پژوهش در علوم باغبانی
Journal of Reserch in Horticultural Science
جلد۲، شماره۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۲ (ص ۳۴۰-۳۲۷) Vol. 2, No.2 Autumn and Winter 2023-2024 (327-340)
تارنمای مجله: https://rhsj.areeo.ac.ir مقاله علمی پژوهشی 10.22092/rhsj.2024.365047.1089

ارزیابی سازگاری و پایداری لاین‌های پیشرفته جمعیت‌های مختلف فلفل سبز (*Capsicum annum*. L)

فتح‌اله نادعلی[1*]، ساسان کشاورز[2]

۱-استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان(شاهرود)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شاهرود، ایران

۲- محقق، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۶/۲۱

چکیده

تعیین میزان تنوع ژنتیکی موجود در ژنوتیپ، گام اساسی و مهمی در انتخاب صحیح والدین خواهد بود. ارزیابی عملکرد یکی از مهم‌ترین اهداف اصلاحی است و تشخیص اینکه کدام متغیر، بیش‌ترین عامل مؤثر بر میزان عملکرد ارقام مختلف است،کار برنامه‌های اصلاحی و انتخاب نتایج را آسان‌تر خواهد ساخت. جهت ارزیابی لاین‌های جدید فلفل اصلاح شده، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی شاهرود به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. در این آزمایش ۱۲ لاین فلفل شامل: ۱۶-۸ (همدان)، ۳۱-۶ (گیلان)، ۰۰۱۳ (تایوان)، شاهد فرومد (شاهرود)، ۲۴-۸ (همدان)، ۱-۲ (بیارجمند قلعه بالا-شاهرود)، ۲۴-۶ (گیلان)، ۱۵-۲ (قلعه بالا-شاهرود)، ۰-۸ (همدان)، ۲-۳ (فرومد-شاهرود)، شاهد (گیلان) و ۱۳-۴ (زمان آباد - شاهرود) مورد مقایسه قرار گرفتند. براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها بیشترین میزان عملکرد تر (۱۸۵۰۶ کیلوگرم در هکتار) در لاین شماره ۱۶-۸ (همدان) و بیشترین وزن تر تک بوته با میانگین ۲۳۳۱ گرم در هکتار در لاین شماره ۲۴-۶ گیلان مشاهده شد. براساس نتایج حاصل از تجزیه عامل‌ها، صفات ارزیابی شده به دو عامل تقسیم شدند. تمامی صفات به جز تعداد میوه، در عامل یک قرار گرفتند. مقادیر ویژه عامل اول ۷/۱۶ و عامل دوم ۳/۲۴ بود که نشان دهنده اعتبار دو برابری عامل اول نسبت به عامل دوم بود. عامل اول با درصد واریانس ۶۳/۱۵ نشان‌دهنده بیشترین تنوع بود در صورتی که عامل دوم ۲۴/۱۱ درصد از تنوع بین خصوصیات را توجیه می‌کند. با توجه به نتایج می‌توان دریافت که بین لاین‌های مورد بررسی از نظر صفات مورد بررسی، مورد نظر تفاوت معناداری وجود دارد.

واژگان کلیدی: اکوتیپ، عملکرد، ژنوتیپ، لاین.

Evaluation of compatibility and stability of advanced lines of different accessions of pepper Green (*capsicum annum* L.)

Fathollah Nadali, [1]*,Sasan Keshavarz [2]

1.Assistant Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Semnan Province (Shahrood), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shahroud, Iran

2.Researcher, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Rceived: Februari 2024 Accepted: September 2024

Abstract

Background and objectives: Determining the amount of genetic diversity in the genotype will be a fundamental and important step in the correct selection of parents to continue breeding programs in the next generations. Considering that performance evaluation is one of the most important improvement goals, identifying which variable is the most effective factor on the performance of different cultivars will undoubtedly make the work of improvement programs and selection of results easier. The purpose of this research is to evaluate new modified pepper lines in Iran and in the climatic conditions of Shahrood region, in order to determine the best line for use by farmers. The experiment was conducted in the research farm of Shahrood Agricultural Research and Training Center It was carried out in three replications in two crop years 2014 and 2015 in the form of randomized complete block design. The number of experimental plots was 36 and the dimensions of each experimental plot were 10x2 square meters with 3 rows. In this test, 12 varieties and lines of pepper include: 8-16 (Hamadan), 6-31 (Gilan), 0013 (Taiwan), Shahrood Farumed (Shahroud), 8-24 (Hamadan), 1-2 (Biyarajmand Qala Bala- Shahroud), 6-24 (Gilan), 2-15 (Biyarajmand Qala Bala-Shahroud), 8-10 (Hamadan), 2-3 (Forumed-Shahroud), Shahid (Gilan) and 4-13 (Zamanabad-Shahroud) were compared.Based on the results of the analysis of variance, it was found that there was a significant difference between the studied lines in terms of higher yielding traits at the probability level of one percent, so that the highest amount of higher yielding (18506 kg ha-1) was from line number 8-16. Hamadan) was obtained and the lowest amount of yield with values of 9684 kg ha-1 was observed in line 0013 of Taiwan. Among the studied lines, the highest amount of fresh weight of a single plant with an average of 2331 grams per hectare was observed in line number 6-24 of Gilan. The lowest values of single plant fresh weight of 201 grams per hectare were observed in Shahid Gilan line, respectively. Based on the results of factor analysis, the evaluated traits were divided into two factors. The evaluated traits, except for the number of fruits, were included in factor one. The eigenvalues of the first factor were 7.16 and the second factor was 3.24, which indicated the double validity of the first factor compared to the second factor. The first factor with a percentage of variance of 63.15% represents the most variation, while the second factor explains 24.11% of the changes and variations between the studied characteristics. According to the results of this research, it can be seen that there is a significant difference between the examined lines in terms of yield, fresh and dry weight and number of fruits. Which can indicate the existence of high genotypic and phenotypic diversity between the different studied populations.

Keywords: Eshkevarat, Air humidity, Fog Collector, Hazelnut, Water Requirement.

