Archive of SID

Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 50, No 1, Spring 2019 (129-140)
DOI: 10.22059/ijhs.2018.263743.1500

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۸ (ص ۱۴۰-۱۲۹)

مطالعه تنوع ژنتیکی برخی لاین‌های فلفل (*Capsicum annuum* L.) با استفاده از تجزیه‌های آماری چند متغیره

ساسان کشاورز[۱]، سیدعلی پیغمبری[۲*]، حسن زینالی خانقاه[۲]، محمدرضا بی‌همتا[۲] و محمدرضا حسندخت[۲]

۱. دانشجوی دکتری اصلاح نباتات (ژنتیک – بیومتری)، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران و محقق، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۲. استاد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۵/۳۰ – تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۵)

چکیده

به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی ٦٥ لاین فلفل، که از مناطق مختلف کشور و همچنین از کشور چین و مرکز تحقیقات بین‌المللی سبزیجات (AVRDC) جمع‌آوری شده بودند؛ آزمایشی به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار برای ارزیابی ۱۳ صفت مرفولوژیک اجرا شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها در سطح احتمال یک درصد از لحاظ تمامی صفات بود. بر اساس مقایسه میانگین صفات مختلف که به‌روش توکی در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد، ژنوتیپ‌های ۳۰۹۵ و ۰۰۱۳ و ۲٦-٦ از لحاظ عملکرد و خصوصیات مرتبط با بازارپسندی محصول وضعیت بهتری داشتند. برای تعیین فاصله ژنتیکی و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها، تجزیه به عامل‌ها و تجزیه خوشه‌ای انجام شد. جهت درک بهتر از روابط داخلی صفات و تعیین گروهی متغیرهای با بیشترین همبستگی، از تجزیه به عامل‌ها با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و چرخش عامل‌ها به روش وریماکس استفاده شد. در این تجزیه چهار عامل مستقل از هم، مجموعاً ٧٤/٠٧ درصد از تغییرات را توجیه نمودند. تجزیه خوشه‌ای به‌روش وارد، لاین‌های ارزیابی‌شده را در شش گروه متفاوت قرار داد؛ به‌طوری‌که این نتایج تا حد زیادی با مناطق جغرافیایی پراکنش لاین‌ها و همچنین با صفاتی همچون عملکرد و خصوصیات مورفولوژیک مرتبط با بازارپسندی محصول هم‌خوانی داشتند. نتایج حاصل از رگرسیون گام‌به‌گام نشان داد که سه صفت قطر ساقه، طول ساقه و تعداد میوه در بوته بیشترین تأثیر را بر روی عملکرد میوه داشتند. جهت ارزیابی اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات واردشده در مدل رگرسیونی بر عملکرد میوه، تجزیه علیت انجام شد. نتیجه حاصل از این تجزیه موید تأثیر مستقیم سه صفت یادشده بر روی عملکرد بود و تأثیر غیرمستقیم این صفات چندان قابل‌توجه نبود. با توجه به این‌که در این آزمایش لاین‌های مورد مطالعه از لحاظ تنوع ژنتیکی تفاوت‌های قابل‌توجهی در صفات مورد بررسی نشان دادند نتیجه‌گیری شد که با انتخاب ژنوتیپ‌های برتر در هر خوشه که فاصله ژنتیکی بیشتری با یکدیگر دارند می‌توان در تولید ارقام هیبرید فلفل به‌منظور بهره‌جستن از هتروزیس استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به عامل‌ها و رگرسیون مرحله‌ای.

Morphological variation of some capsicum (*Capsicum annuum* L.) lines using multivariate statistical analysis

Sasan Keshavarz[1], Seyed Ali Peighambari[2*], Hassan Zeinali Khanghah[2], Mohammadreza Bihamta[2] and Mohammadreza Hassandokht[2]

1. Ph. D. Candidate, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran and Researcher, Seed and Plant Improvement Research Institute, Agricultural Research and Education Organization, Karaj, Iran
2. Professor, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj

(Received: Agu. 21, 2018 - Accepted: Oct. 27, 2018)

ABSTRACT

In order to investigate the genetic diversity of 65 lines of pepper, collected from different regions of the country and also from China and the International Research Center for Vegetables (AVRDC), a randomized complete block design with 3 replications was done. Results of analysis of variance showed a significant difference among genotypes at 1% probability level for all traits. Based on the mean comparison of different traits using Tukey's method at 5% probability level, genotypes 3095, 0013 and 26-6 were better in terms of yield and characteristics associated with marketable products. To determine the genetic distance and grouping of genotypes, factor and cluster analysis performed. To understand the internal relations of traits and to determine the group of variables with the highest correlation, factor analysis performed using principal component analysis were through varimax rotation. In these analysis, four independent factors justified 74.7% of the variation. Cluster analysis done using Ward method, and the lines were gathered into six different groups. So that, this grouping was associated with geographic distribution of lines and some of morphological traits that associated with marketability. Results of stepwise regression showed that three traits of stem diameter, stem length and number of fruits per plant had the greatest effect on fruit yield. To evaluate the direct and indirect effects of these traits on fruit yield, Path analysis performed. Results showed that the three mentioned traits had direct effect and indirect effect of these traits was very low. Given that in this experiment lines under study showed significant differences in terms of genetic variability for traits under evaluation. It was concluded in order to benefit from heterosis, selection of superior genotypes with greater genetic distance from each other can be useful in pepper hybrid variety production.

Keywords: Cluster analysis, factor analysis, principal component analysis, stepwise regression.

* Corresponding author E-mail: alipey@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

فلفل با نام علمی (*Capsicum annuum* L.)، یکی از اعضای مهم تیره سولاناسه[1] است. اصل این گیاه از آمریکای مرکزی است. مکزیک و پرو اولین کشورهایی بودند که به کاشت آن اقدام کردند (Peyvast, 2005). حدود ۷۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح، بشر فلفل سبز را می‌شناخته است. اینکاها[2] و مردم قبل از آنها با این سبزی آشنایی کامل داشتند (Singh *et al*., 1997). احتمالاً کریستف کلمب این سبزی را از آمریکا به اروپا برده است (Peyvast, 2005). Walsh & Hoot (2001) برای درک رابطه فیلوژنی (خویشاوندی) در جنس کپسیکوم[3]، چندین آنالیز مولکولی در گونه‌های اهلی و وحشی این جنس انجام و پس از بررسی‌های لازم، به این نتیجه رسیدند که جنس کپسیکوم به احتمال خیلی زیاد از نواحی خشک رشته کوه‌های آند (منطقه‌ای که امروزه پرو و بولیوی در آن واقع شده) منشأ گرفته و سپس به اراضی پست حاره‌ای آمریکا انتقال یافته است.

