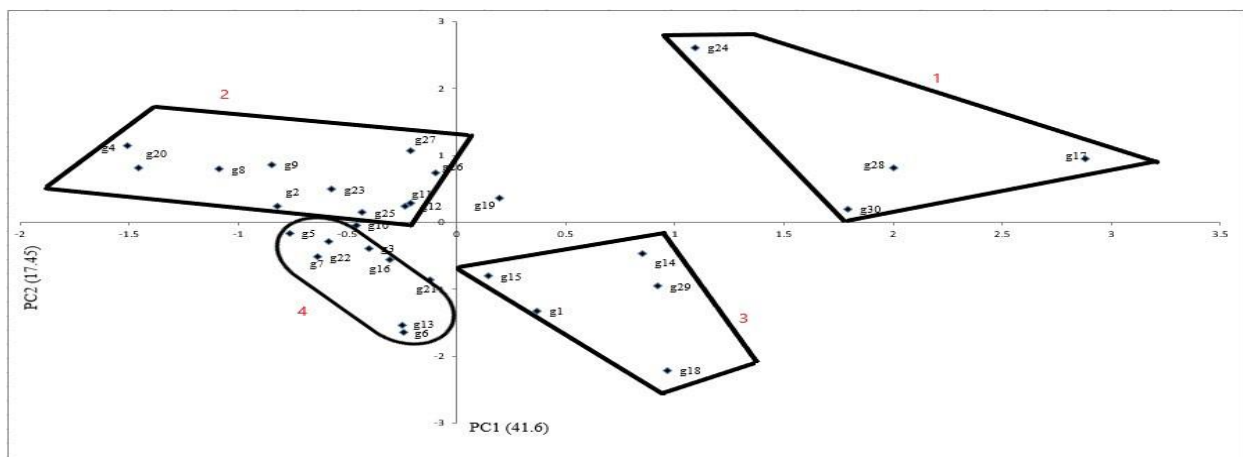


Figure 1. Biplot graph of principal component analysis of 30 Iranian pepper populations