*نویسنده مسئول: f.nadali@areeo.ac.ir

۱- مقدمه

مطالعات متخصصان و کارشناسان علم تغذیه نشان می‌دهد که مصرف سبزی‌ها در غذای روزانه انسان ضروری است؛ به‌طوری که باید ۸۰ درصد حجم کل غذای مصرفی را محصولات باغبانی (میوه و سبزی) و ۲۰ درصد بقیه را مواد پروتئینی و مواد قندی تشکیل دهند (Akbar poor *et al.,* 2017). فلفل یکی از مهم‌ترین سبزیجات بوده که علاوه بر مصارف غذایی، دارای مصارف دارویی نیز می‌باشد (Nadem *et al.,* 2011). فلفل (*Capsicum annuum*. L) علاوه بر مصرف به عنوان سبزی، یک چاشنی ضروری بوده که در بسیاری از نقاط جهان برای اهداف مختلف کشت و پرورش داده می‌شود (Tripodi and Ku-marn 2019). میوه فلفل سرشار از انواع ویتامین‌ها ازجمله ویتامین ث و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی می‌باشد. میوه فلفل منبع غنی از رنگدانه‌های طبیعی مخصوصاً کارتنوئیدها است (Rego *et al.*, 2012). فلفل سبز، که معمولاً به عنوان فلفل تند نیز نامیده می‌شود، از خانواده Solanaceae بوده، به طور سنتی در بیشتر غذاها و محصولات غذایی به دلیل طعم، رنگ، تند بودن و عطر متمایز آن استفاده می‌شود (Dzoyem *et al*., 2017). گیاهان این خانواده بیشتر در مناطق استوایی و معتدل انتشار دارد و دارای حدود ۹۰ جنس و ۲۸۰۰ گونه است که گیاه فلفل به جنس *Capsicum* تعلق دارد (Berke and Shieh, 2012) این جنس در ایران به صورت خودرو وجود ندارد ولی ارقام مختلف آن در نقاط مختلف ایران کشت و کار می‌شود. والش و هوت (Walsh and Hoot, 2001) برای درک روابط خویشاوندی در جنس فلفل (*Capsicum*)، بررسی‌های مولکولی زیادی در گونه‌های اهلی و وحشی این جنس انجام و گزارش دادند که این جنس بـه احتمال خیلی زیـاد از نواحی خشک رشته کوه‌های آند (منطقه‌ای کـه امروزه پرو و بولیوی در آن واقـع شـده) منشاء گرفته و سپس به اراضی پست حاره‌ای آمریکا انتقال یافته است. میزان تولید جهانی فلفل سبز هم حدودا ۳۲ میلیون تن است. بیشترین میزان تولید فلفل در جهان نیز به ترتیب در کشورهای چین (۱۶/۱۲ میلیون تن)، مکزیک (۲/۷ میلیون تن)، ترکیه (۲/۱۳ میلیون تن)، اندونزی (۱/۸۷ میلیون تن)، اسپانیا (۱/۱۳ میلیون تن)، آمریکا (۰/۹۱ میلیون تن)، نیجریه (۰/۷۴ میلیون تن)، و مصر (۰/۶ میلیون تن) است (FAOSTATE, 2017). مهمترین مناطق تولید کننده فلفل در ایران، استان‌های سمنان، هرمزگان و سیستان و بلوچستان برای مصرف تازه‌خوری و استان خراسان رضوی برای تولید ادویه می‌باشند (Keshavarz *et al.,* 2019). نظر به اهمیتی که فلفل در تغذیه و سلامت انسان دارد، تولید و اصلاح ارقام جدید و پرمحصول با دارا بودن ویژگی‌های مهم مانند پایداری عملکرد، ضروری است. پایداری عملکرد به توانایی ژنوتیپ گیاهی در بروز ظرفیت عملکرد در دامنه وسیعی از محیط‌ها اطلاق می‌شود (Clevland, 2001). ارزش غذایی فلفل سبز خیلی زیاد است. میوه این گیاه علاوه بر داشتن مقادیر بالایی ویتامین C، دارای ویتامین‌های دیگری همچون ویتامین A، تیامین (B2)، ریبوفلاوین (B6) و نیاسین (B1) نیز می‌باشد. همچنین فلفل دارای املاح معدنی فراوان ازجمله کلسیم، فسفر، آهن، سدیم و به خصوص پتاسیم می‌باشد (Nonnecke, 1989). علاوه‌بر این، فلفل دارای پروتئین، چربی، کربوهیدارات و ترکیبات فیبری است. بیش از ۹۰ درصد وزن فلفل سبز را آب تشکیل می‌دهد (Hernandez-Perez *et al*., 2020). میوه‌های فلفل به خاطر طعم تند به دلیل وجود کپسایسین موجود در میوه‌ها، دانه‌ها و بافت جفت، در آماده‌سازی‌های غذایی به‌عنوان ادویه مصرف می‌شوند. میوه‌های فلفل احساس سوزشی ایجاد می‌کنند که می‌تواند چندین

ساعت طول بکشد (صالح و همکاران، ۲۰۱۸). میوه‌های فلفل حاوی کپسایسینوئیدهایی هستند که گروهی از ترکیبات مسئول طعم تند آن هستند. کپسایسینوئیدها همچنین به دلیل خواص درمانی خود در آرتریت روماتوئید و زخم معده کاربرد دارند (Batiha et al., 2020). ترکیبات موجود در فلفل از جمله الئورزین خاصیت ضدمیکروبی قوی روی باکتری‌های staphylococcus aureus, Bacillus subtilis, Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli, Candida albicans and Aspergillus Niger نشان دادند (Sharma *et al.,* 2021). منابع ژرم پلاسم فلفل تفاوت‌های زیادی در سطوح فنوتیپی، بیوشیمیایی و DNA نشان دادند که منجر به تنوع ژنتیکی بالا در منابع ژرم پلاسم گردید (Ridzuan *et al.,* 2018; Rahevar *et al*., 2019). میانگین عملکرد این محصول در ایران حدود ۱۱ تن درهکتار و مقدار فلفل سبز تولیدی در کشور حدوداً ۶۶ هزار تن است. سطح زیر کشت فلفل در جهان ۱۹۳۷۳۷۰ هکتار و میانگین تولید جهانی آن حدود ۱۶ تن در هکتار است. از نظر اصلاحی، وقتی رقمی پایدار تعریف می‌شود که در محیط‌های مختلف، عملکرد نسبتاً یکسانی داشته باشد. ارقامی که پایداری عملکرد داشته باشند، کمتر تحت تاثیر تنش‌های مختلف محیطی قرار گرفته و در سال‌هایی که شرایط اقلیمی نیز نامساعد است، عملکرد قابل قبولی خواهند داشت (Tembhurne and Rao, 2013). با توجه به این نکته که تهیه رقم اصلاح شده، سازگار و با عملکرد بالا برای هر محیط، به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست، لذا بایستی واریته‌هایی را تهیه کرد که در بیشتر از یک منطقه و یا برای چند ناحیه قابل توصیه باشند. یعنی ارقامی انتخاب شوند که در کلیهٔ مناطق اقلیمی مشابه و یا حداقل دراغلب مناطق عملکرد خوبی داشته و بهترین سازگاری را با محیط‌های مختلف داشته باشند. لذا به منظور انتخاب نهایی و سنجش درجه سازگاری و میزان ثبات و پایداری عملکرد، ارزیابی آن‌ها در شرایط مختلف محیطی در سال‌های مختلف اجتناب‌ناپذیر است (Raghavendra *et al.,* 2017). به‌طور خلاصه، آزمایش‌های ناحیه‌ای به عنوان بخش پایانی برنامه اصلاح ارقام زراعی نقش مهمی در تعیین و گزینش رقم یا ارقام برتر در مکان‌ها و سال‌های مختلف، قبل از آزادسازی و معرفی یک رقم دارد (Bernardo, 2002).