به‌طور کلی جنس *Capsicum* دارای ۵ گونه است که عبارتند از (Everett, 1984): *Capsicum frutescens* L.، *Capsicum baccatum*، *Capsicum annuum* L.، *Capsicum pubescens* L. و *Capsicum sinence* بعضی معتقدند فلفل‌سبز یا فلفل‌شیرین[4] مربوط به گونه *Capsicum annuum* L. است، ولی فلفل‌های تند[5] جزو گونه *Capsicum frutescens* L قرار دارند (Rice *et al*., 1994). سطح زیر کشت این محصول در ایران بر اساس آمار فائو حدوداً شش هزار هکتار (FAOSTATE, 2017) است. مهم‌ترین مناطق ایران از نظر تولید فلفل، استان‌های سمنان، هرمزگان و سیستان‌وبلوچستان برای مصرف تازه‌خوری و استان خراسان‌رضوی برای تولید ادویه هستند (Keshavarz *et al*., 2015). میانگین عملکرد این محصول در ایران در حدود ۱۱ تن در هکتار و مقدار فلفل‌سبز تولیدی در کشور حدوداً ۶۶ هزار تن است. سطح زیر کشت فلفل در جهان ۱،۹۳۷،۳۷۰ هکتار و میانگین تولید جهانی آن در حدود ۱۶ تن در هکتار است. میزان تولید جهانی فلفل‌سبز هم حدوداً ۳۲ میلیون تن است. بیشترین میزان تولید فلفل در جهان نیز مربوط به‌ترتیب 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).

در واقع تنوع ژنتیکی پایه و اساس گزینش فنوتیپی، ژنوتیپی و اصلاح کمی و کیفی گونه‌های گیاهی است (Falconer & Mackay, 1996). بررسی تنوع ژنتیکی در گونه‌های زراعی و وحشی، از جمله کارهایی است که برای شناسایی ظرفیت ژنتیکی صفات مرتبط با اهداف اصلاحی و حفاظت از منابع ژنتیکی، توسط متخصصین اصلاح‌نباتات انجام می‌گیرد (Mcpherson *et al*., 2004) آگاهی از تنوع ژنتیکی در گونه‌های گیاهی برای انتخاب نژادهای والدینی در جهت حصول هیبریدهای مناسب و پیش‌بینی بنیه هیبرید، به‌ویژه در محصولاتی که هیبرید آنها ارزش تجاری دارند، مهم است (Mohammadi & Prasanna, 2003).

Munchi *et al*. (2000) در پژوهشی، سی ژنوتیپ فلفل را به‌منظور بررسی رابطه بین صفات و تعیین مؤثرین صفات بر روی عملکرد مورد مطالعه قرار دادند. نتایج حاصل از تجزیه علیت، مؤید اثر مستقیم و مثبت صفات تعداد میوه در بوته، وزن میوه و قطر میوه بر روی عملکرد بود. Geleta *et al*. (2004) سی و نه ژنوتیپ فلفل جمع‌آوری‌شده از مناطق مختلف جهان در کشور آفریقای‌جنوبی از لحاظ صفات مرفولوژیکی و برخی از ویژگی‌های مولکولی مورد بررسی قرار دادند. تنوع ژنتیکی بالایی در میان ژنوتیپ‌ها ملاحظه کردند و بین صفات مرفولوژیکی و مولکولی رابطه بالایی تشخیص داده شد. محققین مربوطه همچنین گزارش نمودند که کشور اتیوپی از لحاظ ژرم‌پلاسم فلفل‌تند ضعیف بوده و بنابراین توصیه نمودند در برنامه‌های اصلاحی این کشور باید تمرکز بیشتری بر روی جمع‌آوری ژرم‌پلاسم‌های بومی و معرفی رقم‌ها و

1. Solanaceae
2. Incas
3. *Capsicum*
4. Sweet pepper
5. Hot pepper یا Red pepper

www.SID.ir

Archive of SID

جمعیت‌ها از دیگر نقاط جهان انجام گیرد. Madoşă *et al.* (2010) با اشاره به ضرورت متنوع‌بودن ژرم‌پلاسم در برنامه‌های اصلاحی فلفل، بیان نمودند که توده‌های محلی از این لحاظ بسیار ارزشمند بوده و استفاده از آنها می‌تواند در ایجاد رقم‌های جدید فلفل بسیار حائز اهمیت باشد. Ghazizadeh *et al.* (2010) به‌منظور بررسی تنوع‌ژنتیکی در فلفل، هفتاد و هفت ژنوتیپ از این گیاه را در قالب طرح آگمنت بررسی کردند. نتایج تجزیه به عامل‌ها نشان داد که سیزده عامل اصلی و مستقل، ۷۴/۵۹ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند. در تجزیه خوشه‌ای به‌روش وارد، ژنوتیپ‌ها در پنج گروه مجزا قرار گرفتند؛ به نحوی‌که تنوع‌ژنتیکی در نمونه‌ها با پراکندگی جغرافیایی آن‌ها مطابقت نداشت. Sasu *et al.* (2013) استفاده از توده‌های محلی را بهترین منبع برای دست‌یابی به حداکثر تنوع در فلفـل معرفی نمودند. Bagheri *et al.* (2017)، تنوع ژنتیکی چهل و دو ژنوتیپ فلفل‌شیرین را از لحاظ برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک مورد بررسی قرار دادند. روش مورد استفاده آنها جهت گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها، تجزیه خوشه‌ای به‌روش وارد بود که بر اساس آن ژنوتیپ‌ها در شش گروه مجزا قرار گرفتند. پنجاه و پنج ژنوتیپ فلفل-تند در شش منطقه کشور اتیوپی با هدف تعیین همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی و بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات برروی عملکرد میوه (تجزیه علیت)، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بررسی شدند. نتایج حاصل بیانگر بالاتر بودن ضرایب همبستگی ژنوتیپی نسبت به ضرایب همبستگی فنوتیپی بود و در تجزیه علیت صفات وزن خشک، میانگین طول میوه، قطر میوه و میانگین تعداد میوه در بوته بیشترین تأثیر مستقیم را بر روی صفت عملکرد داشتند (Shumbulo *et al.*, 2017).

ایران از جمله مناطق دارای تنوع از نظر گیاه فلفل می‌باشد ولی متاسفانه تاکنون کارهای اصلاحی محدودی در مورد این گیاه در ایران صورت گرفته و توده‌های بومی موجود در معرض فرسایش ژنتیکی قـرارگرفته‌اند. عملکرد و بالاخص عملکرد قابل‌عرضه به بازار در توده‌های داخلی پایین است؛ چراکه توده‌های داخلی دارای میوه‌های یکنواخت نیستند. به‌علاوه محصول توده‌های داخلی از نظر بازار پسندی مطابق با استانداردهای جهانی نمی‌باشند و لذا قابلیت رقابت با رقم‌های خارجی را ندارند؛ بنابراین برنامه‌ریزی و انجام تحقیقات به‌نژادی و همچنین به‌زراعـی بر روی توده‌های بومی فلفل، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر می‌باشد.