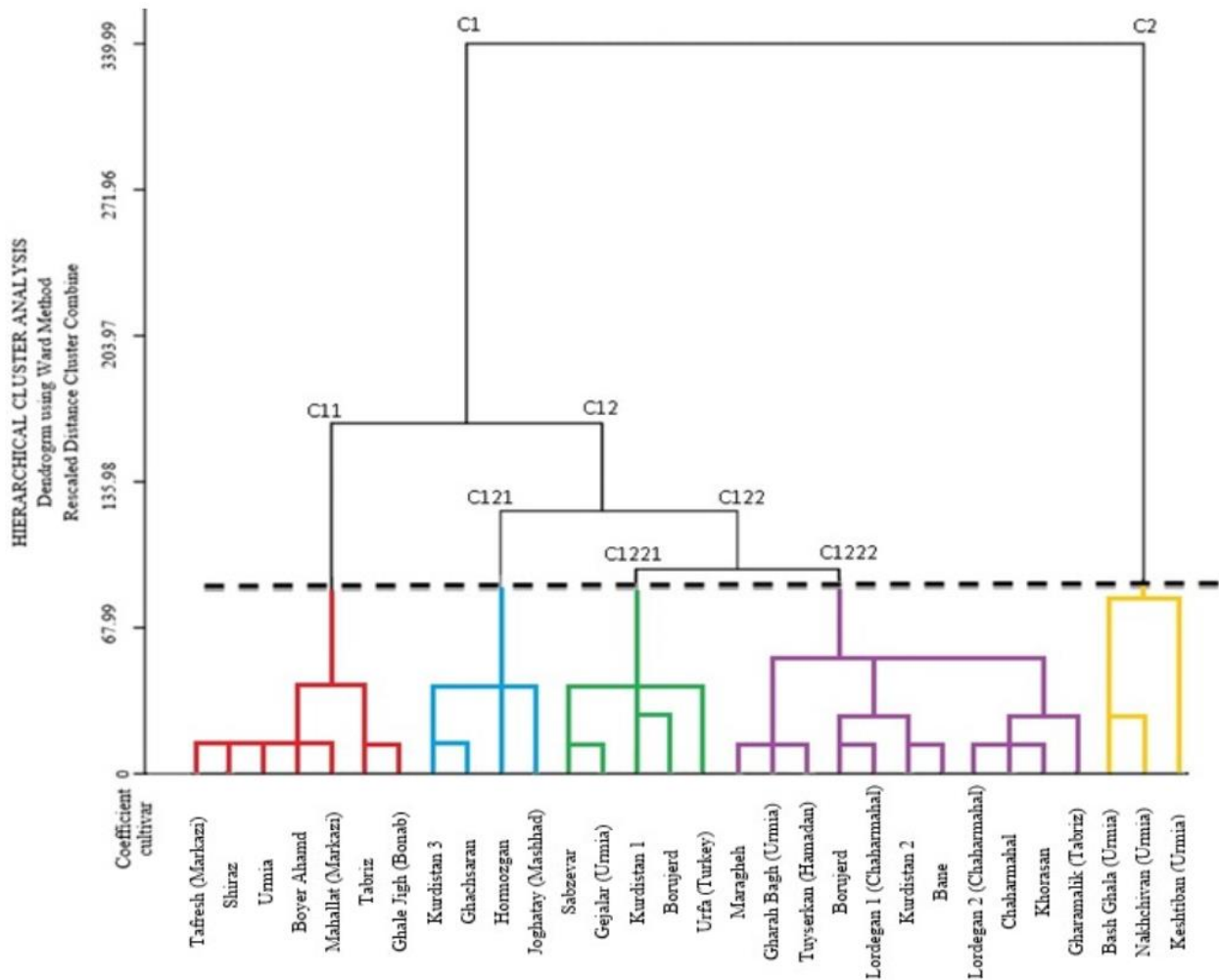


Figure 2. Dendrogram generated by hierarchical cluster analysis of 30 Iranian pepper populations based on studied traits using Ward's method

اول طبقه‌بندی شدند نیز در بای پلات PCA در گروه دوم قرار گرفتند. این توده‌ها از لحاظ صفات مرتبط با میوه و عملکرد در بیشترین مقدار قرار داشتند. از طرفی در برخی از خوشه‌ها پراکنش توده‌ها تا حد بسیار پایینی با الگوی جغرافیایی مطابقت داشت. لذا شاید بتوان نتیجه گرفت که پراکنش توده‌ها در تجزیه خوشه‌ای بیشتر از آن که با موقعیت جغرافیایی همخوانی داشته باشد، بر اساس الگوی صفات بارز مؤثر در توده‌ها بوده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه‌های انجام شده، نتیجه‌گیری می‌شود که قرار گرفتن توده‌های لفل مورد مطالعه در گروه‌های متفاوت، نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی است که می‌توان از این تنوع در برنامه‌های به‌نژادی استفاده نمود. در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای، تنوع صفات از لحاظ عملکرد و نیز خصوصیات مرتبط با بازارپسندی مشاهده گردید، لذا شاید بتوان گفت این صفات دارای تنوع ژنتیکی زیاد بوده از نظر اصلاحی دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشند. از آنجایی که

با عنایت به این که در تجزیه خوشه‌ای توده‌های موجود در یک خوشه دارای کمترین فاصله ژنتیکی می‌باشند، لذا بایستی توده‌های موجود در خوشه‌های مختلف را در برنامه‌های به‌نژادی جهت دستیابی به بالاترین میزان هتروزیس دخالت داد. توده‌های تبریز واقع در خوشه اول و قره‌باغ ارومیه واقع در خوشه چهارم از لحاظ صفت تعداد میوه نسبت به سایر توده‌ها برتری داشتند. با توجه به فاصله ژنتیکی دو توده مذکور لذا می‌توان بیشترین هتروزیس مورد انتظار در خصوص این صفت را در این تلاقی مشاهده نمود. هم‌چنین توده‌های موجود در خوشه پنجم (باش‌قلعه ارومیه، نخجوان ارومیه و کشتیبان ارومیه) نسبت به سایر توده‌های مورد مطالعه عملکرد میوه بیشتری داشتند. این نتایج تا حدودی با نتایج Bagheri et al. (2017) مطابقت داشت.

توده‌های موجود در خوشه پنجم (باش‌قلعه ارومیه، نخجوان ارومیه و کشتیبان ارومیه)، در گروه اول بای پلات دو مؤلفه اول و دوم PCA قرار گرفتند و از لحاظ هر دو مؤلفه دارای بیشترین مقدار بودند. توده‌های تبریز، شیراز و قالاجیغ بناب که در خوشه

از این توده‌ها به‌عنوان یکی از والدین برتر در تلاقی با سایر توده‌ها جهت ایجاد ترکیبات مطلوب ژنتیکی بهره‌مند شد. جهت ادامه مطالعه و تکمیل نتایج پیشنهاد می‌گردد، پژوهش علاوه بر محیط کنترل شده گلخانه، در محیط مزرعه و نیز در چندین مکان انجام شود تا برآورد وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی صفات به‌صورت دقیق صورت پذیرد.

سپاس‌گزاری

نویسندگان مقاله از دانشگاه ارومیه جهت تأمین امکانات لازم برای انجام پژوهش قدردانی می‌نمایند.