اهداف پژوهش

- بررسی سازگاری لاین‌های پیشرفته فلفل سبز
- ارزیابی لاین‌های جدید فلفل اصلاح شده در ایران و در شرایط آب و هوایی منطقه شاهرود
- تعیین بهترین لاین جهت استفاده بهره‌برداران

۲- مواد و روش‌ها

این مطالعه با هدف ارزیابی ارقام و لاین‌های مختلف فلفل سبز در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی شهرستان شاهرود در دوسال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ و ۱۳۹۶-۱۳۹۵ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. مشخصات خاک و همچنین مشخصات جغرافیایی و اقلیمی منطقه کشت به ترتیب در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است (جدول ۱و ۲).

تعداد کرت‌های آزمایشی ۳۶ کرت و ابعاد هر کرت آزمایشی ۸×۲ مترمربع با ۴ ردیف تعیین شد. فاصله روی ردیف ۵۰ سانتی‌متر، فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در این آزمایش ۱۲ رقم و لاین مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۳).

در اسفند سال قبل از اجرا، مخلوطی از پیت موس، پرلیت و کوکوپیت تهیه و در سینی‌های نشاء ریخته شد و بعد از آن بذور ارقام در سینی نشاء، کشت و در داخل گلخانه نگه‌داری شدند. آبیاری سینی‌های نشاء

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک.

منطقه کاشت	بافت خاک	pH	EC (ds/m)	کربن (%)	پتاسیم (%)	نیتروژن (%)	فسفر (ppm)
شاهرود	لوم	۷/۴۳	۲/۲۲	۰/۴	۳۰۷	۰/۰۴	۷/۲۸

جدول ۲- مختصات جغرافیایی و اقلیمی منطقه مورد مطالعه.

منطقه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا	حداقل دمای سالانه (c°)	حداکثر دمای سالانه (c°)
شاهرود	۳۵/۳۶	۵۴/۵۸	۱۴۲۰	۲۰/۸۰	۴۱/۶۸

جدول ۳- لاین‌های مختلف فلفل مورد مطالعه.

شماره لاین	لاین	جمعیت اولیه
۱	۸-۱۶	همدان
۲	۶-۳۱	گیلان
۳	۰۰۱۳	تایوان
۴	شاهد	فرومد (شاهرود)
۵	۸-۲۴	همدان
۶	۲-۱	بیارجمند قلعه بالا- شاهرود
۷	۶-۲۴	گیلان
۸	۲-۱۵	بیارجمند قلعه بالا (شاهرود)
۹	۸-۱۰	همدان
۱۰	۳-۲	فرومد (شاهرود)
۱۱	شاهد	گیلان
۱۲	۴-۱۳	زمان آباد (شاهرود)

با توجه به نیاز در طول دوره تا قبل از انتقال به مزرعه انجام و نشاهای بدست آمده در مرحله چهار برگی در نیمه دوم خرداد ماه به زمین اصلی انتقال داده شدند. زمین محل آزمایش در سال قبل به صورت آیش بود و به‌منظور تهیه بستر مناسب نشاها، زمین در پاییز سال قبل شخم زده شد و در سال کشت آزمایش قبل از کاشت، مجددا عملیات شخم تکمیلی و تسطیح زمین انجام شد. میزان کود مصرفی در زمان تهیه بستر و عملیات کشاورزی (شخم، دیسک، تسطیح)، بر اساس نتایج خاک و توصیه بخش تحقیقات خاک و آب، کودهای سوپر فسفات تریپل، سولفات پتاسیم و یک سوم اوره به ترتیب ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به خاک اضافه شد. باقیمانده کود اوره (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) در دو نوبت، نخست پس از استقرار، دوم در زمان شروع گلدهی مصرف گردید. در نیمه دوم خرداد ماه نشاءها به زمین اصلی انتقال داده شد. آبیاری طرح با استفاده از سیستم تحت فشار روش تیپ انجام و آبیاری در هر ۴ روز با فشار مشخص به مدت ۴ ساعت صورت گرفت. در انتهای فصل رشد برداشت از هر کرت با حذف یک بوته از ابتدا و انتهای ردیف وسط و حذف دو خط حاشیه انجام شد و وزن کلی محصول در هر کرت در مزرعه یادداشت و یک نمونه

یک کیلوگرمی جهت اندازه‌گیری و وزن خشک و سایر صفات مورد نیاز، جدا و پس از اندازه‌گیری وزن خشک نمونه، وزن خشک کل با استفاده از ترازوی دیجیتال محصول به‌دست آمد. همچنین در آزمایشگاه تعداد میوه در هر بوته و وزن هر میوه مشخص گردید.

تجزیه و تحلیل مرکب داده ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام شد. تجزیه و تحلیل PCA در نرم افزار R نسخه ۴/۱ صورت گرفت

۳- نتایج

۳-۱- عملکرد تر بوته

براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۵) مشخص شد که بین لاین‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. براساس نتایج مقایسه میانگین، لاین‌های ۲۴-۸ (همدان)، با مقدار ۱۸۵۰۶ کیلوگرم در هکتار وزن تر، بالاترین میانگین عملکرد تر را در بین تمامی لاین‌های مورد بررسی به خود اختصاص داد. همچنین لاین ۰۰۱۳ تایوان با ۹۶۸۴ کیلوگرم در هکتار، کمترین میزان عملکرد تر را داشت (جدول ۶).

۳-۲- وزن تر و خشک تک بوته

بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) وزن تر تک بوته نیز تحت تاثیر لاین‌های فلفل قرار گرفت و طبق نتایج وزن تر تک بوته تغییرات معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد، براساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین، بیشترین میزان وزن تر تک بوته در لاین شماره ۲۴-۸ (همدان) ۲۳۳۱ گرم مشاهده شد. و لاین ۰۰۱۳ تایوان با ۶۷۳ گرم، کمترین وزن تر تک بوته را داشتند (جدول۵). مطابق جدول مقایسه میانگین‌ها، بیشترین وزن خشک تک بوته از لاین شماره ۲۴-۸ (همدان) با ۲۸۱ گرم و کمترین مقدار با ۱۸۰ گرم از لاین شماره ۰۰۱۳ (تایوان) به دست آمد (جدول۶).