تحقیقات بر روی محصول فلفل حدوداً ۸ سال قبل در بخش سبزی و صیفی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر شروع شد که در طی انجام این تحقیقات، تعداد زیادی لاین‌خالص از توده‌های محلی مهم کشور جمع‌آوری گردید. علاوه بر تهیه لاین‌های داخلی، در طی این مدت، لاین‌هایی نیز از کشورهای دیگر از جمله چین و تایوان (مرکز بین‌المللی تحقیقات سبزیجات-AVRDC) دریافت شدند (Keshavarz *et al.*, 2015). هدف از انجام این تحقیق بررسی تنوع‌ژنتیکی ژنوتیپ‌های فوق‌الذکر به‌منظور دست‌یابی به لاین‌های مناسب جهت استفاده در برنامه‌های تولید هیبرید فلفل بود. از آنجائی‌که تاکنون هیچ رقم هیبریدی در محصولات سبزی و صیفی در کشور تولید نشده و این رقم‌ها به‌طور کامل از خارج توسط شرکت‌های خصوصی وارد می‌شوند؛ انجام این تحقیق و شناسایی پتانسیل‌های اصلاحی لاین‌های فوق‌الذکر می‌تواند گامی اساسی برای تولید اولین رقم هیبرید در محصولات سبزی و صیفی کشور باشد. با توجه به این‌که محصولاتی مانند گوجه‌فرنگی و بادمجان مثل فلفل گیاهانی خودگشن و از تیره سولاناسه هستند، انتظار بر این است که تحقیق حاضر علاوه بر فلفل، زمینه را برای فعالیت بر روی این محصولات که هر ساله ارز زیادی از کشور جهت واردات بذر آن‌ها خارج می‌گردد، فراهم نماید.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی زمین

در فروردین ماه سال ۱۳۹۵ و پس از گاورو شدن در قطعه زمینی به مساحت حدوداً ۷۵۰ متر مربع (از اراضی بخش سبزی و صیفی و حبوبات آبی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذرکرج) که در پاییز

www.SID.ir

Archive of SID

شخم‌زده شده بود پس از افزودن کودهای لازم، زمین دیسک سنگین و سبک زده شد. میزان مصرف کودهای مختلف به‌شرح ذیل بود.

قبل از انتقال نشاها به زمین

۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، ۱۵۰ کیلوگرم درهکتار فسفات دی‌آمونیم، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات‌پتاسیم که استفاده از این کودها سبب تغذیه خاک با عنصر ازت (N) به‌میزان ۷۳ کیلوگرم در هکتار، عنصر فسفر (P) به‌میزان ۶۹ کیلوگرم در هکتار، عنصر پتاسیم (K) به‌میزان ۵۳-۴۷ کیلوگرم در هکتار و عنصر گوگرد (S) به‌میزان ۱۸ کیلوگرم در هکتار به‌صورت خالص شد.

بعد از انتقال نشاها به زمین: کود اوره سرک در دو مرحله (یک و دو ماه بعد از انتقال نشا) هر مرحله به‌میزان ۲۳کیلوگرم ازت (N) خالص در هکتار

محلول‌پاشی کود کامل ماکرو (NPK+TE) با نسبت ۱۰-۵۲-۱۰ به‌میزان ۵ کیلوگرم در هکتار، یک هفته بعد از انتقال نشا به‌منظور تحریک ریشه‌زایی

محلول‌پاشی کود کامل ماکرو (NPK+TE) با نسبت ۳۶-۱۲-۱۲به‌میزان ۵ کیلوگرم در هکتار، در مرحله باردهی به‌منظور تحریک میوه‌دهی

تهیه نشا

به‌منظور تهیه نشا، بذرهای لاین‌های موردنظر به‌صورت مجزا از یکدیگر و حدوداً ۸ هفته قبل از انتقال نشاها به زمین اصلی (پانزدهم اسفند)، در سینی‌های کشت حاوی پیت‌موس و پرلیت (به نسبت ۳ به ۱) در گلخانه‌ای با حرارت مناسب (۲۵ درجه سانتی‌گراد) و اعمال مراقبت‌های زراعی مطلوب، کشت و نگهداری شدند.

انتقال نشا به مزرعه

در تاریخ بیستم اردیبهشت‌ماه و هنگامی‌که نشاها دارای اندازه‌ای معادل ۱۰ الی ۱۲ سانتی‌متر (مرحله ۴ تا ۶ برگی) شدند، زمین آبیاری و انتقال نشا صورت گرفت. به این ترتیب که نشاهای مربوط به هر لاین در یک خط به‌طول ۵ متر (مجموعاً ۱۰ بوته) کشت شدند. فاصله ردیف‌های کشت ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتی‌متر بود. فاصله بین تکرارها ۱/۵ متر در نظرگرفته شد.

مواد گیاهی مورد استفاده

۲۷ لاین گزینش‌شده از توده‌های فلفل‌ایرانی (از استان‌های همدان، گیلان و سمنان)، ۲۴ لاین منتخب از کشور چین و ۱۴ لاین پیشرفته دریافتی از مرکز تحقیقات بین‌المللی سبزیجات در تایوان (AVRDC) مورد کاشت قرار گرفتند.

مراقبت‌های زراعی

مراقبت‌های زراعی شامل آبیاری، وجین، سله‌شکنی، خاک‌دهی پای بوته‌ها، کوددهی و مبارزه با آفات و بیماری‌ها در طول دوره کشت اعمال گردید. در مرحله تهیه نشا، جهت ردیابی آفاتی نظیر شته‌ها و مگس سفید از کارت‌های چسبناک زردرنگ در قسمت‌های مختلف گلخانه استفاده شد و پس از استقرار بوته‌ها در مزرعه جهت جلوگیری از بیماری بوته‌میری فلفل ناشی از قارچ فیتوفترا (Phytophthora) از قارچ‌کش پرویکورانرژی (Previcur energy) استفاده شد.

برداشت

برداشت اولین چین محصول در تاریخ بیستم تیرماه شروع و به‌فاصله حدوداً یک هفته الی ده روز چین‌های بعدی (۶ چین) برداشت شدند.

طرح آزمایشی مورد استفاده

۶۵ لاین فوق‌الذکر (جدول ۱) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت شدند.

یادداشت‌برداری صفات

عملکرد: از لاین‌های کاشته‌شده در طول دوره رشدی، شش چین محصول برداشت شد و مجموع عملکرد هر لاین به کیلوگرم در هکتار یادداشت گردید.

طول ساقه: به‌وسیله خط‌کش طول ساقه اصلی بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.

قطر ساقه: برای محاسبه قطر ساقه بر حسب میلی‌متر از کولیس استفاده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

طول و قطر میوه: جهت اندازه‌گیری طول میوه از خط‌کش و برای محاسبه قطر میوه برحسب میلی‌متر از کولیس استفاده گردید.

نسبت طول به قطر میوه: از تقسیم طول به قطر این نسبت حاصل شد و به‌عنوان ملاکی برای تعیین قطور یا نازک‌بودن میوه‌ها مورد استفاده قرار گرفت

تعداد شاخه اولیه و ثانویه: تعداد شاخه‌های اولیه با شمارش تعداد شاخه‌هایی که از ساقه اصلی منشعب شده بودند و تعداد شاخه ثانویه با شمارش تعداد شاخه‌های فرعی که از شاخه‌های اولیه انشعاب یافته بودند، به‌دست آمد. اندازه‌گیری صفات فوق حدوداً چهارماه پس از انتقال نشاها به مزرعه انجام پذیرفت.

