نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 157-140
شاپا: 4730 - 2008

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 140-157
ISSN: 2008 - 4730

بررسی تنوع مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی برخی از توده‌های فلفل شیرین (*Capsicum annuum* L.)

قهرمان باقری[1*] - بهمن زاهدی[2] - رضا درویش زاده[3] - احمد حاجی علی[4]

تاریخ دریافت: 1394/04/21
تاریخ پذیرش: 1395/09/03

چکیده

فلفل از جمله مهم‌ترین سبزیجات به شمار می‌رود که علاوه بر مصارف غذایی، دارای مصارف دارویی نیز می‌باشد. به منظور مطالعه‌ی تنوع ژنتیکی فلفل شیرین از نظر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک، 42 توده فلفل در قالب طرح لاتیس مستطیل در 3 تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلوی ارومیه در سال 1392 مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد بین توده‌ها برای کل صفات به جزء صفات میزان اسپد، میزان فتوسنتز و pH اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد. بیشترین همبستگی فنوتیپی مثبت (0/958) و بیشترین همبستگی ژنتیکی مثبت (0/994) بین صفات وزن خشک میوه و وزن تر میوه و بیشترین همبستگی ژنتیکی منفی (0/587) بین صفات کانوپی گیاه و عرض میوه مشاهده شد. بر اساس جدول مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های ارومیه، لردگان و اورفای ترکیه دارای عملکرد بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بودند. براساس نتایج به دست آمده صفات طول میوه، عرض میوه، ضخامت دیواره میوه، عملکرد، وزن تر میوه و وزن خشک میوه دارای توارث پذیری بالای در بین صفات مورد بررسی بودند. با استفاده از تجزیه‌ی خوشه‌ای به روش وارد، توده‌های مورد بررسی بر اساس صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در 6 گروه متفاوت قرار گرفتند و بر این اساس بیشترین فاصله بین دو خوشه‌ی چهارم و پنجم مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: صفات مورفولوژیک، فلفل، وراثت پذیری عمومی، همبستگی ژنتیکی

مقدمه

فلفل شیرین (*Capsicum annuum* L.) از خانواده سولاناسه و جنس کاپسیکوم می‌باشد، که دارای پنج گونه‌ی اهلی *C. annum*، *C. baccatum*، *C. chinense*، *C. frutescens* و *C. pubescens* می‌باشد (4). جنس کاپسیکوم در حدود 33 گونه (اهلی، نیمه اهلی و وحشی) داشته (17) که تمامی ارقام دیپلوئید و دارای 2n = 2x =24 کروموزوم می‌باشند. فلفل شیرین گیاهی علفی و حساس به سرما می‌باشد که در نواحی معتدله به صورت یکساله بوده و در نواحی گرمسیری ممکن است، رشد آن تا چند سال تداوم داشته باشد (1). اکثر گونه‌های فلفل کشت شده در نواحی معتدله و گرمسیری به گونه‌ی *C. annum* تعلق دارد که تصور می‌شود از مکزیک و آمریکای مرکزی منشأ گرفته باشد (1).

بر اساس آمار سازمان خوار و بار جهانی (27) در سال 2012 سطح زیر کشت فلفل ادویه‌ای و تازه در جهان به ترتیب حدود 1670000 و 1800000 هکتار بوده است. کشورهای هند، اندونزی و ویتنام جایگاه اول تا سوم را از نظر سطح زیر کشت فلفل سبز در جهان دارند. ایران با سطح زیر کشت 4000 هکتار رتبه 35 را در میان 110 کشور تولیدکننده فلفل سبز دارا است (25). استان‌های مهم تولیدکننده فلفل شیرین عبارت‌اند از: هرمزگان، فارس، سیستان و بلوچستان، سمنان و خراسان رضوی می‌باشد و در کشت گلخانه‌ای استان‌های مهم تولیدکننده به ترتیب اصفهان، جنوب استان کرمان، قزوین، هرمزگان، قم و همدان می‌باشد (2). فلفل شیرین گیاهی است خود گرده‌افشان (16) و در اکثر ارقام گل‌ها به صورت افقی یا آویزان قرار می‌گیرند، بنابراین گرده می‌تواند بر روی سطح کلاله بچسبد (5). میوه فلفل از نظر گیاه‌شناسی سته است و به رنگ‌های مختلف دیده می‌شود که دارای تعداد زیادی بذر است (22). ارزیابی تنوع ژنتیکی در گیاهان برای برنامه‌های اصلاحی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی از اهمیت زیادی برخوردار است (6). از آنجا که برای هرکار تحقیقاتی ابتدا باید تنوع را مشخص کرد لذا بررسی ارقام موجود و تعیین

1 و 4 - دانشجویان کارشناسی ارشد تولیدات گیاهی، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان
(*- نویسنده مسئول: Email: ghahraman.bagheri@yahoo.com)
2- استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان
3- استاد، گروه اصلاح و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

ویژگی‌های آن‌ها از اولین قدم‌های اساسی برای بررسی‌های مربوط به اصلاح آن است (29). مسلماً لازمه یک کار اصلاحی وجود ژرپلاسم غنی و وجود تنوع ژنتیکی است (3). استفاده از تنوع ژنتیکی درون یک جمعیت می‌تواند به عنوان راهکاری مناسب برای مقابله با آسیب‌پذیری ژنتیکی در گیاهان به کار رود. بنابراین، حفظ و یا ایجاد تنوع ژنتیکی برای رفاه حال و آینده‌ی انسان ضروری است (9). معمولاً تنوع ژنتیکی گیاهان در زمان و مکان تغییر می‌کند. توسعه‌ی تنوع ژنتیکی در گونه‌های گیاهی به تکامل و سیستم اصلاحی گونه، فاکتورهای اکولوژیکی، جغرافیایی و برخی از فاکتورهای انسانی بستگی دارد (8). در جنس فلفل، ارزیابی‌های ژنتیکی معمولا با استفاده از ارزیابی صفات مرفولوژیکی در مراحل مختلف رشدی انجام می‌گردد و مورفولوژی گل شامل رنگ گل، فشردگی کاسه‌گل و تعداد گل در هر محور گل، اغلب برای توصیف رده‌بندی گل در فلفل استفاده می‌شود (12، 17و 20).

هدف از این تحقیق شناخت مورفولوژیک و فیزیولوژیکی توده‌های فلفل برای شناسائی پتانسیل‌های ژنتیکی موجود در آن‌ها جهت گروه‌بندی و استفاده اصلاح‌گران در دستیابی به ارقام دارای خصوصیات ویژه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی توده‌های فلفل شیرین با استفاده از صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک 16 توده از بانک ژن گیاهی کرج (شماره 1 تا 16 جدول 3) و 26 توده فلفل توسط محقق جمع آوری (جدول 3) و در قالب طرح لاتیس مستطیل 7×6 در 3 تکرار در قالب 2 آزمایش در اردیبهشت ماه سال 1392 در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلوی ارومیه واقع در 3 کیلومتری شهرستان نوشین شهر استان آذربایجان غربی با موقعیت جغرافیایی، عرض ″18 ′44 °37، طول ″35 ′10 °45 و ارتفاع 1338 متراز سطح دریا، مورد مطالعه قرار گرفتند که در طی آزمایش یکی از توده‌ها (ارومیه- باغچه جیگ) بر اثر بیماری از بین رفته و آنالیز بر روی 41 توده صورت گرفت. توده‌های ارومیه- کشتیبان و ارومیه-گیجلر با توجه به بیشترین میزان کشت در شهر ارومیه به عنوان توده‌های شاهد انتخاب شدند. هر کدام از توده‌ها در یک ردیف به طول 2 متر و به فاصله ردیف 1 متر از هم کشت شدند. تمامی مراقبت‌های زراعی در طول دوره رشد گیاهان از قبیل سله شکنی، آبیاری، وجین دستی علف‌های هرز و کود دهی انجام شد تا گیاهان برای بررسی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک از رشد یکسان و مطلوبی برخوردار باشند. صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیک بر اساس توصیف‌نامه فلفل (10) اندازه‌گیری شد. ژنوتیپ‌های مورد نظر از لحاظ صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی (تخمین میزان کلروفیل، میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ، TSS، میزان ویتامین ث و pH) مورد بررسی قرار گرفتند.