۳-۳- وزن تر و خشک میوه

همانطور که در جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) مشاهده می‌شود، بین لاین‌های مختلف فلفل از نظر تأثیر روی وزن تر هر میوه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد مشاهد شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که لاین شماره ۱۶-۸ (همدان) (۲۰/۵۲۷۴۰۴ گرم) بالاترین میانگین وزن تر هر میوه را به خود اختصاص داد. لاین‌های شماره ۳۱-۶ (گیلان) (۵/۲۳۵۹۹ گرم) و ۰۰۱۳ (تایوان) (۵/۳۰۶۹۹۷ گرم) نیز کمترین وزن تر هر میوه را داشتند (جدول ۶).

وزن خشک هر میوه نیز تحت تاثیر لاین‌های مورد مطالعه قرار گرفت و در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها بر این صفت نشان داد که بیشترین وزن خشک میوه با میانگین ۳/۷۶۵۸۶۳ گرم، ۳/۷۶۴۰۱۳ گرم، ۳/۷۳۱۴۹ گرم و ۳/۵۱۸۰۰۵ گرم به ترتیب به لاین‌های شماره ۱۶-۸ همدان، ۱۰-۸ همدان، شاهد فرومد و ۲۴-۸ همدان تعلق داشت. کمترین وزن خشک هر میوه ۱/۷۴۱۹۰۲ و ۱/۲۱۲۸۰۰ گرم به ترتیب در لاین‌های ۳۱-۶ گیلان و ۰۰۱۳ تایوان مشاهده شد (جدول ۶).

۳-٤- تعداد میوه در بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر لاین‌های فلفل بر تعداد میوه در بوته حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار بین لاین‌های انتخابی در سطح یک درصد بود (جدول۵)، به‌طوری که لاین‌های شماره ۳۱-۶ (گیلان) تولید ۲۵۸/۷۰۸۳۳ میوه در بوته بالاترین میانگین تعداد میوه را به خود اختصاص دادند. لاین شماره ۱۳-۴ زمان‌آباد با تولید ۹۶/۱۶۶۶۷ میوه در بوته نیز، کمترین میزان میوه را داشت (جدول ۶). براساس نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس مرکب (جدول۵)، بین لاین‌های مورد مطالعه در دو سال ارزیابی، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. اثرات اصلی سال روی صفات عملکرد کل و وزن تر تک بوته در

سطح احتمال پنج درصد و روی وزن خشک عملکرد تک بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. در صورتی‌که روی صفت میانگین وزنی هر تک بوته و تعداد فلفل در بوته معنی‌دار نبود. اثر متقابل بین سال و لاین روی کلیه صفات مورد ارزیابی به غیر از تعداد فلفل در بوته معنی‌دار بود. ضریب تغییرات در آنالیز واریانس بین ۸/۱۶ تا ۱۵/۴۵ متغییر بود. متغیر بودن ضرایب در صفات مورد ارزیابی می‌تواند به دلیل پلی‌ژنتیکی بودن صفت مورد ارزیابی و اثرات سال باشد. با توجه به پلی‌ژنتیک بودن برخی صفات مورد مطالعه، از تجزیه به عامل‌ها استفاده گردید چون ارزیابی مقایسه میانگین نمی‌تواند بیانگر ثبات یک لاین پایدار باشد. علاوه‌بر ارزیابی پایداری بهترین ژنوتیپ، قدرت تمایز یک ژنوتیپ در سال‌های بعد هم مشخص می‌گردد (Saremi *et al.*, 2020).

۳-۵- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از خصوصیات لاین‌های فلفل

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه عامل‌ها، (جدول۴) خصوصیات عملکردی مورد مطالعه به دو عامل تقسیم شدند. با توجه به معنی‌دار بودن صفات بالای ۵۰ درصد، تمامی صفات به غیر از تعداد فلفل در بوته در عامل یک قرار گرفتند. مقادیر ویژه عامل اول ۷/۱۶ بوده در صورتی‌که مقادیر ویژه عامل دو ۳/۲۴ می‌باشد یعنی اینکه اعتبار عامل اول تقریبا دو برابر عامل دوم است. عامل اول با درصد واریانس ۶۳/۱۵ نشان دهنده بیشترین تنوع بوده در صورتی‌که عامل دوم ۲۴/۱۱ درصد از تغییرات و تنوع بین خصوصیات عملکردی را توجیه می‌کند. همچنین درصد واریانس تجمعی نشان دهنده این است که مجموع عوامل یک و دو ۸۷/۲۶ درصد از تغییرات را توجیه می‌کنند که سهم عامل یک به تنهایی ۶۳/۱۵ درصد از کل تغییرات می‌باشد.

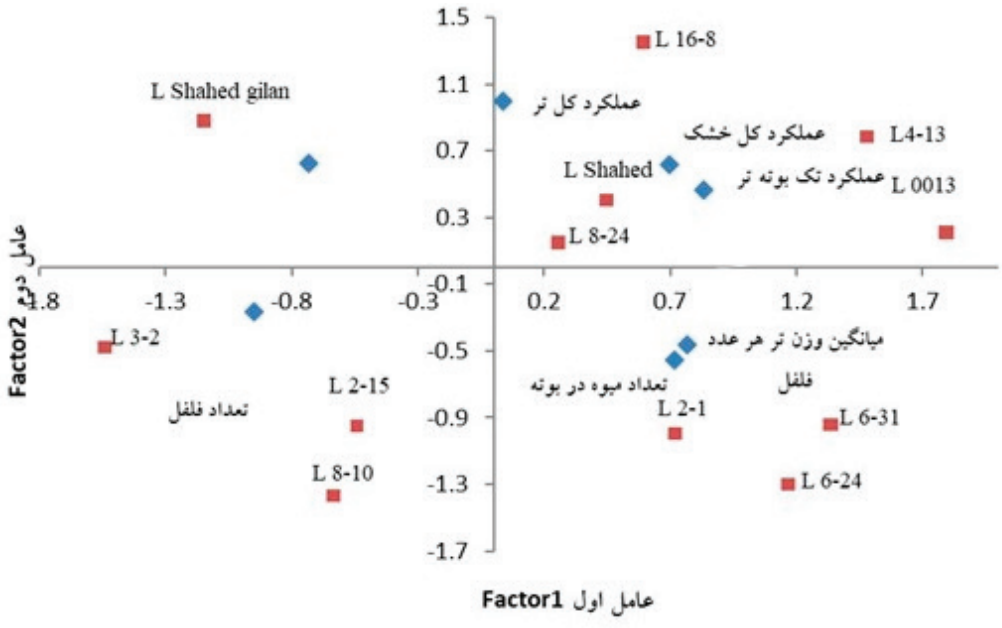
نتایج حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی برای صفات ارزیابی شده نشان داد که بیشترین تغییرات بین داده‌ها توسط دو مولفه اول (۶۳/۱۵ درصد) و مولفه دوم ۸۷/۲۶ درصد بیان می‌شود. مولفه اول دارای ضرایب مثبت و بالا برای صفات وزن تر و خشک کل و تک بوته و همچنین میانگین وزنی هر بوته بود در صورتی‌که برای صفات تعداد فلفل در بوته ضریب منفی داشت. بنابراین اگر هدف افزایش صفات وزن خشک و تر بوته باشد باید لاین‌هایی انتخاب شوند که بیشترین تاثیرگذاری روی این صفات داشته باشند.