طول و عرض برگ: برای محاسبه طول و عرض برگ برحسب سانتی‌متر از خط‌کش استفاده شد. اندازه‌گیری‌های مذکور از برگ‌های تشکیل‌شده برروی شاخه‌های قدیمی‌تر که در آنها اندازه برگ کامل بود به‌دست آمد.

ارتفاع بوته: برای به‌دست آوردن ارتفاع بوته بر حسب سانتی‌متر، حدفاصل سطح خاک تا بالاترین قسمت هوایی گیاه مدنظر قرار گرفت.

تعداد میوه در بوته: این صفت با شمارش تعداد میوه‌های پنج بوته و سپس میانگین‌گیری از آنها به‌دست آمد.

تعداد بذر در میوه: برای اندازه‌گیری این صفت، میوه‌های برداشت‌شده درآخر فصل رشد که کاملاً از نظر فیزیولوژیکی رسیده و قرمز رنگ بودند، مورد استفاده قرار گرفتند. میوه‌های هر لاین به‌صورت کاملاً مجزا از یکدیگر خشک و سپس از آنها بذرگیری شد. با شمارش تعداد بذرهای نمونه‌ها و میانگین‌گیری از آنها، متوسط تعداد بذر هر بوته از هر لاین مشخص گردید.

یادداشت‌برداری‌ها از ۵ بوته/ میوه که به‌طور تصادفی از هر تیمار انتخاب شده بودند، صورت گرفت.

در این تحقیق برای واردکردن داده‌ها و تبدیل برخی از واحدها به یکدیگر از نرم‌افزار Excel، برای تجزیه واریانس ساده، مقایسه میانگین (به‌روش توکی)، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و رگرسیون گام‌به‌گام از نرم‌افزار SAS و برای تجزیه به عامل‌ها و تجزیه خوشه‌ای (کلاستر) از نرم‌افزار spss استفاده شد. تجزیه خوشه‌ای به‌روش وارد و با استفاده از میانگین متغیرهای استانداردشده انجام شد به‌طوری‌که مربع فاصله اقلیدسی به‌عنوان معیار تشابه مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۱. لاین‌های مورد استفاده در آزمایش
Table 1. Lines used in the experimnt

Row	Line no	Origin	Row	Line no	Origin
1	13-2	China	34	CO567	Taiwan (AVRDC)
2	13-7	China	35	13-9	China
3	9907	Taiwan (AVRDC)	36	13-6	China
4	3-4	Semnan province (Foroomad)	37	3-22	Semnan province (Foroomad)
5	13-5	China	38	1-25	Semnan province (Ghaleh bala)
6	8-10	Hamedan province	39	8-16	Hamedan province
7	12-2	China	40	AVPP9913	Taiwan (AVRDC)
8	AVRDC108	Taiwan (AVRDC)	41	3-6	Semnan province (Foroomad)
9	3-19	Semnan province (Foroomad)	42	3-23	Semnan province (Foroomad)
10	9901	Taiwan (AVRDC)	43	13-17	China
11	56075	Taiwan (AVRDC)	44	12-19	China
12	3-30	Semnan province (Foroomad)	45	3-15	Semnan province (Foroomad)
13	4-13	Semnan province (Baram)	46	6-5	Guilan province (Somehsara)
14	3-34	Semnan province (Foroomad)	47	13-3	China
15	3095	Taiwan (AVRDC)	48	12-15	China
16	0013	Taiwan (AVRDC)	49	3-13	Semnan province (Foroomad)
17	8-24	Hamedan province	50	3-5	Semnan province (Foroomad)
18	99115	Taiwan (AVRDC)	51	12-29	China
19	3-2	Semnan province (Foroomad)	52	12-7	China
20	13-13	China	53	12-21	China
21	12-13	China	54	12-16	China
22	13-12	China	55	97-b-Link	Taiwan (AVRDC)
23	SH	Semnan province (Ghaleh bala)	56	3-25	Semnan province (Foroomad)
24	3-9	Semnan province (Foroomad)	57	13-11	China
25	3-3	Semnan province (Foroomad)	58	3-35	Semnan province (Foroomad)
26	12-1	China	59	12-23	China
27	2-15	Semnan province (Khankhodi)	60	12-11	China
28	AVPP0073	Taiwan (AVRDC)	61	6-24	Guilan province (Somehsara)
29	9801	Taiwan (AVRDC)	62	6-26	Guilan province (Somehsara)
30	96075	Taiwan (AVRDC)	63	12-3	China
31	1-24	Semnan province (Ghaleh bala)	64	302	Taiwan (AVRDC)
32	12-6	China	65	12-17	China
33	3-29	Semnan province (Foroomad)			

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مختلف در لاین‌های مورد بررسی در جداول دو الی چهار آورده شده است. همان‌طور که در جداول مذکور مشاهده می‌گردد، اثر لاین در سطح احتمال یک درصد در تمامی صفات معنی‌دار شده، که این موضوع نشان داد که ژنوتیپ‌ها از لحاظ تمامی صفات تحت مطالعه دارای تفاوت معنی‌دار بودند. Bagheri *et al.* (2017) نیز در تحقیقی مشابه بر روی فلفل در صفات ارتفاع گیاه، عملکرد، طول میوه، عرض میوه و قطر ساقه اختلاف معنی‌داری را مشاهده کردند که با نتیجه تحقیق حاضر مطابقت داشت.

مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. نتایج حاصل بیانگر برتری لاین‌های ۳۰۹۵، ۱۹-۱۲، ۱۲-۱۳، ۲۶-۶، ۱۹-۳، ۲۶-۶ و ۱-۱۲، ۹-۱۳، ۱۵-۱۲، ۲۹-۳، ۹۹۱۳، ۰۰۱۳ و ۹۶۰۷۵ به‌ترتیب از لحاظ صفات عملکرد میوه تر، طول ساقه، قطر ساقه، طول میوه، قطر میوه، نسبت طول به قطر میوه، تعداد شاخه اولیه، تعداد شاخه ثانویه، طول و عرض برگ، ارتفاع بوته، تعداد میوه در بوته و تعداد بذر در میوه بود (داده‌ها درج نشده‌اند).