تفکیک توده‌ها بر اساس تمامی صفات مورد مطالعه در خوشه‌ها انجام شده است، و با توجه به این‌که افراد هر گروه دارای کمترین فاصله ژنتیکی می‌باشند، لذا جهت رسیدن به حداکثر هتروزیس می‌بایست انتخاب والدین تلاقی‌ها از خوشه‌های مختلف انجام شود. این امر می‌تواند منجر به تولید هیبریدهایی با عملکرد مناسب و خصوصیات بازارپسندی مطلوب گردد. طبق نتایج این تحقیق توده‌های باش قلعه ارومیه، نخجوان ارومیه و کشتیبان ارومیه نسبت به بقیه توده‌ها از لحاظ اکثر صفات مورد مطالعه به‌ویژه صفات مرتبط با عملکرد برتری داشتند. لذا می‌توان

References

- Andrews, J. (1984). Peppers the Domesticated capsicums (1st Ed.). Austin: University of Texas press.
- Bagheri, G., Zahedi, B., Darvishzadeh, R., & Hajiali, A. (2017). Investigation on Morphological and Physiological Variation of Some Sweet Pepper Ecotypes (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Horticultural Science*, 31(1), 140-157. [In Farsi]
- Ballina-Gomez, H., Latournerie-Moreno, L., Ruiz-Sanchez, E., Perez-Gutierrez, A., & Rosado-Lugo, G. (2013). Morphological characterization of *Capsicum annuum* L. accessions from southern Mexico and their response to the Bemisia tabaci-Begomovirus complex. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 73(4), 329-338.
- Casali, V. W. D., & Couto, F. A. A. (1984). Origen e botanica de Capsicum. *Informe Agropecuario, Belo Horizonte*, 10(113), 08-10.
- Castanon-Najera, G., Latournerie-Moreno, L., Leshner-Gordillo, J. M., De la Cruz-Lazaro, E., & Mendoza-Elos, Y. M. (2010). Identificación de variables para caracterizar morfológicamente colectas de Chile (*Capsicum spp.*) en Tabasco, Mexico. *Universidad y Ciencia*, 26(3), 225-234.
- Castanon-Najera, G., Latournerie-Moreno, L., Mendoza-Elos, Y. M., Vargas-Lopez, A., & Cardenas-Morales, H. (2008). Colección y caracterización de Chile (*Capsicum spp.*) en Tabasco, Mexico. *Phyton International Journal of Experimental Botany*, 77, 189-202.
- Everett, T. H. (1984). *Encyclopedia of horticulture: The New York Botanical Garden Illustrated* (Vol. 1-10). New York, U.S.A.: Garland Publishing, Inc.
- FAOSTATE. (2017). *Food and agriculture organization of the united nations*. Retrieved from <http://faostat.fao.org/site/>.
- Farshadfar, E. (1998). *Application of biometrical genetics in plant breeding*. Tehran: Razi University Press. [In Farsi]
- Farwah, S., Hussain, K., Rizvi, S., Hussain, S.M., Rashid, M., & Saleem, S. (2020). Genetic variability, heritability and genetic advance studies in chilli (*Capsicum annuum* L.) genotypes. *International Journal of Chemical Studies*, 8(3), 1328-1331.
- Fazeli kakhki, S., Rezvani, H., Goldani, M., & Hemmati, N. (2019). Evaluation of the combined effect of organic and chemical fertilizers on some morphological, physiological, characteristics yield components and performance of sweet pepper (*Capsicum Annuum*, Var: *Traviata*) under field conditions. *Journal of Iranian Plant Ecophysiological Research*, 14(55), 39-51. [In Farsi]
- Ibrahim, M., Ganiger, V. M., & Yenjerappa, S. T. (2001). Genetic variability, heritability, genetic advance and correlation studies in chilli. *Karnataka Journal of Agricultural Science*, 14, 784-787.
- Kanouni, H. (2016). Genetic variability, heritability, and interrelationships between seed yield and related components of chickpea genotypes under dryland conditions. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 47(1), 155-163. [In Farsi]
- Keshavarz, S., Bagheri, M., Ghanbari, A. A., & Mousavi, S. H. (2015). Comparison of pure lines selected from local landraces of pepper (*Capsicum annuum* L.). *Seed and Plant Improvement Journal*, 31(3), 403-419. [in Farsi]
- Keshavarz, S., Peighambari, S., Zeinali Khanghah, H., Bihamta, M., & Hassandokht, M. (2019). Morphological variation of some capsicum (*Capsicum annuum* L.) lines using multivariate statistical analysis. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 50(1), 129-140. [In Farsi]