جدول ٤. مقادیر بار عامل‌ها، مقادیر ویژه، درصد واریانس و واریانس تجمعی ۲ عامل اول خصوصیات عملکردی فلفل.

عامل۲	لاین	صفات
۰/۹۷	۰/۳۸	عملکرد کل وزن تر
- ۰/۱۳۵	۰/۸۲	عملکرد کل وزن خشک
- ۰/۴۶۰	۰/۷۵	عملکرد تک بوته وزن تر
۰/۴۶۹	۰/۶۹	عملکرد تک بوته وزن خشک
۰/۲۲۶	۰/۸۵۷	میانگین وزن تر هر عدد فلفل
۰/۵۵۱	۰/۷۱۸	میانگین وزن خشک هر عدد فلفل
- ۰/۶۹	- ۰/۲۴۷	تعداد فلفل در بوته
۳/۲۴	۷/۱۶	مقدار ویژه
۲۴/۱۱	۶۳/۱۵	درصد واریانس
۸۷/۲۶	۶۳/۱۵	درصد واریانس تجمعی

نمودار PCA پراکندگی صفات مورد ارزیابی در اطراف دوعامل اصلی که محور Y عامل اول و محور X عامل دوم می‌باشد، را نشان می‌دهد (شکل ۱).

همان‌طوری‌که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، لاین‌های L 8-24، L 0013، L 4-13، L16-8، شاهد شاهرود، در منطقه A، لاین‌های L2-1 و L 6-24، ۶-۳۱ در منطقهB ، لاین شاهد گیلان در منطقه C و لاین‌های L 8-10، L 3-2، L 2-15 در منطقه D قرار گرفتند که نشان دهنده اینست تاثیر لاین‌های مختلف مورد مطالعه روی ارزیابی صفات متفاوت بود. لاین‌هایی که در سمت راست خط عمود در میانه شکل ۱ قرار داشتند دارای میانگین بالاتری نسبت به سایر لاین‌های مورد مطالعه بوده و مطلوب‌تر می باشند. هر چه ژنوتیپ‌ها دورتر از خط باشند برهمکنش با عوامل مورد مطالعه بیشتر و در نتیجه ناپایدارترند. با توجه به نمودار PCA (شکل ۱)، لاین‌های شاهد گیلان، L3-2 و L8-10 دارای پایداری کمی نشان دادند. بر اساس شکل ۱، لاین شاهد گیلان و L 3-2 دورتر از سایر ژنوتیپ‌ها و دور از محیط قرار گرفته‌اند که نشان‌دهنده عدم برتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها در ارزیابی صفات بوده که با نتایج تحقیقات کشاورز و همکاران ۱۳۹۸، روی فلفل در مطالعه تنوع ژنتیکی برخی لاین‌های فلفل(*Capsicum annum* L.) با استفاده از تجزیه‌های آماری چند متغیره مطابقت داشت.به طور کلیلاین‌هایی که در یک منطقه و محیط بزرگ قرار می‌گیرند، از نظر ارزیابی برهم‌کنش بین لاین و سال یا محیط مورد مطالعه، روی صفات مورد مطالعه به هم نزدیک بوده و کمترین اثرات متقابل بین این لاین‌ها دیده می‌شود در صورتی‌که لاین‌های قرار گرفته در محیط‌های متفاوت، اثرات متقابل و همچنین کراس اور بیشتری دارند (Yan *et al.*, 2003). هرچه لاین‌های مورد مطالعه نزدیک‌تر به محور افقی باشند، از نظر ارزیابی صفات اندازه‌گیری شده، پایدارترند. با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان بیان نمود که در لاین‌های مورد مطالعه اثرات متقاطع و غیر متقاطع در ارزیابی صفات مشاهده گردید و در برنامه اصلاحی برای هر صفت مورد نظر، از اثرات متقابل غیر متقاطع می‌توان صرف نظر نمود. درصورتی‌که اثرات متقابل از نوع متقاطع باشد باید به صورت همزمان مورد ارزیابی قرار گیرند (Saremi *et al.*, 2020). روش



شکل ۱- نمودار PCA مربوط به پراکندگی لاین‌ها و خصوصیات عملکردی فلفل در اطراف دو عامل اصلی طی دو سال

جدول ۵ . مقادیر بار عامل‌ها، مقادیر ویژه، درصد واریانس و واریانس تجمعی ۲ عامل اول خصوصیات عملکردی فلفل.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						تعداد فلفل در بوته
		عملکرد کل		عملکرد تک بوته		میانگین وزنی هر عدد فلفل		
		وزن تر	وزن خشک	وزن تر	وزن خشک	وزن تر	وزن خشک	
تکرار	۲	۳۰۴۸۹۳۴۴	۲۴۷۱۸۳۷	۰/۰۲۲	۰/۰۰۵۸	۰/۶	۱/۳۹۸	۱۵۹۷۸
سال	۱	۴۵۴۳۰۴۱۲*	۶۴۷۲۶۹۶۳*	۱۳/۹۷۹*	۱/۶۵۰۸**	۰/۴۱۷ns	۱/۱۴۵ns	۵۸۱۹ns
لاین های فلفل	۱۱	۴۵۶۸۱۴۵۰**	۶۶۶۲۲۷**	۰/۲۵۷**	۰/۰۰۴۱**	۱۵۳/۵**	۴/۲۳۰*	۱۵۷۰۹**
لاین * سال	۱۱	۲۲۳۴۵۱۶۴*	۲۱۵۴۷۵۶*	۱/۱۰۴*	۰/۰۴۱۰*	۴۵/۸۶*	۲/۰۳*	۶۲۱۵ns
خطا	۵۷	۱۶۴۸۹۵۰۸	۱۰۰۰۱۳۳	۰/۰۸۵	۰/۰۰۵۶	۲۹/۴	۱/۴۵۵	۶۵۶۷
ضریب تغیرات(٪)		۱۵/۴۵	۱۴/۲۱	۱۳/۹۰	۱۱/۲۴	۹/۳۴	۸/۱۶	۹/۷۵

ns ، * ، ** به ترتیب بیانگر عدم معنی داری و معنی‌داری در سطوح ۱/۵ درصد.