جهت درک روابط داخلی صفات و تعیین گروهی متغیرهای با بیشترین همبستگی، از تجزیه به عامل‌ها با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و چرخش عامل‌ها به‌روش وریماکس استفاده شد. برای تهیه ماتریس ضرایب عاملی، آن تعداد از عامل‌ها که ریشه‌ی مشخصه آنها بزرگ‌تر از یک بود، انتخاب شدند. در هر عامل اصلی ضرایب عاملی بزرگ‌تر از ۰/۵ به‌عنوان عامل‌های معنی‌دار در نظر گرفته شدند. نتایج این تجزیه بر کلیه صفات مورد مطالعه در جدول پنج آورده شده است. در این تجزیه چهار عامل مستقل از هم مجموعاً ۷۴/۰۷ درصد از تغییرات را توجیه نمودند. عامل اول با توجیه ۳۴/۲۵ درصد از تغییرات و مقدار ویژه‌ای معادل ۴/۴۵ شامل ضرایب عاملی مثبت و معنی‌دار برای صفات قطر میوه، طول و عرض برگ وتعداد بذر بود و لذا به‌عنوان عامل بازارپسندی محصول نامیده شد. عامل دوم ۱۷/۰۸ درصد از تغییرات را توجیه نمود و مقدار ویژه‌ای برابر با ۲/۲۲ داشت. ضرایب عاملی مثبت و معنی‌دار برای این عامل مشتمل بر صفات طول ساقه و تعداد شاخه اولیه و ثانویه بود و عامل کانوپی بوته نامگذاری شد. ضرایب عاملی مثبت و معنی‌دار برای عامل سوم که تبیین‌کننده ۱۲/۴۰ درصد از تغییرات بود و ریشه مشخصه آن برابر با ۱/۶۱ برآورد گردید، شامل صفات عملکرد میوه، قطر ساقه و تعداد میوه بود و بنابراین به‌عنوان عامل عملکرد نامیده شد. عامل چهارم با توجیه ۱۰/۳۳ درصد از تغییرات و داشتن ریشه مشخصه‌ای برابر با ۱/۳۴ دارای ضرایب عاملی مثبت و معنی‌دار برای صفات قطر ساقه، طول برگ و ارتفاع بود و به عنوان خصوصیات مورفولوژیک گیاه نام‌گذاری شد.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس صفات عملکرد، طول ساقه، قطر ساقه، طول میوه و قطر میوه در لاین‌های فلفل مورد مطالعه

Table 2. Analysis of variance of Yield, Stem length, Stem diameter, Fruit length and Fruit diameter in studied lines

SOV	df	MS				
		Yield (kg/ha^{-1})	Stem length (cm)	Stem diameter (cm)	Fruit length (cm)	Fruit diameter (cm)
Rep	2	7736789	8.81	0.21**	1.42*	0.02
Line	64	38021282**	32.02**	0.08**	2.44**	0.83**
Error	128	3129601	3.18	0.02	0.30	0.02
Cv (%)		15.6	13.42	14.27	8.37	12.55

*, **: Significant at 5% and 1% of probability level, respectively. * و **: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد.

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس صفات نسبت طول به قطر میوه، تعداد شاخه اولیه و ثانویه و طول و عرض برگ در لاین‌های فلفل مورد مطالعه

Table 3. Analysis of variance of Ratio of length/ diameter, No of early branch, No of secondary branch, Leaf length and Leaf width in studied lines

SOV	df	MS				
		Ratio of length/ diameter (cm)	No of early branch	No of secondary branch	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)
Rep	2	2.26	2.77*	14.10**	0.002	0.67*
Line	64	21.20**	5.93**	22.69**	1.67**	0.69**
Error	128	0.89	0.75	2.85	0.47	0.14
Cv (%)		16.45	14.71	14.06	11.46	13.85

*, **: Significant at 5% and 1% of probability level, respectively. * و **: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس صفات ارتفاع بوته، تعداد میوه در بوته و تعداد بذر در میوه در لاین‌های فلفل مورد مطالعه
Table 4. Analysis of variance of Plant height, No of fruits per plant and No of seed per plant in studied lines

SOV	df	MS		
		Plant height (cm)	No of fruits per plant	No of seed per plant
Rep	2	25.09	51.01*	3833.90**
Line	64	137.78**	379.68**	8146.38**
Error	128	40.31	14.42	201.86
Cv (%)		12.44	15.35	10.61

*, **: Significant at 5% and 1% of probability level, respectively. * و **: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد.

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها مشخص شد که گزینش بر مبنای مؤلفه‌ی اول منجر به انتخاب لاین‌هایی با خصوصیات بازارپسندی مطلوب میوه می‌شود؛ به‌عبارت دیگر این عامل قادر است که گروه‌بندی خوبی بین ژنوتیپ‌ها از نظر خصوصیات مرتبط با بازارپسندی محصول ایجاد نموده و لاین‌های با خصوصیات بازارپسندی مطلوب را از لاین‌های غیر بازارپسند تفکیک نماید. عامل دوم 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 می‌باشند. در واقع گزینش بر مبنای این عامل در مناطق گرم همچون استان‌های خوزستان و فارس می‌تواند حائز اهمیت باشد. زیرا که داشتن کانوپی بیشتر علاوه بر این‌که با ایجاد سایه تا حدودی از اثرات سوء گرما بر محصول تولیدی می‌کاهد، موجب کمترشدن تبخیر از سطح خاک و صرفه‌جویی در میزان مصرف آب نیز می‌گردد. عامل سوم مرتبط با عملکرد بوده و گزینش برمبنای این مؤلفه می‌تواند منتج به گزینش لاین‌هایی شود که ضمن برخورداری از بوته‌هایی قوی‌تر، از عملکرد قابل‌قبولی نیز برخوردار باشند. گزینش بر مبنای عامل چهارم نیز می‌تواند تقریباً نتایجی مشابه با عامل دوم عاید نماید.

نتیجه‌گیری کلی از تجزیه به عامل‌ها حاکی از اهمیت بیشتر عامل‌های اول و سوم نسبت به دو عامل دیگر بود. زیرا که در محصولات سبزی و صیفی و از جمله فلفل، عملکرد و خصوصیات مربوط به بازارپسندی نسبت به سایر ویژگی‌ها اهمیت بسیار بیشتری دارند. Keshavarz *et al.* (2015) و Zatyko (1992) قبلاً در تحقیقات خود بر روی فلفل به اهمیت خصوصیات مرتبط با شکل میوه (بازارپسندی) در انتخاب ژنوتیپ‌های برتر این محصول اشاره کرده بودند. توجه به وزن میوه (عملکرد) در گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و گزینش لاین‌های برتر نیز قبلاً توسط برخی محققین گزارش شده است (Zewdiel & Zeven, 1997; Testoni *et al.*, 1983).

نتایج حاصل از گروه‌بندی ژنوتیپ‌های فلفل با استفاده از روش Ward وبر اساس تمامی صفات مورد مطالعه در شکل یک به‌صورت دندروگرام ترسیم شده است. بر اساس خط برش، تیمارها در شش گروه مختلف طبقه‌بندی شدند. Bagheri *et al.* (2017) نیز در تجزیه کلاستر تعدادی از ژنوتیپ‌های فلفل، از شش خوشه برای گروه‌بندی تیمارها استفاده کردند که با نتیجه تحقیق حاضر مطابقت داشت.