درصد مواد جامد (TSS) توسط دستگاه رفراکتومتر دیجیتال مدل PAL ALFA، pH توسط دستگاه pH متر مدل pH211 ساخت شرکت ایتالیا اندازه گیری شد.

عملکرد: عملکرد هر ژنوتیپ در هر تکرار بر اساس مجموع وزن میوه‌های برداشت شده در هر واحد آزمایشی در مراحل مختلف برداشت و میانگین آن برای هر بوته محاسبه شد.

روش کلروفیل سنجی برای تخمین محتوای ازت (N) در بافت گیاه: برای تخمین محتوای ازت (N) در بافت گیاهی از روش کلروفیل سنجی با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج مدل502– SPAD استفاده شد.

عادت رشد گیاه: برای تشخیص نحوه رشد گیاه (جدول 2)، براساس توصیف‌نامه فلفل شیرین (جدول 1) زمانی که 50 درصد میوه‌های گیاه رسیده باشد مورد بررسی قرار گرفت.

تراکم برگ (جدول 2): جهت بررسی تراکم برگ توده‌های مورد بررسی بر اساس توصیف‌نامه، به طور متوسط از 10 گیاه سالم که 50 درصد میوه‌های آن‌ها شروع به رسیدن کرده است مورد ارزیابی قرار گرفت.

موقعیت گل: در مرحله شکوفایی صفت مورد نظر بر اساس توصیف‌نامه فلفل مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول 2).

پهنای چتر گیاه، قطر ساقه و ارتفاع گیاه (سانتی‌متر): از هر توده به طور میانگین بعد از اولین برداشت، 10 گیاه انتخاب و پهنای چتر گیاه و ارتفاع توسط متر پارچه‌ای و قطر ساقه گیاه توسط کولیس اندازه‌گیری شد.

سطح مقطع میوه: به طور میانگین از هر توده 10میوه انتخاب و از یک سوم انتهای دمگل، میوه برش داده شده و صفت مورد نظر مورد بررسی قرار گرفت (جدول 2).

طول میوه، عرض میوه (سانتی‌متر) و ضخامت دیواره میوه (میلی‌متر): از هر توده فلفل بعد از برداشت دوم، 10 میوه انتخاب و صفات مورد نظر توسط کولیس اندازه گیری شدند.

وزن میوه تر و خشک (گرم): میانگین وزن تر 10 میوه توسط ترازوی دیجیتال اندازه گیری و سپس جهت اندازه گیری وزن خشک، در دمای 60 درجه به مدت 72 ساعت در آون قرار داده شد.

میزان فتوسنتز: به منظور اندازه‌گیری میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ، غلظت Co_2 درون روزنه‌ای از دستگاه PROTALE PHOTOSYTHENSIS SYSTEM HCM 1000 مدل 1050H ساخت کشور آلمان استفاده شد. واحد نوری (PAR) آن در حدود 1000 µ mol m-2S-1، CO2 ورودی به غلظت 450 میلی‌لیتر در لیتر و شدت ورودی هوا حدود 800 ml/min تنظیم گردید. برای تعیین فتوسنتز خالص از برگ‌های جوان بالغ نمونه‌برداری به عمل آمد.

جدول 1- توصیف نامه فلفل

Table 1- Descriptors for pepper

صفت Traits	مشخصه کد Property code	شماره کد Code Number	صفت Traits	مشخصه کد Property code	شماره کد Code Number
موقعیت جام گل Flower position	آویزان Pendant	3	رنگ گره‌های ساقه Nodal anthocyanin	سبز Green	1
	حدواسط Intermediate	5		سبز تیره dark green	3
	افراشته Erect	7		ارغوانی Purple	5
				ارغوانی تیره Dark purple	7
رنگ میوه در مرحله متوسط Fruit colour at intermediate stage	زرد Yellow	1	رنگ میوه در مرحله بلوغ Fruit colour at mature stage	نارنجی Orange	1
	سبز Green	2		قرمز روشن light red	2
	نارنجی Orange	3		قرمز red	3
	ارغوانی Purple	4		قرمز تیره Dark red	4
	ارغوانی تیره Dark purple	5		ارغوانی Purple	5
شکل برگ Leaf shape	سه گوش Deltoid	1	عادت رشد گیاه Plant growth habit	خوابیده Prostrate	3
	تخم مرغی Ovate	2		حدواسط Intermediate	5
	نیزه ای Lanceolate	3		افراشته Erect	7
تراکم برگ Leaf density	کم پشت Sparse	1	عادت شاخه دهی Branching habit	پراکنده Sparse	3
	متوسط Intermediate	2		حدواسط Intermediate	5
	متراکم Dense	3		متراکم Dense	7
رنگ ساقه Stem colour	سبز Green	1	سطح مقطع میوه Fruit cross-sectional corrugation	کمی چین دار Slightly corrugated	3
	سبز با نواحیارغوانی Green with purple stripes	2		متوسط ntermediate	5
	ارغوانی Purple	3		چین دار Corrugated	7

ویتامین ث: جهت اندازه‌گیری میزان ویتامین ث در فلفل از روش یدید پتاسیم استفاده شد که، به میزان 10 گرم بافت میوه خرد شده را با 100 میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط کرده، سپس 10 میلی‌لیتر اسید سولفوریک 20 درصد و یک میلی‌لیتر محلول نشاسته 1 درصد به محلول اضافه نموده و در نهایت به وسیله‌ی محلول یدید پتاسیم یک صدم تیتر می‌شود. سپس با استفاده از فرمول زیر میزان ویتامین ث محاسبه شد (21):

$$\frac{100\times V\times F}{P}=C\,(\frac{mg}{g})$$

V= حجم یدید پتاسیم مصرف شده در تیتراسیون

F= ضریب تصحیح (0/8806 میلی‌گرم ویتامین ث)

جدول 2- ویژگی‌های صفات کیفی 41 توده فلفل شیرین

Table 2- Qualitative characteristics of 41 pepper accessions

توده های فلفل Pepper cultivars	عادت رشد گیاه Plant growth habit	رنگ میوه در مرحله بلوغ Fruit colour at mature stage	رنگ میوه در مرحله متوسط Fruit colour at	سطح مقطع میوه Fruit cross-sectional area	عادت شاخه دهی Branching habit	رنگ گره‌های ساقه Nodal anthocyanin colour	رنگ ساقه Stem colour	تراکم برگ Leaf density	شکل برگ Leaf shape	موقعیت جام گل Flower position
Urmia 1 ارومیه1	5	3	2	3	5	7	2	2	1	3
mahallat محلات	3	3	2	3	5	7	1	2	1	3
Borujerd بروجرد	7	3	2	3	7	5	1	2	1	5
Khorasan خراسان	5	3	2	3	3	5	1	2	3	3
Boyer Ahmad بویراحمد	3	3	2	5	3	5	1	3	1	3
Sabzevar سبزوار	7	4	2	5	5	5	1	3	1	3
Bushehr1 بوشهر1	5	3	2	5	5	5	1	3	1	3
Shiraz شیراز	5	3	2	5	5	1	1	3	3	3
Minab میناب	7	3	2	5	5	3	2	3	3	3
Zanjan زنجان	7	3	2	5	7	5	1	2	1	5
Bushehr- Deyr بوشهر - دیر	5	3	2	5	5	3	2	1	1	3
Tabriz تبریز	5	3	2	5	5	5	2	2	1	3
Markazi-Tafresh مرکزی - تفرش	5	3	2	5	5	5	1	2	1	3
Chaharmahal Bakhtiari1 چهارمحال بختیاری 1	5	3	2	3	5	3	1	2	1	3
Lordegan لردگان	7	3	2	3	5	5	1	2	1	3
Chaharmahal Bakhtiari2 چهارمحال بختیاری2	5	3	2	5	3	5	1	2	1	3
Shabestar شبستر	5	3	2	5	3	5	1	2	1	3
Urfa عورفا	5	3	2	3	5	5	1	2	1	3
Urmia-Gjlr ارومیه-گیجلر	7	3	2	3	3	5	2	2	1	3
Kashtiban کشتیبان	7	3	4	5	5	5	1	2	1	3
Mashhad- Jghh Tha مشهد-جغه نای	7	3	2	3	7	3	1	2	1	3
Baneh	7	3	2	5	5	3	1	2	3	3