جدول ٦- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی لاین‌های مختلف فلفل.

لاین‌های فلفل	عملکرد کل (Kg/ha)		عملکرد تک بوته (gr)		میانگین وزنی هر عدد فلفل (gr)		تعداد فلفل در بوته
	وزن تر	وزن خشک	وزن تر	وزن خشک	وزن تر	وزن خشک	
۱۶-۸ (همدان)	۱۷۲۸۱b	۳۳۴۶e	۱۳۴۱c	۲۳۸d	۲۰/۵۲۷۴۰۴ a	۳/۷۶۵۸۶۳ a	۹۹/۳۷۵۰۰ h
۳۱-۶ (گیلان)	۱۰۱۲۹f	۳۱۸۹ g	۶۰۵ g	۲۲۸ e	۵/۲۳۶۵۹۹ i	۱/۷۴۱۹۰۲c	۲۵۸/۷۰۸۳۳ a
۰۰۱۳ (تایوان)	۹۶۸۴g	۲۴۶۷ i	۶۷۳g	۱۸۰ h	۵/۳۶۹۰۹۷ i	۱/۲۱۲۸۰۰c	۱۶۶/۲۵۰۰۰ d
شاهد فرومد	۱۵۰۶۷d	۳۳۱۲ e	۱۰۰۱ d	۲۴۳ c	۱۶/۶۲۶۸۴۴ d	۳/۷۳۱۴۹ a	۸۷/۰۴۱۶۷ b
۲۴-۸ (همدان)	۱۸۵۰۶a	۳۷۹۴ c	۲۳۳۱ a	۲۸۱ a	۱۸/۰۳۵۸۷۴ c	۳/۵۱۸۰۰۵a	۱۱۹/۴۱۶۶۷ f
۲-۱ (بیارجمند)	۱۶۲۸۰c	۴۵۷۹ a	۱۱۹۱ cd	۲۴۹ b	۱۲/۵۱۳۶۶۴g	۲/۵۶۸۶۲۱ b	۱۵۳/۵۸۳۳۳ e
۲۴-۶ (گیلان)	۱۵۳۷۱d	۴۰۸۴ b	۸۴۷ ef	۲۳۱ de	۱۶/۷۸۵۸۱۲ d	۲/۷۳۴۸۲۸ b	۱۶۹/۲۹۱۶۷ c
۱۵-۲ (بیارجمند)	۱۷۵۶۶b	۳۴۷۴ de	۱۸۰۱b	۲۴۴ bc	۱۵/۰۰۶۰۳۹f	۲/۹۸۸۹۴۷ b	۱۸۹/۲۵۰۰۰ b
۱۰-۸ (همدان)	۱۶۳۴۰c	۳۲۶۹ f	۹۷۱ e	۲۱۶ f	۱۹/۳۹۱۴۶۵ b	۳/۷۶۴۰۱۳ a	۹۴/۱۶۶۶۷ j
۳-۲ (فرومد)	۱۶۸۱۵c	۳۵۴۱ d	۱۰۸۱d	۲۵۸ ab	۱۸/۲۱۰۸۶۳ c	۳/۴۸۴۳۲۷ a	۱۰۸/۱۲۵۰۰ g
شاهد (گیلان)	۱۳۹۷۳e	۳۱۶۲ g	۲۰۱h	۲۱۲ fg	۱۱/۶۹۸۲۴۳h	۲/۱۹۰۸۴۵ b	۱۶۶/۴۱۶۶۷ d
۱۳-۴ (زمان آباد)	۱۵۰۵۱d	۲۹۲۴h	۹۳۰ e	۲۰۸ g	۱۶/۵۶۱۷۴۶ e	۲/۹۹۹۴۲۱ b	۹۶/۱۶۶۶۷ i

گرافیکی PCA روشی با کارایی بالا و مناسب برای بررسی ارزیابی صفات تحت تاثیر لاین‌های مختلف بوده و تجزیه و تحلیل داده‌ها را آسان‌تر ساخته و همچنین در شناسایی لاین‌های پایدار در صفات مورد مطالعه مفید است (Ansarifard *et al.*, 2020).

٤- بحث

هرچند بررسی فنوتیپ گیاه فلفل روشی بسیار ساده برای شناسایی و جداسازی لاین‌های فلفل در مناطقی با تنوع انواع فلفل بوده ولی تأثیر شرایط محیطی بر بروز صفات سبب خواهد شد تا لاین‌ها به خوبی از یکدیگر تمییز داده شوند (Aktas and Sensoy, 2009). هر عاملی که جزء شرایط محیطی گیاه محسوب شود، توانایی ایجاد تغییر در عملکرد را داراست (Mardanlu *et al.*, 2014). Zewdiel and Zeven (1997) نیز قبلاً در تحقیقات