به‌طورکلی تجزیه خوشه‌ای 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، افراد مناسب را برای تلاقی گزینش نمود. بدیهی است که هر چه تفاوت افراد از نظر ژنتیکی با یکدیگر بیشتر بوده و فاصله بیشتری از هم داشته باشند، هتروزیس بیشتری قابل‌انتظار خواهد بود. همان‌طور که قبلاً هم اشاره شد، هدف این تحقیق گزینش ژنوتیپ‌های برتر جهت انجام تلاقی به‌منظور تولید هیبرید بود؛ بنابراین تعیین فاصله ژنتیکی لاین‌ها از اهمیت بالایی جهت نیل به هدف موردنظر برخوردار بود. همان‌طورکه در شکل یک ملاحظه می‌گردد، نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای تا حد زیادی با مناطق جغرافیایی پراکنش لاین‌ها و همچنین با صفاتی همچون عملکرد و خصوصیات مورفولوژیک مرتبط با بازارپسندی محصول هم‌خوانی

www.SID.ir

Archive of SID

داشته است. به‌عنوان مثال درگروه پنجم که تنها متشکل از ۳ ژنوتیپ می‌باشد (۳۰۹۵، ۰۰۱۳ و ۹۹۰۷)، تمامی لاین‌ها متعلق به مرکز تحقیقات بین‌المللی سبزیجات (تایوان) بوده و هر سه این لاین‌ها از میانگین عملکرد بالایی برخوردار بودند؛ بنابراین به‌نظر می‌رسد که استفاده از افراد این گروه جهت نیل به تولید هیبریدهایی با عملکرد بالا، می‌تواند مفید باشد و یا در گروه چهارم تمامی لاین‌ها (به‌جز لاین شماره ۲۴-۶) متعلق به کشور چین و مرکز تحقیقات بین‌المللی سبزیجات (تایوان) می‌باشند. از آنجائی‌که درمرکز تحقیقات بین‌المللی سبزیجات (AVRDC) جمع‌آوری لاین‌ها از تمای نقاط دنیا صورت می‌گیرد، می‌توان این‌طور استنباط نمود که احتمالاً منشأ تمامی این ژنوتیپ‌ها از کشور چین بوده است. لاین‌های قرار گرفته در این خوشه، از لحاظ شکل ظاهری هیچ‌کدام در زمره فلفل‌های قطور نبودند؛ بنابراین اگر هدف در تلاقی‌های بعدی دست‌یابی به فلفل‌هایی با قطر نازک و یا نسبتاً نازک باشد، استفاده از ژنوتیپ‌های این خوشه می‌تواند مفید باشد. در خوشه اول، اکثر لاین‌هایی که قرار گرفته‌اند دارای تیپ قطور یا نسبتاً قطور بوده و بخش زیادی از آنها منشأ گرفته از منطقه فرومد استان سمنان هستند. همبستگی بین فلفل‌های قرارگرفته در سایر گروه‌ها از نظر مناطق جغرافیایی و سایر خصوصیات مرتبط با صفات مورفولوژیک گیاه نیز کم‌وبیش دیده می‌شود.

رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیه مسیر

نتایج به‌دست‌آمده در مورد همبستگی بین صفات در آزمایش‌های مختلف می‌تواند متضاد باشد. بدین معنی که ارتباط بین دو صفت در آزمایشی مثبت و معنی‌دار و در آزمایشی مشابه دیگر در منطقه‌ای دیگر منفی و معنی‌دار گزارش می‌شود. با توجه به این‌که ماهیت روابط بین اجزا صرفاً ژنتیکی نبوده و از محیطی به محیط دیگر تغییر می‌یابد، به‌همین دلیل ممکن است در آزمایش‌ها نتایج متفاوت نیز گزارش شود (Ahmadi *et al.*, 2014). با توجه به این‌که معنی‌دار بودن همبستگی ساده بین صفات نمی‌تواند دلیل کافی بر وجود پدیده علت و معلولی باشد، بنابراین برای تعیین میزان اثرات مستقیم و غیرمستقیم از مدل رگرسیون گام‌به‌گام استفاده گردید. برای تشکیل معادله رگرسیونی در این مدل رگرسیون، عملکرد به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به‌عنوان متغیرهای مستقل مورد مطالعه قرار گرفتند. بر این اساس، صفات کم‌تأثیر یا بی‌تأثیر از مدل حذف گردیدند و سه صفت قطر ساقه، طول ساقه و تعداد میوه در بوته به‌عنوان مؤثرترین صفات بر عملکرد میوه تعیین شدند (جدول۶). به‌منظور آگاهی از نحوه تأثیر صفاتی که از طریق رگرسیون گام‌به‌گام وارد معادله نهایی شدند از روش تجزیه همبستگی (تجزیه علیت) استفاده شد (جدول ۷).

همان‌طورکه در جدول فوق ملاحظه می‌گردد، صفت قطر ساقه اولین صفتی بود که وارد مدل شد و ۱۷/۹۹ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نمود. پس از آن صفات طول ساقه و تعداد میوه در بوته وارد مدل شدند و مجموعاً ۳۳/۶۳ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نمودند. با توجه به نتایج رگرسیون گام‌به‌گام می‌توان انتخاب را در شرایط این آزمایش بر اساس سه صفت فوق‌الذکر مناسب‌تر دانست. به‌عبارت دیگر می‌توان گفت در پروژه‌های اصلاحی فلفل گزینش بر اساس سه صفت قطر ساقه، طول ساقه و تعداد میوه در بوته می‌تواند منجر به افزایش عملکرد میوه تر شود. Ghazizadeh *et al.* (2009) در تحقیقی بر روی فلفل بر اساس نتایج حاصل از رگرسیون گام‌به‌گام، صفات عرض میوه، ضخامت دیواره میوه، طول و عرض برگ و طول میوه را به‌عنوان مؤثرترین صفات در توجیه عملکرد تر میوه معرفی نمودند که این یافته با نتیجه تحقیق حاضر مغایرت داشت. Rego *et al.* (2009) قبلاً در تحقیقات خود بر روی فلفل، به ارتباط بین طول ساقه و عملکرد تر میوه اشاره کرده بودند که با نتیجه تحقیق حاضر مطابقت داشت.

جهت ارزیابی اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات واردشده در مدل رگرسیونی بر عملکرد میوه تر، تجزیه علیت انجام شد (جدول ۷). قطر ساقه اثر مستقیم و مثبت بالایی را با عملکرد داشت (۳۶/۹ درصد) و اثر غیرمستقیم آن از طریق طول ساقه (۲/۸ درصد) و تعداد میوه در بوته (۱۴/۶ درصد) بود. طول ساقه اثر مستقیم منفی (۲۹/۵- درصد) روی عملکرد داشت و اثر غیرمستقیم آن از طریق قطر ساقه و تعداد میوه در بوته ناچیز و منفی بود (به ترتیب ۲/۳- و ۱- درصد).