بانه										
Qramlk قراملک	7	3	4	5	3	5	1	2	1	3
Bonab 1 بناب1	5	3	2	3	7	5	1	2	2	3
Varamin ورامین	7	3	2	3	5	5	1	3	1	7
Bushehr 2 بوشهر2	5	3	2	3	5	5	1	2	3	3
Tuyserkan تویسرکان	3	3	2	3	7	1	1	3	2	3
Maragheh مراغه	5	3	2	5	5	5	1	2	1	3
Urmia 2 ارومیه2	7	3	2	5	5	5	1	2	3	3
Nakhchivan نخجوان	7	3	2	3	5	5	2	2	1	3
Bāsh Qaleh باش‌قلعه	7	3	4	3	5	1	1	1	1	3
Bonab 2 بناب2	5	3	2	5	5	3	1	2	1	3
Bojnoord 1 بجنورد1	5	3	2	5	5	5	1	2	1	3
Karabakh قره‌باغ	5	3	2	5	5	5	1	3	1	3
Urmia 3 ارومیه3	5	3	2	5	3	5	1	2	1	3
Bojnoord 2 بجنورد2	7	3	2	5	5	3	1	2	1	3
Bojnoord 3 بجنورد3	5	3	2	3	5	1	1	2	1	3
Gachsaran گچساران	5	3	2	5	7	7	1	2	1	3
Kurdistan 1 کردستان1	7	3	2	3	5	7	1	2	1	3
Kurdistan 2 کردستان2	7	3	2	3	5	5	1	2	2	3
Kurdistan 3 کردستان3	5	3	2	3	7	3	1	2	2	3

P= وزن نمونه (گرم)

اجزای واریانس، وراثت‌پذیری عمومی، ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه می‌شوند: (7).

واریانس ژنوتیپی $Vg = \frac{Msg - Mse}{r}$

واریانس محیطی $Ve = Mse$

واریانس فنوتیپی $Vp = Vg + Ve$

وراثت پذیری عمومی $Hb = \frac{Vg}{Vp}$

ضریب تغییرات فنوتیپی $CVp = \frac{\sqrt{Vp}}{\bar{x}} \times 100$

ضریب تغییرات ژنتیکی $CVg = \frac{\sqrt{Vg}}{\bar{x}} \times 100$

ضریب تغییرات محیطی $CVe = \frac{\sqrt{Ve}}{\bar{x}} \times 100$

سود ژنتیکی $GA = K \times Hb \times \sqrt{Vp}$

در روابط بالا، MSg واریانس یا میانگین مربعات تیمار، MSe واریانس اشتباه، r تعداد تکرار، V_P، V_G و V_E به‌ترتیب اجزای

واریانس فنوتیپی، ژنوتیپی و محیطی و $\overline{X}$ میانگین کل برای هر صفت می‌باشد. مقدار نسبی این ضرایب نشانگر مقدار تنوع موجود در جمعیت مورد بررسی می‌باشد (7).

همبستگی‌های ژنتیکی از طریق فرمول زیر محاسبه شدند:

$$r_g = \frac{Cov_{g\,xy}}{\sqrt{\sigma^2_{g\,x}\sigma^2_{g\,y}}}$$

در این فرمول $Cov_{g\,xy}$ کواریانس ژنتیکی 2 صفت x و y و $\sigma^2_{g\,x}$ واریانس ژنتیکی صفت x و $\sigma^2_{g\,y}$ واریانس ژنتیکی صفت y می‌باشد. کواریانس ژنتیکی 2 صفت با استفاده از امید ریاضی میانگین حاصل‌ضرب‌ها در جدول تجزیه کواریانس 2 صفت با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

$$Cov_{g\,xy} = \frac{MP_g - MP_e}{r}$$

در روابط بالا، MP_g میانگین حاصلضرب تیمار، MP_e میانگین حاصلضرب اشتباه، r تعداد تکرار می‌باشد.

جدول 3- نام و کد توده‌های فلفل مورد مطالعه شیرین

Table 3- The name and code of the studied pepper accessions

کد توده Code Mass	محل جمع آوری Collected from	کد توده Code Mass	محل جمع آوری Collected from	کد توده Code Mass	محل جمع آوری Collected from
29	تبریز- مراغه Tabriz-Maragheh	15	بوشهر Bushehr	1	زنجان Zanjan
30	تبریز- بناب2 Tabriz-Bonab 2	16	هرمزگان – میناب Hormozgan-Minab	2	خراسان – سبزوار Khorasan - Sabzevar
31	خراسان شمالی- بجنورد1 North Khorasan-Bojnoord 1	17	تبریز- شبستر Tabriz-Shabestar	3	خراسان Khorasan
32	قره‌باغ Karabakh	18	ترکیه-عورفا Turkey-Urfa	4	ارومیه 1 Urmia 1
33	ارومیه 3 Urmia 3	19	ارومیه-گیجلر Urmia-Gjlr	5	تبریز Tabriz
34	خراسان شمالی- بجنورد2 North Khorasan-Bojnoord 2	20	ارومیه- باغچه جیگ Urmia Bāghcheh_Jīk	6	مرکزی- تفرش Markazi-Tafresh
35	خراسان شمالی- بجنورد3 North Khorasan-Bojnoord 3	21	ارومیه-کشتیبان Urmia-Kashtiban	7	مرکزی- محلات Markazi- mahallat
36	گچساران Gachsaran	22	مشهد- جغه تای Mashhad- Jghh Thai	8	لرستان – بروجرد Lorestan-Borujerd
37	کردستان1 Kurdistan 1	23	کردستان- بانه Kurdistan-Baneh	9	بوشهر- دیر Bushehr-Bandar Deyr
38	کردستان2 Kurdistan 2	24	تبریز- قراملک Tabriz-Qramlk	10	فارس- شیراز Fars-Shiraz
39	کردستان3 Kurdistan 3	25	تبریز- بناب 1 Bonab 1 -Tabriz	11	چهارمحال- لردگان Chaharmahal-Lordegan
40	ارومیه2 Urmia 2	26	تهران- ورامین Tehran-Varamin	12	بویر احمد Boyer Ahmad
41	نخجوان Nakhchivan	27	بوشهر2 Bushehr 2	13	چهار محال بختیاری 1 Chaharmahal Bakhtiari1
42	ارومیه- باش قلعه Urmia- Bāsh Qaleh	28	همدان- تویسرکان Hamedan-Tuyserkan	14	چهارمحال بختیاری2 Chaharmahal Bakhtiari2

تجزیه داده‌ها

شناسائی داده‌های پرت در نرم افزار Minitab 17 و آزمون نرمال بودن توزیع اشتباهات آزمایشی در نرم افزار SAS 9.2 انجام گرفت. تجزیه واریانس برای تمام صفات با توجه به نتایج آزمون نرمال با استفاده از روش مدل خطی عمومی (GLM) در نرم افزار SAS نسخه 9,2 انجام گرفت. همبستگی فنوتیپی توسط نرم افزار SPSS نسخه‌ی 22 و تجزیه خوشه‌ای توسط نرم افزار Minitab نسخه 17صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول 4) نشان می‌دهد که اثر رقم در مورد صفات طول میوه، عرض میوه، ضخامت دیواره میوه، عملکرد، ارتفاع گیاه، قطر ساقه، وزن خشک میوه، TSS و میزان ویتامین ث در سطح احتمال 1 درصد و صفات پهنای چتر گیاه (کانوپی) و وزن تر میوه در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار بوده در حالی که صفات شاخص اسپد، فتوسنتز خالص و pH فاقد اختلاف معنی‌دار بودند. در پژوهشی که توسط انسی‌بیرا و همکاران (19) به منظور بررسی فلفل‌های اوگاندا صورت گرفت، صفات طول میوه، عرض میوه، ارتفاع گیاه و وزن تر میوه دارای اختلاف معنی‌داری بودند که با نتایج به دست آمده هم‌خوانی دارد.