خود روی گیاه فلفل، ۶۷ تیمار مورد مطالعه خود را بر اساس صفات مختلف از جمله وزن میوه به گروه‌های مختلف تقسیم بندی کردند. گزینش هر ویژگی به میزان تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی در بروز آن ویژگی بستگی دارد. هرگاه سهم عوامل ژنتیکی بیشتر از عوامل محیطی باشد، نقش آن در نمود فنوتیپی بیشتر است و اگر سهم عوامل محیطی بیشتر باشد، آنگاه گزینش بر اساس آن ویژگی نتیجه بخش نخواهد بود (Bagheri *et al.,* 2017). در مطالعات صورت گرفته جهت بررسی عملکرد و اجزای عملکرد ۴۲ توده فلفل مشخص شد، وراثت‌پذیری عملکرد بوته در حد متوسط بوده که بیانگر تأثیر بیشتر محیط روی صفت عملکرد می‌باشد (Ghazizadeh, 2010). در این مطالعه جهت درک روابط داخلی صفات و تعیین گروهی متغیرهای با بیشترین همبستگی، از تجزیه به عامل‌ها با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی استفاده شد. برای تهیه ماتریس ضریب عامل‌ها، تعداد از عامل‌هایی که ریشه مشخصه آن بیشتر از یک بود، انتخاب شدند. در این تجزیه دو عامل اصلی مستقل از هم مجموعاً ۸۷/۲۶ درصد از تغییرات را توجیه نمودند. عامل اول با توجیه ۶۳/۱۵ درصد از تغییرات و عامل دوم ۲۴/۱۱ درصد از تغییرات را توجیه نمودند. به طور کلی نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها حاکی از اهمیت بیشتر عامل‌های اول نسبت به عامل دوم بود. در فلفل، عملکرد محصول نسبت به سایر ویژگی‌ها اهمیت بسیار بالایی دارد و این روش تجزیه این امکان را فراهم میسازد که تیمارها بر اساس صفات مختلف، طوری گروه‌بندی شوند که افراد با شباهت بیشتر در گروه‌های نزدیک به هم و افراد با شباهت کمتر با فاصله بیشتر در گروه‌های دور از هم قرار گیرند. بر این اساس میتوان برای اهداف مورد نظر، لاین‌های مناسب را برای تلاقی گزینش نمود. بدیهی است که هر چه تفاوت لاین از نظر ژنتیکی با یکدیگر بیشتر باشد و فاصله بیشتری از هم داشته باشند، دارای هتروزیس بیشتری می‌باشند (کشاورز و همکاران، ۱۳۹۸). تحقیقات نشان داده است که وراثت‌پذیری تعداد میوه در بوته، طول میوه، قطر میوه و وزن میوه بسیار بالا بوده که نشان‌دهنده تأثیرپذیری کمتر این صفات از عوامل محیطی است و برای تعیین برتری بین لاین‌های مختلف بسیار مناسب است (Magaji *et al.,* 2014). از طرف دیگر در پژوهشی که توسط باقری و همکاران (۲۰۱۷) به منظور بررسی توده‌های فلفل شیرین بر اساس صفات مورفولوژیک صورت گرفت، بین صفات وزن تر میوه و وزن خشک میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد که با نتایج به دست آمده از این پژوهش مطابقت داشت. در مطالعات صورت گرفته توسط محققین مختلف مشخص گردید که بین ارقام مختلف فلفل از نظر شاخص‌های عملکرد اختلاف معنی‌داری وجود دارد (Ayuso *et al.,* 2008). یکی از پارامترهای بسیار مهم در تولید فلفل تند، مقدار وزن خشک ان می‌باشد که شاخصی برای عملکرد خشک بوده و مقدار آن تحت تاثیر عوامل مختلف از جمله نوع رقم قرار می‌گیرد (García *et al.,* 2003). با توجه به وجود تنوع در صفات مختلف لاین‌های فلفل، علاوه بر ارزیابی عملکرد محصول، اجزاء عملکرد بویژه تعداد میوه در هر بوته نیز مدنظر قرار گیرد. همچنان‌که مهرا و پیترز (Mehra and Peters 1991) تعداد میوه در هر بوته را به عنوان صفت اصلی در جداسازی زیر گونه‌های هندی *C.annum* معرفی کردند. داهال و همکاران (Dahal *et al.,* 2006) در بررسی ۱۳ ژنوتیپ مختلف فلفل نشان دادند که تغییرات گسترده در پتانسیل عملکرد ژنوتیپ‌ها عمدتا ناشی از تغییر در تعداد میوه در هر بوته و همچنین عملکرد کل میوه بوده و گزارش دادند ژنوتیپ‌هایی با تشکیل میوه بهتر و اندازه میوه بزرگتر، برای مناطق گرم و خشک مناسب‌تر هستند.

۵- نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان دریافت که بین لاین‌های که در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفتند، از نظر صفات مورد ارزیابی مانند عملکرد، وزن تر، وزن خشک و همچنین تعداد میوه در بوته اختلاف معنی–داری وجود داشت. که می‌تواند نشان دهنده وجود تنوع ژنوتیپی و فنوتیپی بالا بین جمعیت‌های مختلف مورد مطالعه باشد. با توجه به اینکه عملکرد یک صفت کمی و می‌تواند به شدت تحت تاثیر محیط و اکوتیپ قرار گیرد، بنابراین علاوه بر عملکرد، ارزیابی اجزای عملکرد مانند تعداد میوه در بوته که یک صفت کمی با ارزش برای بهره‌برداران و تولیدکنندگان فلفل می‌باشد، مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد وجود اختلاف معنی‌دار بین لاین‌های مختلف مورد مطالعه در این تحقیق می‌تواند به دلیل عوامل محیطی باشد. به طور کلی بروز یک صفت، تحت تاثیر عوامل مختلف ژنتیکی و محیطی قرار داشته و هرچه نسبت تاثیر عوامل ژنتیکی بیشتر از عوامل محیطی باشد، نقش آن در نمود فنوتیپی بیشتر بوده و اگر بروز یک صفت بیشتر تحت تاثیر عوامل محیطی قرار گیرد، گزینش صفت نتیجه بخش نخواهد بود که در کارهای اصلاحی باید به این نکته توجه شود. به‌طور کلی لاین‌های شماره ۲۴–۸ همدان با مقدار ۱۸۵۰۶کیلوگرم در هکتار وزن تر، بالاترین میانگین عملکرد تر را در بین تمامی لاین‌های مورد بررسی به خود اختصاص داد که می‌تواند جهت کشت برای بهره‌برداران بخش کشاورزی در منطقه شاهرود توصیه گردد.

تضاد و تعارض منافع– نویسندگان هر گونه تعارض و تضاد منافع اعم از تجاری و غیر تجاری و شخصی را که در ارتباط مستقیم یا غیرمستقیم با اثر منتشرشده است رد می‌نمایند.

منابع

1. Akbarpoor, M., Damghani, A. M., Deihimfard, R., & Veisi, H. (2017). Milk, fruit and vegetables consumption and household food security. *Payesh (Health Monitor),* 16(6), 726-733.
2. Aktas, H., Abak, K. & Sensoy, S.)2009(. Genetic diversity in some Turkish pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes revealed by AFLP analyses. *African Journal of Biotechnology*. 8 (18), 4378-4386.
3. Al-Snafi, A. E. (2015). Therapeutic properties of medicinal plants: a review of their immunological effects (part 1). *Asian Journal of Pharmaceutical Research*, 5(3), 208-216.
4. Ansarifard, I., Mostafavi, K., Khosroshahli, M., Bihamta, M., & Ramshini, H. (2020). A study on genotype –environment interaction based on GGE biplot graphical method in sunflower genotypes (*Helianthus annuus* L.). *Food Science & Nutrition*, 8, 3327 -3334.
5. Ayuso, M. C., Bernalte, M. J., Lozano, M., García, M. I., Montero de Espinosa, V., Pérez, M. M., ... & Somogyi, N. (2008). Quality characteristics of different red pepper cultivars (*Capsicum an-*

nuum L.) for hot paprika production. *European Food Research and Technology*, 227, 557-563.