- Lahbib, K., Bnejdi, F., & Gazzah, M. (2012). Genetic diversity evaluation of pepper (*Capsicum annuum* L.) in Tunisia based on morphologic characters. *African Journal of Agricultural Research*, 7(23), 3413-3417.
- Latournerie, M. L., Chavez, J., Perez, M., Castanon, G., Rodriguez, S. A., Arias, L. M., & Ramirez, Y.P. (2002). Valoracion in situ de la diversidad morfologica de chiles (*Capsicum annuum* L. y *Capsicum chinense* Jacq.) en Yaxcaba, Yucatan. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 25, 25-33.
- Madosa, E., Sasu, L., Ciulca, S., Velicevici, G., Ciulca, E. A., & Avadanei, C. (2010). Possibility of use of Romanian bell pepper (*Capsicum annuum* L. var *grossum*) local landraces in breeding process. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(2), 56-60.
- Mohammadi, A., Abdi Khojasteh, E., & Riazi, G. (2016). Evaluation of genetic variation between some variety and lines of pepper (*Capsicum annuum* L.) and effects of drought stress on its active ingredient. *Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 12(3), 49-58. [In Farsi]
- Nsabiya, V., Logose, M., Ochwo, M., Sseruwagi, P., Gibson, P., & Ojiewo, C. (2013). Morphological characterization of local and Exotic Hot Pepper (*Capsicum annuum* L.) collections in Uganda. *Global Science Books*, 7(1), 22-32.
- Pearson, D. C., Rosielle, A. A., & Boyd, W. J. R. (2007). Heritabilities of five wheat quality traits for early generation selection. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 21(3), 512-515.
- Peyvast, G. H. (2005). *Vegetables* (3rd ed). Rasht: Daneshpazir Publishing. [In Farsi]
- Rego, E. R. (2009). A diallel study of yield components and fruit quality in chilli pepper (*Capsicum baccatum*). *Euphytica (Wageningen)*, 168, 275-287.
- Rice, R. P., Rice, L. W., & Tindall, H. D. (1994). Fruit and vegetable production in warm climates. London, England: The Macmillan Press Ltd.
- Sanatombi, K., & Sharma, G. J. (2007). Micro propagation of *Capsicum Annum* L. using axillary shoot explants. *Scientia Horticulture*, 113, 96-99.
- Saremi-Rad, A., & Mostafavi, K. (2020). Genetic diversity study of sunflower (*Helianthus annus* L.) genotypes for agromorphological traits under normal and drought stress conditions. *Plant Productions*, 43(2), 227-240. [In Farsi]
- SAS Institute, Inc. (2010). *SAS/STAT 9.2 user's guide*. Cary, NC: SAS Institute, Inc.
- Sasu, L., Madosa, E., Velicevici, G., Ciulca, S., Avadanei, C., & Gorinoiu, G. (2013). Studies regarding correlations between the main morphological traits in a collection of bell pepper (*Capsicum annuum* L. var *grossum*) local landraces. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 17(2), 285-289.
- Shayan, S., Moghaddam Vahed, M., Mohammadi, S., Ghasssemi Golezani, K., Sadeghpour, F., & Youssefi, A. (2020). Genetic diversity and grouping of winter barley genotypes for root characteristics and ISSR markers. *Plant Productions*, 43(3), 323-336. [In Farsi]
- Shumbulo, A., Nigussie, M., & Alamerew, S. (2017). Correlation and path coefficient analysis of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes for yield and its components in Ethiopia. *Advances in Crop Science and Technology*, 5(3), 1000277-1000280.
- Singh, K. B., Geletu, B., & Malhotra, R. S. (1990). Association of some characters with seed yield in chickpea collections. *Euphytica*, 49, 83-88.
- Singh, V., Pande, P. C., & Jain, D. K. (2019). *A textbook of botany, angiosperms* (5th Ed.). India: Rastogi Publications.
- Soares, R. S., Silva, H. W. Da., Candido, W. Dos. S., & Vale, L. S. R. (2017). Correlations and path analysis for fruit yield in pepper lines (*Capsicum chinense* L.). *Comunicata Scientiae*, 8(2), 247-255.
- Testoni, A., Eccher Zerbini, P., & Sozzi, A. (1983). Objective quality evaluation of fruit of some sweet pepper varieties for fresh consumption. In Belletti, P., Nassi, M. O., & Quagliotti, L. (Eds.) *Capsicum newsletter Num2* (pp. 73-74). Turin: Institute of Plant Breeding and Seed Production.
- Thakur, S., Negi, R., & Mehta, D. K. (2019). Correlation and path coefficient studies in bell pepper (*Capsicum annuum* L. var. *grossum*) under mid hill conditions of solan district of himachal pradesh. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(1), 1788-1796.
- Zewdiel, Y., & Zeven, A. C. (1997). Variation in Yugoslavian hot pepper (*Capsicum annuum* L.) accessions. *Euphytica*, 97, 81-89.