جدول 4- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در توده‌های فلفل شیرین

Table 4- ANOVA of pepper accession charecteristics

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	ویتامین ث Vitamin C	ارتفاع گیاه Plant Height	اسپد Spad	عملکرد Yield	ضخامت دیواره میوه Fruit wall thickness	عرض میوه Fruit Width	طول میوه Fruit Length
آزمایش Experiment	1	187.92ns	16.83*	2.5ns	0.11**	0.0009ns	3.32**	2.32ns
(آزمایش × تکرار) بلوک Block (Replication × Experiment)	36	1646**	67.75**	76.24ns	2.09**	0.51**	2.2**	12.81**
(آزمایش) تکرار Replication(Experiment)	4	2119ns	109.92*	248.19*	0.08**	0.15ns	0.69**	0.928*
ژنوتیپ Genotype	40	4104**	204.28**	74.4ns	0.08**	2.73**	10.73**	29.7**
آزمایش × ژنوتیپ Experiment× Genotype	40	980ns	39.21ns	78.83ns	0.00009ns	0.128ns	0.19**	1.91**
خطا Error	124	898	33.73	78.11	0.0002	0.21	0.1	0.6
ضریب تغییرات C V		27.81	11.74	15.9	2.29	21.75	11.24	8.29

منابع تغییرات	درجه آزادی d.f	TSS	pH	فتوسنتز Photosynthesis	وزن خشک میوه Dry fruit	وزن تر میوه Fresh fruit	قطر ساقه Shoot diameter	پهنای چتر گیاه Wide umbrella plant
آزمایش Experiment	1	34.18*	0.181ns	0.018ns	0.01**	0.005ns	0.019ns	0.003*
(آزمایش × تکرار)بلوک Blok (Repeat× Experiment)	36	5.97ns	0.173ns	9.12**	0.0000002**	0.37*	0.044*	0.02**
تکرار (آزمایش) Rep (experiment)t	4	51.41**	0.208ns	23.20**	0.0001ns	0.3ns	0.072*	0.02*
ژنوتیپ Genotype	40	13.53**	0.219ns	3.71ns	0.34**	154.77*	0.072**	0.005*
آزمایش × ژنوتیپ Experiment× Genotype	40	2.29ns	0.171ns	4.71*	0.000002*	0.006ns	0.041ns	0.0
خطا Error	124	7.08	0.183	2.91	0.0004	0.28	0.028	0.003
ضریب تغییرات C.V		31.7	8.12	20.99	1.42	3.45	14.65	3.59

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال 5% و1%. ns غیرمعنی دارد

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

نتایج مقایسه میانگین صفات مورد بررسی (جدول 5) نشان داد، که ارتفاع گیاه بین 35 سانتی‌متر تا 64 سانتی‌متر متفاوت بود به طوری که توده‌ی فلفل دلمه‌ای بجنورد 3 دارای کمترین ارتفاع گیاه و توده‌ی فلفل کشتیبان آذربایجان غربی دارای بیشترین ارتفاع گیاه بود. لاهیب و همکاران (15) در پژوهشی ارتفاع گیاه را معیار مناسبی جهت گزینش ژنوتیپ‌های فلفل معرفی کردند. ابراهیمی و همکاران (11) ارتفاع گیاه را معیار مناسبی جهت وجود تنوع ژنتیکی بیان نموده‌اند. بر اساس جدول مقایسه میانگین (جدول 5)، بیشترین میزان طول میوه مربوط به توده‌ی بانه کردستان (14/10 سانتی‌متر) و کم‌ترین طول میوه مربوط به فلفل ارومیه 3 (2/72 سانتی‌متر) بود. همچنین بیشترین میزان عرض میوه مربوط به توده‌ی فلفل دلمه‌ای بجنورد 3 (8/19 سانتی‌متر) و کمترین عرض میوه مربوط به توده‌ی زنجان (0/99 سانتی‌متر) بود همچنین توده‌ی یوسف آباد شبستر تبریز و توده‌ی اورفای ترکیه به ترتیب کمترین و بیشترین میزان ضخامت دیواره میوه را به خود اختصاص دادند. بر اساس جدول مقایسه میانگین (جدول 5)، توده‌های بروجرد و گچساران به ترتیب بیشترین میزان اسپد و فتوسنتز خالص و توده‌ی چهار محال – اردکان (8/37 kg/m^2) بیشترین میزان عملکرد و توده‌ی بجنورد 2 (2/29 kg/m^2) کمترین میزان عملکرد و بیشترین میزان TSS و ویتامین ث به ترتیب مربوط به توده‌های بناب– قالاجیغ و توده‌ی بناب – قشلاق بود.

وراثت‌پذیری

وراثت‌پذیری معیاری است که نوع روش اصلاحی و قدرت توارث هر ویژگی را برای گیاه مشخص می‌کند و در واقع بیان‌کننده سهم تغییرات ژنتیکی از کل تغییرات موجود است. 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 (28). بر اساس نتایج حاصل از توارث‌پذیری (جدول 6)، در صفات طول میوه، عرض میوه، طول دم میوه، ضخامت دیواره میوه، عملکرد، وزن تر میوه، وزن خشک میوه، اسپد، فتوسنتز خالص، ارتفاع گیاه، قطر ساقه، پهنای چتر گیاه، ویتامین ث، TSS و pH ضریب تنوع فنوتیپی از ضریب تنوع ژنتیکی بیشتر بود که نشان دهنده‌ی تأثیر عوامل محیطی بر صفات مورد بررسی بود. مقایسه این ضرائب تأثیر عوامل محیطی را بر روی صفت مورد نظر نشان می دهد (13). هر چقدر اختلاف مقدار ضریب تغییرات ژنوتیپی از ضریب تغییرات فنوتیپی کمتر باشد، نشان می دهد که اثر محیط بر روی ویژگی کم است و لذا انتخاب برای اصلاح چنین ویژگی مناسب است و هر چقدر ضریب تغییرات فنوتیپی بزرگتر از ضریب تغییرات ژنوتیپی باشد، نشان دهنده تأثیر کم ژنوتیپ نسبت به اثرات محیط در تنوع مشاهده شده است. هر چه نسبت تنوع ژنوتیپی به محیطی زیاد باشد، بازده انتخاب بیشتر بوده و بهتر می توان ژنوتیپ های مطلوب را از نامطلوب انتخاب کرد (21). مطابق با نظریه استنسفیلد (24) چنانچه توارث پذیری صفتی بیشتر از 0/5 باشد، صفت دارای توارث پذیری بالا، چنانچه توارث پذیری عمومی صفتی بین 0/2 تا 0/5 باشد، صفت دارای توارث پذیری متوسط و چنانچه توارث پذیری صفت مورد نظر کمتر از 0/2 باشد، صفت دارای توارث پذیری پایین می باشد (18). طبق این نظر صفات طول میوه، عرض میوه، ضخامت دیواره میوه، عملکرد، وزن تر میوه، وزن خشک میوه، ارتفاع گیاه، قطر ساقه، طول ساقه و ویتامین ث دارای توارث پذیری بالا دارند که نشان دهنده‌ی تأثیر پذیری کمتر این صفات از عوامل محیطی است. صفات پهنای چتر گیاه دارای توارث پذیری متوسط و صفات شاخص اسپد و pH داری وراثت پذیری پایین می‌باشند.

همبستگی فوتیپی و ژنوتیپی

همبستگی فنوتیپی در جدول 7 آورده شده است. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه همبستگی فنوتیپی بین صفات طول میوه و عملکرد (0/448)، وزن تر میوه و طول میوه (0/431)، وزن خشک میوه و طول میوه (0/471)، عرض میوه و ضخامت دیواره میوه (0/744)، عرض میوه و عملکرد (0/514)، عرض میوه و وزن تر میوه (0/854)، عرض میوه و وزن خشک میوه (0/825)، ضخامت دیواره میوه و وزن تر میوه (0/834)، ضخامت دیواره میوه و وزن خشک میوه (0/781)، عملکرد و وزن تر میوه (0/628)، عملکرد و وزن خشک میوه (0/647) و وزن تر میوه با وزن خشک میوه (0/958) همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد. بر اساس جدول همبستگی فنوتیپی، بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین صفات وزن‌تر میوه و وزن خشک میوه (0/958) مشاهده شد.

بر اساس جدول همبستگی فنوتیپی (جدول 7)، ارتفاع گیاه و وزن تر میوه (0/406-) و عرض میوه و پهنای چتر گیاه (0/433-) بیشترین ضریب همبستگی منفی و معنی‌دار را دارند. در پژوهش انجام شده توسط وانگ مینگ (26)، همبستگی بالای بین صفات عرض میوه و ضخامت دیواره میوه مشاهده شد. رگو و همکاران (23)، بین صفات عرض میوه، وزن میوه و وزن خشک میوه با عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌داری گزارش نمودند. لاهیب و همکاران (15)، بیان داشتند که صفات طول میوه، عرض میوه و ضخامت دیواره میوه رابطه مثبت و معنی‌داری بر روی افزایش میزان عملکرد بر روی فلفل دارد.