6. Berke, T. G., & Shieh, S. C. (2012). Capsicum cultivars. In Handbook of herbs and spices (pp. 116-130). Woodhead Publishing..
7. Bagheri, G., Zahedi, B., Darvishzadeh, R., & Hajiali, A. (2017). Investigation on morphological and physiological variation of some sweet pepper ecotypes (*Capsicum annuum* L.). SID. https://sid.ir/paper/142581/en
8. Bernardo, R. (2002). Genotype x environment interaction. In: Bernardo, R. (ed.) Breeding for quantitative traits in plants. Stemma Press. Woodbury, MN. pp 147-171
9. Batiha, G. E. S., Alqahtani, A., Ojo, O. A., Shaheen, H. M., Wasef, L., Elzeiny, M. ... & Hetta, H. F. (2020). Biological properties, bioactive constituents, and pharmacokinetics of some *Capsicum* spp. and capsaicinoids. International journal of molecular sciences, 21(15), 5179.
10. Clevland D.A. (2001). The case of yield stability. *Agriculture and Human Values* 18, 251-270.
11. Dzoyem, J.P., McGaw, L.J., Kuete, V. & Bakowsky, U. (2017). Anti-inflammatory and anti-nociceptive activities of African medicinal spices and vegetables. In V. Kuete (Ed.), Medicinal spices and vegetables from Africa (pp. 239-270). London, UK: Academic Press.
12. Dahal, K. C., Sharma, M. D. Dhakal, D. D. & Shakya, S. M. (2006). Evaluation of heat tolerant chilli (*Capsicum annuum* L.) genotypes in western terai of Nepal. Journal of the Institute of Agriculture and Animal Science. 27, 59-64.
13. FAOSTATE. (2017). Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://faostat.fao.org/site/
14. FAO. (2015). The State of Agricultural Commodity Markets 2015–2016. Trade and food security: Achieving a better balance between national priorities and the collective good. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Accessed April 19, 2018.
15. Ghazizadeh, S. G., Hassani, M. E., Mohammadi, A., & Rad, M. B. (2010). Evaluation of genetic diversity in pepper (*Capsicum* spp.) genotypes using morphological traits. Iranian Journal of Horticultural Science, 41(1), 71-82.SID. https://sid.ir/paper/148241/en.
16. Hernández-Pérez, T., Gómez-García, M. D. R., Valverde, M. E., & Paredes-López, O. (2020). Capsicum annuum (hot pepper): An ancient Latin-American crop with outstanding bioactive compounds and nutraceutical potential. A review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 19(6), 2972-2993.
17. 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. http://doi.org/10.22059/ijhs.2018.263743.1500
18. Mardanlu, S., Souri, M., & Dehnavard, S. (2014). Evaluation of Quantitative and Qualitative

Characteristics of Long Pepper as Affected by Different Potassium Concentrations in Soilless Culture. Iranian Journal of Soil Research, 28(2), 397-406. doi: 10.22092/ijsr.2014.120908

19. Magaji, G., Usman, M. Y., Rafii, M. R., Ismail, M. Malek, A. & Abdul Latif, M. (2014), Heritability and Genetic Advance among Chili Pepper Genotypes for Heat Tolerance and Morphophysiological Characteristics, The Scientific World Journal, Article ID 308042, P 14.
20. Mehra, C.S. & Peters, K.V. (1991). Comparative efficiency of straight selection over selection through discriminant function in chilli. Plant Breeding Abstracts 51.
21. Nadeem, M., Anjum, F. M. Khan, M. R. Saeed, M. Riaz, A. (2011). Antioxidant Potential of Bell Pepper (*Capsicum annum* L.)-A Review, PAK. J. FOOD SCI., 21(1-4):45-51.
22. Nonnecke, I. L. (1989). Vegetable production. Springer Science & Business Media.
23. Rêgo, E.R., Finger, F.L & Rêgo, M.M. (2012). Consumption of pepper in Brazil and its implicarions on nutrition and health of humans and animals. In: Peppers: Nutrition, Comsumpion and Health. Nova Science Publishers, New York, 159- 170.
24. Ridzuan, R., Rafii, M. Y., Ismail, S. I., Mohammad Yusoff, M., Miah, G., & Usman, M. (2018). Breeding for anthracnose disease resistance in chili: progress and prospects. International journal of molecular sciences, 19(10), 3122.
25. Raghavendra, H., Puttaraju1, T. B. Varsha, D. & Krishnaji, J. (2017). Stability Analysis of Different Chilli Hybrids (*Capsicum annuum* L.) for Their Yield and Yield Attributing Traits, Journal of Scientific Research & Reports, 14(3): 1-9.
26. Rahevar, P. M., Patel, J. N., Kumar, S., & Acharya, R. R. (2019). Morphological, biochemical and molecular characterization for genetic variability analysis of Capsicum annuum. *Vegetos*, 32, 131-141.
27. Saremi -Rad, A., Mostafavi, K., & Mohammadi, A. (2020). Genotype -Environment Interaction Study Base GGE biplot Method for Kernel Yield in Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Cultivars. Journal of Crop Breeding, 12: 43 -53 (In Persian)
28. Sharma, P. K., Fuloria, S., Alam, S., Sri, M. V., Singh, A., Sharma, V. K. ... & Fuloria, N. K. (2021). Chemical composition and antimicrobial activity of oleoresin of Capsicum annuum fruits. Mindanao Journal of Science and Technology, 19(1).
29. Smith. D., Stommel, J.R., Fung, R.W.M., Wang, C.Y., & Whitaker, B.D. (2006). Influence of cultivar and harvest method on postharvest storage quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit. Postharvest Biology and Technology. 42: 243-247.
30. Tripodi, P., & Kumar, S. (2019). The capsicum crop: an introduction. The capsicum genome, 1-8.
31. Tembhurne, B. V. & Rao, S. K. (2013). Stability analysis in chilli (*Capsicum annuum* L.), Journal of Spices and Aromatic Crops Vol. 22 (2) : 154-164.

32. Walsh, B. M., & Hoot, S. B. (2001). Phylogenetic relationships of Capsicum (*Solanaceae*) using DNA sequences from two noncoding regions: the chloroplast atpB-rbcl spacer region and nuclear waxy introns. International Journal of Plant Sciences 162: 1409-1418.

33. Vijayalakshmi, P., Singh, T. V. K., Vemuri, S. B., Reddy, R. V. S. K., & Bharathi, N. B. (2015). EVALUATION OF CERTAIN INSECTICIDE MOLECULES AGAINST MITE, Polyphagotarsonemus latus Banks on Capsicum. The Journal of Research ANGRAU, 48.

34. Yan, W. & Kang, M.S. (2003). GGE biplot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists and agronomists. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.

35. Zewdiel, Y., & Zeven, A.C. 1997. Variation in Yugoslavian hot pepper (*Capsicum annuum* L.) accessions. Euphutica 97: 81-89.