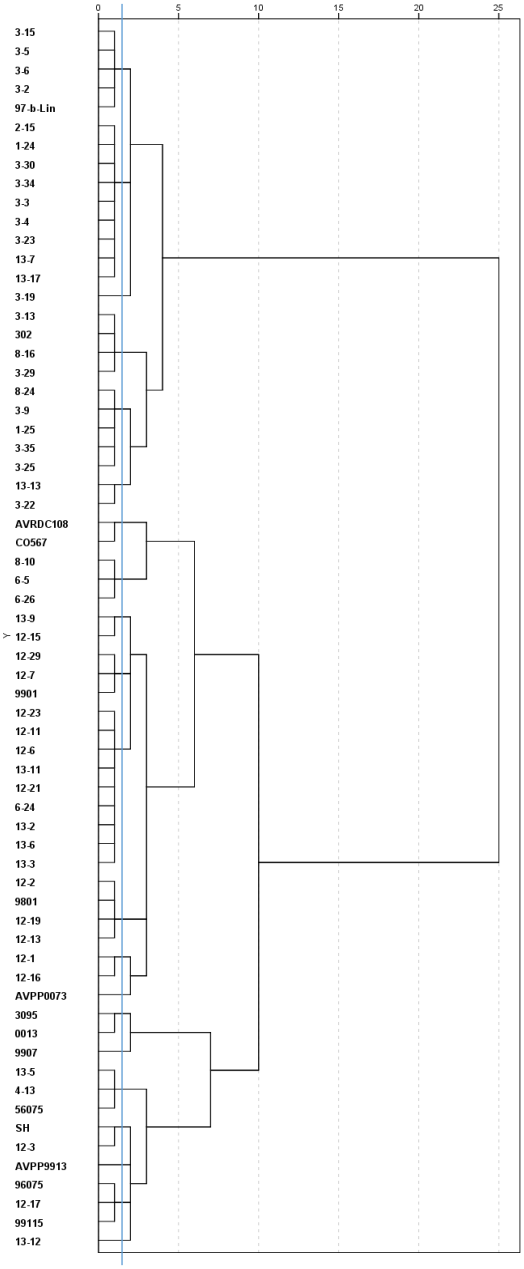
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. نتیجه تجزیه به عامل‌های اصلی در لاین‌های فلفل مورد مطالعه

Table 5. Results of principle component Analysis in the studied pepper lines

Traits	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Communalities
Yield	0.224	-0.016	0.826	0.032	0.733
Stem length	-0.247	0.588	-0.379	0.386	0.699
Stem diameter	-0.036	0.091	0.628	0.523	0.678
Fruit length	-0.788	-0.110	0.165	0.112	0.673
Fruit diameter	0.808	-0.238	0.111	-0.157	0.747
Ratio of length/ diameter	-0.951	0.074	0.017	0.058	0.914
No of early branch	-0.119	0.912	0.105	0.006	0.857
No of secondary branch	-0.106	0.887	0.175	0.026	0.830
Leaf length	0.549	-0.366	0.016	0.589	0.781
Leaf width	0.702	-0.319	-0.042	0.496	0.842
Plant height	-0.174	0.207	0.158	0.792	0.725
No of fruits per plant	-0.416	0.220	0.679	0.045	0.684
No of seed per plant	0.565	-0.316	0.182	0.115	0.465



شکل ۱. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۶۵ ژنوتیپ فلفل بر اساس ۱۳ صفت مورد مطالعه

Figure 1. The dendrogram of cluster Analysis of 65 pepper genotypes basis on 13 studied traits

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶. تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام صفت عملکرد (متغیر وابسته) و سایر صفات (متغیرهای مستقل)

Table 6. Step wise regression Analysis of yield (dependent variable) and other traits (independent variables)

Step	Variable entered	Parameter estimate	Standard error	Partial R-square	Cumulative R-square	F value
1	Stem diameter	5141.30	2498.16	17.99	17.99	13.82**
2	Stem length	-273.19	124.65	8.62	26.61	7.29**
3	No of fruits per plant	96.99	37.00	7.02	33.63	6.72*
	Intercept	-1830.77	3582.04			

*, **: Significant at 5% and 1% of probability levels, respectively. * و **: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۷. تجزیه ضرایب همبستگی صفات به اثرات مستقیم و غیرمستقیم برای عملکرد (تجزیه علیت)

Table 7. Correlation coefficients Analysis to direct and indirect effects for yield (PATH Analysis)

Trait	Direct effect	Indirect effect			Correlation coefficients with Yield	Sum of effects
		X1	X2	X3		
X1= Stem diameter	0.369	…….	0.028	0.146	0.424**	0.543
X2= Stem length	-0.295	-0.023	……..	-0.010	-0.260*	-0.328
X3= No of fruits per plant	0.197	0.078	0.006	……..	0.333**	0.281

*, **: Significant at 5% and 1% of probability levels, respectively. * و **: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

اثر مستقیم تعداد میوه در بوته بر عملکرد میوه تر مثبت و معادل ۱۹/۷ درصد برآورد شد. اثر غیرمستقیم این صفت از طریق قطر و طول ساقه به‌ترتیب برابر با ۷/۸ و ۰/۰۰۶ درصد به‌دست آمد. هر دوی این اثرات غیرمستقیم هم مثبت بودند. در ضمن این صفات با عملکرد میوه تر نیز دارای همبستگی بوده و با نتایج حاصل از رگرسیون گام‌به‌گام منطبق بودند (جدول ۶). نتیجه‌گیری حاصل از تجزیه علیت حاکی از این موضوع بود که صفت قطر ساقه نسبت به دو صفت دیگر تأثیر بیشتری بر روی عملکرد میوه داشته و توجه به اثر مستقیم این صفت، نتیجه بهتری را در گزینش لاین‌های پرمحصول عاید می‌سازد. پس از صفت قطر ساقه، صفت طول ساقه به‌صورت منفی بیشترین اثر مستقیم را بر روی عملکرد داشت. به‌عبارت دیگر بوته‌های با طول ساقه کمتر عملکرد بهتری داشتند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از دو صفت فوق، به‌نظر می‌رسد هر چه ارتفاع ساقه اصلی گیاه کوتاه‌تر و قطر ساقه بیشتر باشد، انتقال مواد غذایی به قسمت‌های هوایی گیاه بهتر صورت می‌گیرد و استحکام بوته‌ها نیز در خاک بهتر می‌شود که در نهایت این دو عامل باعث افزایش عملکرد می‌شوند. صفت تعداد میوه در بوته نسبت به دو صفت دیگر اثر مستقیم کمتری بر روی عملکرد داشت. علت کمتربودن اثر این صفت بر روی عملکرد را می‌توان این‌گونه توجیه نمود که به‌طور کلی فلفل از جمله محصولاتی است که در آن میوه‌ها از لحاظ شکل و اندازه بسیار متنوع هستند. در بعضی ژنوتیپ‌ها اندازه میوه‌ها بزرگ و قطور بوده و در برخی دیگر میوه‌ها کوچک و ریز هستند. بدیهی است که میوه‌های بزرگ‌تر نسبت به میوه‌های نازک و کوچک از وزن بیشتری برخوردار می‌باشند. به‌عبارت دیگر ممکن است از بوته‌ای با تیپ میوه‌های قطور و بزرگ تعداد کمی میوه برداشت شود ولی وزن این میوه‌ها از بوته‌ای دیگر که دارای تعداد زیادی میوه نازک و کوچک بوده، بیشتر باشد. بنابراین می‌توان گفت با توجه به این‌که در این تحقیق وزن میوه‌ها ملاک تعیین عملکرد بود، علت تأثیر مستقیم کمتر این صفت بر روی عملکرد میوه تر، متفاوت‌بودن اندازه میوه‌ها بوده است. Munchi *et al.* (2000) در تحقیقی بر روی فلفل قبلاً به اثر مثبت و مستقیم صفت تعداد میوه در بوته بر روی عملکرد میوه تر اشاره کرده بودند که این یافته با نتیجه تحقیق حاضر هم‌راستا بود.