جدول 5- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده در توده‌های فلفل شیرین

Table 5 - Mean comparison of measured traits in pepper cultivars

Cultivar توده	قطر ساقه Stem diameter (cm)	پهنای چترگیاه Wide umbrella plant (cm)	فتوسنتز Photosynthesis (µ mol m-2s-1)	اسپد spad	ضخامت دیواره میوه Fruit wall thickness (mm)	عرض میوه Fruit Width (cm)	طول میوه Fruit lenght (cm)
Urmia 1 ارومیه1	1.05bcdef	40.3b	8.66a	56.15a	1.37ef	2.52ab	8.72c
mahallat محلات	1.24ab	46.13a	7.59a	53.64a	2.23bcd	2.89ab	13.82a
Borujerd بروجرد	1.20abcd	43.4a	7.08a	61.5 a	1.46ef	1.23b	9.80bc
Khorasan خراسان	1.21abcd	43.84a	8.93a	53.89 a	1.92def	2.17b	9.03bc
Boyer Ahmad بویراحمد	1.07abcde	43.15a	8.74a	57.53 a	1.87ef	2.09b	7.76c
Sabzevar سبزوار	1.22abcd	45.95a	7.7ba	57.24 a	2.07cd	2.31b	8.30c
Bushehr1 بوشهر	1.22abcd	41.62b	8.54a	60.75a	2.08bcd	2.67 ab	10.23b
Shiraz شیراز	1.16abcd	42.52a	7.6a	51.81 a	1.51ef	1.17b	9.32bc
Minab میناب	1.12abcde	42.28a	8.3a	48.82 a	2.09bcd	2.26b	12.12ab
Zanjan زنجان	1.16abcd	44.98a	8.09a	60.73a	1.86ef	1.00b	8.32c
Bushehr- Deyr بوشهر- دیر	1.22ab	41.64b	7.81a	57.29 a	1.33g	2.10b	9.48bc
Tabriz تبریز	1.12abcde	45.52a	8.13a	53.57 a	1.83fe	1.74b	9.00bc
Markazi-Tafresh مرکزی- تفرش	1.24abc	48.68a	7.03a	54.05 a	1.21g	1.58b	11.33b
Chaharmahal Bakhtiari1 چهارمحال	1.22ab	41.87b	9.33a	57.55 a	2.17bcd	2.50 ab	9.66bc
Lordegan چهارمحال- لردگان	1.25abcd	41.87b	8.21a	56.38 a	2.7abcd	5.13 ab	13.72a
Chaharmahal Bakhtiari2 یاسوج	1.19abcd	40.23b	8.82a	52.51 a	1.59g	2.47 ab	9.61bc
Shabestar شبستر-یوسف‌آباد	1.28ab	46.63a	8.42a	52.56 a	1.08h	1.12b	14.03a
Urfa ترکیه-عورفا	1.33a	46.55a	7.53a	55.43 a	4.14a	3.86 ab	11.66b
Urmia-Gjlr ارومیه-گیجلر	0.9f	36.82bc	8.55a	57.6 a	3.62ab	6.37 ab	9.25bc

Kashtiban ارومیه-کشتیبان	1.3ab	41.06b	6.76a	54.36 a	1.93de	2.30b	8.42c
Mashhad- Jghh Tha مشهد-جغه نای	1.19abcd	39.56b	8.18a	58.79a	1.66de	1.66b	9.46bc
Baneh کردستان-بانه	1.21abcd	40.06b	8.94a	55.97 a	2.41bcd	3.15 ab	14.11a
Qramlk تبریز-قراملک	1.16abcde	40.18b	8.1a	55.97 a	2.34bcd	2.64 ab	12.86ab
Bonab 1 بناب-قشلاق	1.25ab	39.4b	5.94a	55.43 a	1.77ef	3.72 ab	8.97bc
Varamin تهران-ورامین	1.19def	39.2b	6.95a	55.42 a	2.18bcd	2.46 ab	8.99bc
Bushehr 2 بوشهر	1.25ab	41.62b	7.14a	56.05 a	1.9efg	2.20b	3.30e
Tuyserkan همدان-تویسرکان	1.20abcd	41.60b	7.9a	55.92 a	2.22bcd	2.69 ab	8.70c
Maragheh مراغه	1.21abcd	37.94b	8.05a	60.87 a	2.32bcd	3.92 ab	8.24c
Urmia 2 ارومیه2	0.95cdef	39.03b	8.49a	50.95a	1.94de	2.40 ab	6.02d
Nakhchivan نخجوان	0.86ef	34.49b	7.03a	55.35 a	3ab	5.87 ab	10.28b
Bāsh Qaleh ارومیه-باش‌قلعه	1.11abcde	44.04a	8.49a	56.02 a	1.28g	2.74 ab	6.57d
Bonab 2 بناب-قالاجیغ	1.03bcdef	42.95a	8.37a	58.53 a	1.94de	3.15 ab	7.29c
Bojnoord 1 بجنورد1	1.16abcd	40.35b	8.28a	51.61 a	1.76ef	1.07 b	9.71bc
Karabakh قره‌باغ	1.27ab	38.86b	9.46a	60.8a	1.93def	3.42 ab	11.71b
Urmia 3 ارومیه3	1.29ab	36.85bc	7.94a	58.78 a	1.96def	3.47 ab	2.72f
Bojnoord 2 بجنورد2	1.09bcdef	35.36bc	7.84a	52.77 a	3.68ab	3.13 ab	11.84b
Bojnoord 3 بجنورد3	1.17abcde	39.06b	7.21a	56.08 a	3.8ab	8.19a	10.75b
Gachsaran گچساران	1.14abcde	44.47a	9.42a	53.38 a	2.1bcd	3.03 ab	11.71b
Kurdistan 1 کردستان1	1.09abcde	41.68b	9.69a	53.14 a	2.25bcd	3.17 ab	12.78ab
Kurdistan 2 کردستان2	1.18abcd	37.87b	8.87a	52.37 a	3.06ab	3.32 ab	13.08a
Kurdistan 3 کردستان3	1.31ab	40.69b	9.18a	53.46 a	1.75ef	1.73b	7.47c

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حروف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

Means, in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 5% probability level- using Tukey's test

ادامه جدول 5- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده در توده‌های فلفل شیرین

Table 5 - Mean comparison of measured traits in pepper cultivars

Cultivar توده	pH	TSS	ویتامین ث Vitamin C (mg/g)	عملکرد Yield (kg/m2)	وزن خشک میوه Dry fruit (g)	وزن تر میوه Fresh fruit (g)	ارتفاع گیاه Plant height (cm)
Urmia 1 ارومیه1	5.14 a	8.63b	103bc	4.5cd	27.69bcd	226bcd	51c
mahallat محلات	5.13a	7.79c	134b	6.39abc	50.55abcd	456abcd	50d
Borujerd بروجرد	5.64a	7.36c	89.33c	5.66bc	18.15de	119de	51c
Khorasan خراسان	5.54a	5.88de	102bc	5.66bc	24.42d	164 de	56b
Boyer Ahmad بویراحمد	5.33a	8.26b	114bc	5.4bc	35.42bcd	218bcd	50d
Sabzevar سبزوار	5.26a	8.01bc	93.42c	4.84 cd	35.42 bcd	184de	53bc
Bushehr1 بوشهر	5.55a	7.56c	96.56c	6.69 abc	38.93bcd	318bcd	56b
Shiraz شیراز	5.09a	8.17bc	104bc	3.69cde	11.2f	77f	45c
Minab میناب	5.43a	5.93de	87.1c	3.71cde	39.5 bcd	251bcd	59b
Zanjan زنجان	5.08a	7.3c	89.4c	5.1 bc	9.85 h	50h	45c
Bushehr- Deyr بوشهر- دیر	5.55a	7.99bc	109bc	3.84 cde	28.21de	160 de	46c
Tabriz تبریز	5.18a	7.99bc	100.1c	4.69 cd	13.37 e	92 e	47cd
Markazi-Tafresh مرکزی- تفرش	5.33a	7.89bc	81.7c	4.14 cd	12.08 f	79f	55c
Chaharmahal Bakhtiari1 چهارمحال	5.1a	9.44b	81.6c	5.82bc	29.72bcd	279 bcd	48cd
Lordegan چهارمحال- لردگان	5.29a	9.33b	81.15c	8.37a	60.5ab	506ab	47cd
Chaharmahal Bakhtiari2 یاسوج	5.15a	6.07cd	103.2bc	5.14bc	21.2de	135 de	44e
Shabestar شبستر-یوسف‌آباد	5.31a	7.42c	101.3bc	5.55bc	11.72 f	73f	47cd
Urfa ترکیه-عورفا	5.32a	8.44bc	90.3c	7.44ab	58.04ab	545ab	50d
Urmia-Gjlr ارومیه-گیجلر	5.13a	10.66b	135b	7.56ab	14.16f	65fh	41ef
Kashtiban ارومیه-کشتیبان	5.51a	10.58b	88.6c	5.08bc	25.1 de	156 de	64a

Mashhad- Jghh Tha مشهد-جغه نای	5.44a	7.06c	110.7bc	4.54cd	24.13de	140 de	60b
Baneh کردستان-بانه	5.14a	6.34cd	141b	4.99bcd	56.47abc	423abc	47cd
Qramlk تبریز-قراملک	5.22a	9.31b	133b	4.52 cd	36.43cd	236bcd	48cd
Bonab 1 بناب-قشلاق	5.27a	9.54b	202a	4.34 cd	35.64cd	305bcd	52c
Varamin تهران-ورامین	5.14a	8.27b	82.2c	5.34bc	38.69bcd	304bcd	56b
Bushehr 2 بوشهر	5.16a	11.11a	191a	2.64ed	9.47h	49h	51c
Tuyserkan همدان-تویسرکان	4.92a	8.94b	125b	5.19bc	23.19de	139 de	49cd
Maragheh مراغه	5.43a	7.68c	73.3cd	4.73cd	38.03bcd	281 bcd	51c
Urmia 2 ارومیه2	5.4a	8.72b	69.2d	2.92ed	18.33 de	128 de	49cd
Nakhchivan نخجوان	5.26a	7.45c	83.6c	6.97abc	63.54ab	638ab	43e
Bāsh Qaleh ارومیه-باش‌قلعه	5.08a	8.5b	72.04cd	5.17bc	32.42de	140 de	46e
Bonab 2 بناب-قالاجیغ	5.26a	12.29a	117b	4.29cd	29.53de	185de	42ef
Bojnoord 1 بجنورد1	5.17a	6.76cd	127b	3.69cde	9.3fh	60fh	44e
Karabakh قره‌باغ	5.08a	9.01b	123.2b	7.32ab	43.3 bcd	374 bcd	43e
Urmia 3 ارومیه3	5.22a	10.08ab	127.5b	2.49ed	8.87i	52i	56b
Bojnoord 2 بجنورد2	5.47a	10.93a	114.96b	2.29e	47.72ab	524ab	39ef
Bojnoord 3 بجنورد3	4.99a	10.01ab	114.97b	7.53ab	75.79a	853a	34h
Gachsaran گچساران	a5,11	8.08bc	61.42d	5.16bc	32.66bcd	200bcd	57b
Kurdistan 1 کردستان1	5.17a	7.9bc	122.7b	5.04bc	36.76abcd	346bcd	52c
Kurdistan 2 کردستان2	5.4a	6.89cd	101.07bc	6.48abc	39.99abcd	334bcd	49cd
Kurdistan 3 کردستان3	5.76a	8.29bc	143.6b	6.53abc	32.97bcd	323bcd	51c

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حروف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

Means, in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 5% probability level- using Tukey's test

جدول 6– مقادیر توارث پذیری عمومی، ضریب تنوع فنوتیپی و ضریب تنوع ژنوتیپی در صفات مورد بررسی توده‌های فلفل شیرین

Table 6 - Broad- sense heritability values, phenotypic coefficient of variation and genotypic coefficient of variation, traits of pepper genotypes

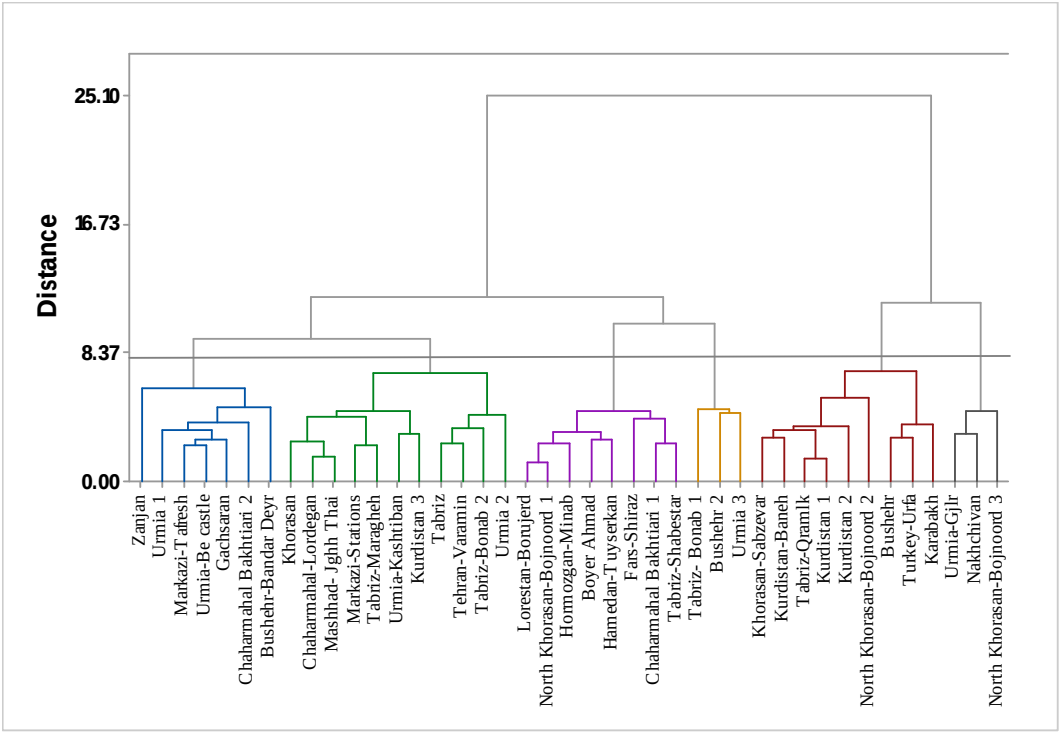
صفات Traits	برآورد اجزای واریانس Estimate variance components			توارث پذیری Heritability	ضریب تنوع Coefficient of variation	
	محیطی Environmental	ژنتیکی Genotype	فنوتیپی Phenotype		ژنتیکی Genotype	فنوتیپی Phenotype
طول میوه Fruit length (cm)	0.100	4.850	4.950	0.97	22.59	22.82
عرض میوه Fruits width (cm)	0.017	1.772	1.788	0.99	46.87	47.09
ضخامت دیواره میوه Fruit wall thickness (mm)	0.035	0.420	0.455	0.92	30.14	31.37
عملکرد Yield (kg/m2)	0.000	0.088	0.088	0.99	5.65	5.65
وزن تر Fresh fruit (g)	0.047	25.748	25.795	0.98	1.92	1.92
وزن خشک Dry fruit (g)	0.001	1.983	1.983	0.99	4.27	4.27
شاخص اسپد spad	13.138	0.262	13.400	0.01	0.92	6.58
فتوسنتز خالص Photosynthesis (µmol/m2s)	0.485	0.133	0.618	0.21	4.49	9.67
ارتفاع گیاه Plant height (cm)	5.622	28.4	34	0.83	10.78	11.80
قطر ساقه Shoot diameter (cm)	0.005	0.007	0.012	0.61	7.38	9.44
پهنای چتر گیاه (cm) Umbrella plant width	0.001	0.000	0.001	0.4	0.05	0.07
ویتامین ث Vitamin C (mg/g)	898	1068	1997	0.543	30.33	41.15
مقدار مواد جامد محلول TSS	7.08	2.15	9.23	0.232	17.48	36.23
pH	0.183	0.012	0.195	0.061	2.07	8.37