همان‌طوری که در جدول ۷ ملاحظه می‌گردد، اثر غیرمستقیم تمامی صفات به‌جز اثر صفت تعداد میوه در بوته از طریق قطر ساقه (۱۴/۶ درصد) قابل‌توجه نبود؛ لذا جهت گزینش، به‌جز در صفت قطر ساقه که در آن شاید بهتر باشد که به اثر غیرمستقیم صفت تعداد میوه در بوته هم توجه کرد، در سایر صفات، باید فقط اثرات مستقیم صفات مدنظر قرار گیرند.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به‌دست آمده از تجزیه‌های بالا نتیجه‌گیری می‌شود که قرار گرفتن ژنوتیپ‌های مطالعه‌شده در گروه‌های متفاوت، نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی است که می‌توان از این تنوع برای برنامه‌های اصلاحی استفاده کرد. در تجزیه به عامل‌های اصلی و تجزیه کلاستر، طیف وسیعی از تنوع صفات چه از لحاظ عملکرد و چه از لحاظ خصوصیات مرتبط با بازارپسندی مشاهده شد. با توجه به این‌که تفکیک صفات تقریباً در خوشه‌ها انجام شده است، انتخاب والدین تلاقی‌ها از خوشه‌های مختلف جهت انجام عمل هیبریداسیون می‌تواند نویدبخش تولید رقم‌های هیبرید با عملکرد قابل‌قبول و خصوصیات بازارپسندی مورد نظر باشد. با توجه به این‌که عملکرد، صفتی کمی بوده و به‌شدت تحت‌تأثیر محیط قرار می‌گیرد، به‌نظر می‌رسد که گزینش مستقیم لاین‌هایی که دارای بیشترین میزان عملکرد بودند، چندان منطقی نباشد، به‌همین دلیل جهت تعیین صفاتی که بیشترین تأثیر را بر روی عملکرد داشتند، از رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیه علیت استفاده شد. نتیجه حاصل از تجزیه علیت موید تأثیر مستقیم سه صفت قطر ساقه، طول ساقه و تعداد میوه در بوته بر روی عملکرد بوده و تأثیر غیرمستقیم این صفات چندان قابل‌توجه نبود.

سپاسگزاری

از ریاست و معاونت محترم پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و همچنین از رئیس محترم بخش تحقیقات سبزی‌های زراعی و حبوبات آبی مؤسسه، جهت فراهم‌کردن امکانات لازم این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

1. Ahmadi, A., Hossenipour, T. & Soltani, M. (2014). The effect of plant density on yield and its components in three rain fed barley cultivars. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 102, 131-140. (in Farsi)
2. Bagheri, G., Zahedi, B., Darvishzadeh, R. & Hajiali, A. (2017). Study of morphological and physiological diversity of some sweet peppers (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Horticultural Science*, 31(1), 140-157. (in Farsi)
3. Everett, T. H. (1984). *Encyclopedia of Horticulture*. The New York Botanical Garden Illustrated. Vol. 1-10. Garland Publishing, Inc. New York, U.S.A. 704P.
4. Falconer, D. & Mackay, F. C. (1996). *Introduction to quantitative genetics*. Longman Group Ltd, 464P.
5. FAOSTATE. (2017). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. http://faostat.fao.org/site/
6. Geleta, L. F., Labuschage, M. T. & Viljoen, C. D. (2004). *Genetic variability in pepper (capsicum annuum L.) estimated by morphological data and amplified fragment length polymorphism markers*. Department of plant sciences, University of the Free State. South Africa, 2361-2375.
7. Ghazizadeh, S., Hasani, M. A., Mohammadi, A. & Bahramirad, M. (2010). Genetic variation in pepper genotypes (*Capsicum* spp.) using morphological traits. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 41(1), 71-82. (in Farsi)
8. 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*, 31-1 (3) 403-419. (in Farsi)
9. Madoşă, 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.
10. McPherson, M. A., Good, A. G., Topinka, A. K. C. & Hall, L. M. (2004). Theoretical hybridization potential of transgenic safflower (*Carthamus tinctorius* L.) weedy relatives in the New World. *Canadian Journal of Plant Science*, 84, 923-934.
11. Mohammadi, S. A. & Prasanna, B. M. (2003). Analysis of genetic diversity in crop plants- Salient statistical tools and considerations. *Crop Science*, 43, 1235-1248.
12. Munchi, A. D., Behera, T. K. & Singh, G. (2000). Correlation and path coefficient analysis in chilli. *Indian Journal of Horticulture*, 11, 93-97.
13. Peyvast, G. H. (2005). *Vegetables*. (3rd ed.). Daneshpazir Pub. Rasht. 487P. (in Farsi).
14. Rego, E. R., Rego, M. M., Finger, F. L., Cruz, C. D. & Casali, D. A. (2009). Diallel study of yield components and fruit quality in chilli pepper (*Capsicum baccatum*). *Euphytica*, 168 (2), 275-287.

www.SID.ir

Archive of SID

15. Rice, R. P., Rice, L.W. & Tindall, H. D. (1994). *Fruit and vegetable production in warm climates*. *The* Macmillan Prees Ltd. London, England.
16. Sasu, L., Madoşă, 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* var *grossum*) local landraces. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 17 (2), 285-289.
17. 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.* Advances in Crop Science and Technology. 5: 3.
18. Singh, V., Pande, P. C. & Jain, D. K. (1997). *A textbook of botany, angiosperms*. Rastogi publications, India.
19. Testoni, A., Eccher Zerbini, P. & Sozzi, A. (1983). Objective quality evaluation of fruit of some sweet pepper varieties for fresh consumption. In P. Belletti, M.O. Nassi and L. Quagliotti (Eds.) *Capsicum newsletter Num2*. Turin. *Institute of Plant Breeding and Seed Production*. 73-74.
20. 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.
21. Zatyko, L. (1992). Changes in the sweet pepper varietal assortment caused by the incorporation of new characters. *Plant Breeding Abstracts*, 62, 39-44.
22. Zewdiel, Y. & Zeven, A. C. (1997). Variation in Yugoslavian hot pepper (*Capsicum annuum* L.) accessions. *Euphutica*, 97, 81-89.

www.SID.ir