بر اساس نتایج حاصل از همبستگی ژنتیکی (جدول 8)، بین صفات ضخامت دیواره میوه و طول میوه (0/415)، ضخامت دیواره میوه و عرض میوه (0/541)، وزن تر میوه و طول میوه (0/560)، وزن تر میوه و عرض میوه (0/974)، وزن تر میوه و ضخامت دیواره میوه (0/955)، وزن خشک میوه و طول میوه (0/499)، وزن خشک میوه و عرض میوه (0/804)، وزن خشک میوه و ضخامت دیواره میوه

(0/801)، وزن خشک میوه و وزن تر میوه (0/994) و عملکرد و وزن تر میوه (0/729) همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد. بر اساس جدول همبستگی ژنتیکی (جدول 8)، بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن خشک میوه و وزن تر میوه و بیشترین همبستگی منفی بین صفات پهنای چتر گیاه و عرض میوه (0/578) مشاهده شد. در پژوهشی که توسط کریما و همکاران (14) به منظور بررسی توده‌های فلفل تونس بر اساس صفات مورفولوژیک صورت گرفت، بین صفات ضخامت دیواره میوه و عرض میوه، عملکرد و طول میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد که با نتایج به دست آمده از این پژوهش مطابقت داشت. بر اساس جدول همبستگی فنوتیپی بین صفات مواد جامد محلول و طول میوه (0/364) در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار بود (جدول 7) اما برآورد همبستگی ژنتیکی (جدول 8)، وجود ارتباط بین آن‌ها را رد نمود. می‌توان چنین پنداشت که در موارد فوق، به لحاظ آماری، اشتباه نوع II اتفاق افتاده است (پذیرفتن فرض صفر غلط). این نتایج اهمیت محاسبه همبستگی ژنتیکی و عدم اکتفا به همبستگی فنوتیپی را آشکار می‌سازد.

تجزیه خوشه‌ای

محققین جهت انتخاب بهترین والدین در هر تلاقی در پی ارقام یا ژنوتیپ‌هایی هستند که از هم دور باشند که این امر می‌تواند از طریق بررسی فاصله بین ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک با استفاده از روش تجزیه خوشه‌ای بدست آید. بر اساس نتایج تجزیه‌ای خوشه‌ای (شکل 1) به روش وارد، توده‌های مورد بررسی در 6 دسته طبقه بندی شدند. بر این اساس توده‌های زنجان، ارومیه 1، مرکزی-تفرش، ارومیه-باش قلعه، گچساران، چهارمحال بختیاری و بوشهر-بندر دیر در دسته‌ی اول، توده‌های خراسان، لردگان، مشهد-جغه تای، تبریز-مراغه، ارومیه-کشتیبان، کردستان 3، تبریز، ورامین، بناب 2 و ارومیه 2 در دسته‌ی دوم و توده‌های لرستان، بروجرد، بجنود 1، میناب، بویراحمد، تویسرکان، شیراز، چهارمحال بختیاری 1 و شبستر در دسته سه طبقه بندی شدند. همچنین توده‌های بناب 1، بوشهر 2 و ارومیه 3 در دسته چهار و توده‌های سبزوار، بانه، قراملک، کردستان 1، کردستان 2، بجنورد 2، بوشهر، ارفا و گره باغ در دسته پنج و در نهایت توده‌های ارومیه-گیجلر، نخجوان و بجنورد 3 در دسته‌ی شش جای گرفتند.



شکل 1- دندروگرام گروه بندی توده های فلفل شیرین بر اساس داده‌های مورفولوژی و فیزیولوژی با استفاده از روش وارد

Figure 1- The cluster grouping data based on morphology and physiology of native Pepper using WARD

جدول ۷ - جدول همبستگی فنوتیپی بین صفات فلفل شیرین

Table 7 - Table Phenotypic correlations between traits Pepper

صفات	طول میوه Fruit length	عرض میوه Fruit width	ضخامت دیواره میوه Fruit wall thickness	عملکرد Yield	وزن تر میوه Fresh fruit weight	وزن خشک میوه Dry fruit weight	اسپد Spad	فتوسنتز Photosynthesis	ارتفاع گیاه Plant height	قطر ساقه Stem diameter	پهنای چتر گیاه Umbrella plant width	pH	TSS	ویتامین ث Vitamin C
طول میوه Fruit length	1													
عرض میوه Fruit Width	0.141	1												
ضخامت دیواره میوه Fruit wall thickness	0.302	0.744**	1											
عملکرد Yield	0.448**	0.514**	0.459**	1										
وزن تر میوه Fresh fruit	0.431**	0.854**	0.834**	0.628**	1									
وزن خشک میوه Dry fruit	0.471**	0.825**	0.781**	0.647**	0.958**	1								
اسپد Spad	-0.254	0.140	0.04	0.252	0.052	0.086	1							
فتوسنتز Photosynthesis	-0.025	0.023	0.066	0.145	-0.016	0.025	-0.051	1						
ارتفاع گیاه Plant height	-0.144	-0.411**	-0.395*	-0.178	-0.406**	-0.317*	-0.053	-0.119	1					
قطر ساقه Stem diameter	0.082	-0.355*	-0.213	-0.012	-0.299	-0.287	0.105	-0.14	0.298	1				
پهنای چتر گیاه Umbrella plant width	-0.003	-0.433**	-0.408**	-0.394*	-0.053	-0.42**	-0.347*	0.008	-0.081	0.154	1			
pH	-0.027	-0.266	-0.15	-0.059	-0.1	-0.081	0.028	-0.106	0.408**	0.181	-0.125	1		
مقدار مواد جامد محلول TSS	-0.364*	0.36*	0.285	-0.107	0.196	0.128	0.223	-0.059	0.256	-0.163	0.236	-0.179	1	
ویتامین ث Vitamin C	-0.157	0.067	0.038	-0.167	0.055	0.0001	0.01	-0.105	-0.147	0.169	-0.072	-0.105	0.312*	1

*و** به ترتیب معنی‌دار در سح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد.

* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively

جدول ۸ - جدول همبستگی ژنتیکی بین صفات فلفل شیرین

Table 8 - Table genetic correlations between traits Pepper

صفات Characteristics	طول میوه Fruit length	عرض میوه Fruit Width	ضخامت دیواره میوه Fruit wall thickness	عملکرد Yield	وزن تر میوه Fresh weight fruit	وزن خشک میوه Dry weight fruit	اسپد Spad	فتوسنتز Photosynthesis	رتفاع گیاه Plant height	قطر ساقه Stem diameter	پهنای چتر گیاه (کانوپی) umbrella plant width	pH	مقدار مواد جامد محلول TSS	ویتامین ث Vitamin C
طول میوه Fruit length	1													
عرض میوه Fruit Width	0.194	1												
ضخامت دیواره میوه Fruit wall thickness	0.415*	0.541**	1											
عملکرد Yield	0.516**	0.489**	0.617**	1										
وزن تر میوه Fresh weight fruit	0.56**	0.974**	0.955**	0729**	1									
وزن خشک میوه Dry weight fruit	0.499**	0.804**	0.801**	0.541**	0.994**	1								
اسپد Spad	−0.324	0.241	-0.141	0.127	0.141	0.14	1							
فتوسنتز Photosynthesis	0.124	0.214	0.154	0.341	0.124	0.122	-0.095	1						
ارتفاع گیاه Plant height	-0.278	-0.523**	-0.475*	-0.273	-0.519**	-0.417*	-0.203	-0.219	1					
قطر ساقه Stem diameter	-0.071	-0.417*	-0.327	-0.121	-0.305	-0.124	0.230	-0.247	0.398	1				
پهنای چتر گیاه (کانوپی) umbrella plant width	-0.127	-0.587**	-0.408*	-0.141	-0.415*	-0.417*	0.11	0.187	-0.081	0.241	1			
pH	-0.141	-0.304	-0.271	-0.217	-0.174	-0.170	0.132	-0.210	0.326	0.217	-0.3	1		
مقدار مواد جامد محلول TSS	-0.258	0.205	0.374	-0.247	0.271	0.212	0.301	-0.09	0.157	-0.208	0.091	-0.217	1	
ویتامین ث Vitamin C	-0.298	0.167	0.124	-0.105	0.155	0.001	0.1	-0.21	-0.1	0.199	0.17	-0.147	0.419*	1

*و** به ترتیب معنی‌دار در سح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد.

*and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively

جدول 9 - فواصل خوشه‌ای صفات فلفل شیرین

Table 9 - Cluster distances traits of Pepper

	دسته 1 Cluster 1	دسته 2 Cluster 2	دسته 3 Cluster 3	دسته 4 Cluster 4	دسته 5 Cluster 5	دسته 6 Cluster 6
دسته 1 Cluster 1	1					
دسته 2 Cluster 2	212.469	1				
دسته 3 Cluster 3	17.770	201.22	1			
دسته 4 Cluster 4	120.642	329.56	128.98	1		
دسته 5 Cluster 5	509.479	298.41	499.07	627	1	
دسته 6 Cluster 6	114.276	288.64	110.77	84.44	584	1

ضریب کوفنتیک برای روش وارد ، **0/756 برآورد شد که در سطح آماری 1 درصد معنی‌دار می‌باشد. این نتیجه نشان داد که دندروگرام به دست آمده از روش وارد تصویر قابل قبولی از فواصل حقیقی موجود بین توده‌ها ارئه می‌دهد.

با توجه به این که افراد هر گروه دارای کمترین فاصله ژنتیکی می‌باشند، بنابراین در برنامه‌های اصلاحی جهت رسیدن به حداکثر هتروزیس می‌بایستی افراد واقع در گروه‌های مختلف را جهت تلاقی انتخاب نمود. تلاقی بین افراد با روابط ژنتیکی دورتر، از قدرت هیبرید بالاتری نسبت به افراد با روابط ژنتیکی کمتر برخوردارند. در دسته‌ی اول توده‌های چهار محال بختیاری2 و مرکزی- تفرش به ترتیب دارای بیشترین طول ساقه و پهنای چتر گیاه و توده‌ی زنجان داری کمترین میزان عرض میوه بود. توده‌ی لردگان واقع در دسته‌ی دوم داری بیشترین میزان عملکرد می‌باشد. در دسته‌ی چهار توده‌ی بوشهر 2 دارای بیترین میزان مواد جامد محلول و توده‌ی تبریز- بناب 2 (قشلاق) داری بیشترین میزان ویتامین ث بود. همچنین بیشترین میزان وزن خشک میوه، وزن تر میوه وبیشترین میزان ضخامت میوه مربوط به توده‌ی بجنورد 3 واقع در دسته‌ی ششم قرار گرفت. بر اساس جدول فواصل گروه‌ها (جدول 9)، بیشترین میزان فاصله بین دو گروه 5 و 4 (627) مشاهده شد. این نتیجه نشان داد که بیشترین هتروزیس مورد انتظار، می‌تواند از تلاقی بین ژنوتیپ‌های گروه 5 با گروه 4 به دست بیاید. بر اساس نتایج به دست آمده، توده‌های شاهد (ارومیه-کشتیبان و ارومیه گیجلر) نسبت به سایر توده‌های مورد بررسی دارای بیشترین میزان مواد جامد محلول و توده‌ی چهارمحال- لردگان دارای بیشترین میزان عملکرد در بین توده‌های مورد بررسی بود که از این نظر می‌توان از این توده‌ها به عنوان یکی از والدین سودمند در تلاقی جهت ایجاد توده‌های جدید و مطلوب ژنی بهره برد.

منابع

1- Andrews J. 1984. Peppers the Domesticated capsicums. University of Texas press, Austin.
2- Agricultural Jihad Organization of Iran. 2012. Statistical Office of Agricultural Jihad Organization.
3- Brown W.L. 1983. Genetic diversity and genetic vulnerability – an appraisal. Econ. Bot, 37(1): 4–12.
4- Casali V.W.D., and Couto F.A.A. 1984. Origem e botânica de Capsicum. Informe Agropecuário, 113: 08-10.
5- Erwin A.T. 1932. The peppers. Iowa Agricultural Experiment Station Bvlletion, 293: 120-152.
6- Elio j., Cantliffe D.J., and Hochmuth G.J. 1998. Effect of plant density and shoot pruning on yield and quality of a summer greenhouse sweet pepper crop in Northcentral Florida. Horticultural Sciences Dept., University of Florida, Gainesville.
7- Farshadfar E. 1998. Application of Biometrical genetics in plant Breeding. Razi University Press, 528.
8- Gorindarajan V.S. 1985. Capsicum – production, technology, chrmistry and quality. Part I: History, botany, cultivation and primary processing. CRC critical Reviews in Food Science and Nutrition, 22: 109-176.
9- Huhl Y.C., Solmaz N., and Iand S. 2008. Morphological characterization of Korean and Turkish watermelon germplasm. Cucurbitaceae. In: Proceedings of the IXth EUCARPIA meeting on genetics andbreeding of Cucurbitaceae (Pitrat M, ed). INRA. Avignon (France). 327-334.
10- International Plant Genetic Resources Institute. IPGRI. 1995. Descriptors for Capsicum. Rome, 49p.

11- Ibrahim M., Ganiger V.M., and Yenjerappa S.T. 2001. Genetic variability, heritability, genetic advance and correlation studies in chilli. Karnataka Journal of Agricultural Science, 14:784-787.
12- Ince A.G., Karaca M., and Onus A.N. 2009. Development and utilization of diagnostic DAMD-PCR markers for Capsicum accessions. Genet Res Crop, 56: 211-221.
13- Kiani M.R., and Jahanbin G.h. 2006. Investigate the Genetic diversity of indigenous Melon Iranian masses. Journal of Iranian Field Crop Research, (2): 17-1. (in Persian)
14- Karima L., Bnejddi F., and El 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.
15- lahbib K., Bnejdi F., and Gazzah M. 2012. Genetic diversity evaluation of pepper (*Capsicum annuum* L.) in Tunisia based on morphologic characters. African Journal of Agricultural Research, 1991-637.
16- Mc Gregor S.E. 1976. Pepper green. In: Insect pollination of cultivated Crop plants. USDA, ARS, Washington, 292-295.
17- Moscone E.A., Scaldaferro M.A, Grabiele M., and Cecchini N.M. 2007. The evolution of Chili Peppers (Capsicum - Solanaceae): a cytogenetic perspective. VI International Solanaceae Conference: Genomics Meets Biodiversity. Acta Hort, 745: 137-170.
18- Nsabiyera V., Logose M., Ochwo M., Sseruwagi P., Gibson P., and Ojiewo C. 2013. Morphological characterizalion of local and Exotic Hot Pepper (*Capsicum annuum* L.) collections in Uganda. Global science Books, 7(1):22-32.
19- Oyama K., Hernandez-verdugo S., Sanchez C., Gonzalez-rodriguea A., Sanchez-penap P., Garzon-tiznado J.Á., and Casas A. 2006. Genetic structure of wild and domesticated populations of *Capsicum annuum* (Solanaceae) from northwestern Mexico analysed by RAPDs. Genetic Resources and Crop Evolution, 53: 553-562.
20- Pickersgill B. 1971. Relationships between weedy and cultivated forms in some species of chili peppers (Genus Capsicum). Evolution, 25: 683-691.
21- Pregnolatto W., and Pregnolatto D.P. 1985. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz São Paulo: Adolfo Lutz 533p.
22- Peyvast G.h. 2009. Vegetables. 5nd ed. Published Danshpzyr. Tehran, 577 pages. (in Persian)
23- Rego E.R. 2009. A diallel study of yield components and fruit quality in chilli pepper (*Capsicum baccatum*). Euphytica (Wageningen), 168: 275-287.
24- Stansfield W.D. 1991. Theory and Problems in Genetics. McGraw-Hill.
25- Silva A.R., Nascimento N., Cecon P.R., Sapucay M.J., Rego E.R., and Barbosa L.A. 2013. Path analysis in multicollinearity for fruit traits of pepper, 31: 157-60.
26- Wang Ming He.X. 1988. Correlation and path analysis in Pepper. Journal of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry.
27- www.faostat.fao.org. Food and Agriculture organization of the United Nations. 2012.
28- Youssefian M., Abbasifar R., and Bashtin A. 2002. Study compatibility Garlic (Allium sativum) genotypes and determine the best planting date on the major areas of production. Research report Agriculture Organization of Research and Training, 359. (in Persian)
29- Zamani Z.A. 1990. Reviews the main properties of pomegranate and Central Branch. Master's thesis, Tehran University. (in Persian)