

## بررسی تنوع ژنتیکی برخی ارقام توت فرنگی ایران با استفاده از ویژگی‌های مورفولوژیک

حسینعلی اسدی قارنه<sup>۱</sup>، کاظم ارزانی<sup>۲\*</sup>، عبدالعلی شجاعیان<sup>۳</sup>، احمدرضا گل‌پرور<sup>۴</sup> و ناصر صباغ‌نیا<sup>۵</sup>

۱- دانشجوی دکتری علوم باغبانی دانشگاه تربیت مدرس

۲- نویسنده مسوول: استاد گروه علوم باغبانی دانشگاه تربیت مدرس (arzani\_k@modares.ac.ir)

۳- استادیار گروه علوم باغبانی دانشگاه تربیت مدرس

۴- دانشیار گروه اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)

۵- استادیار گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه

تاریخ پذیرش: ۹۲/۷/۳

تاریخ دریافت: ۹۱/۷/۹

### چکیده

توت فرنگی یکی از مهم‌ترین میوه‌های ریز جهان و ایران به شمار می‌آید. برای انجام برنامه‌های به‌نژادی این گیاه در ایران، شناسایی ارقام برتر با توجه به ویژگی‌های آن‌ها مورد نیاز است. به منظور ارزیابی صفات مورفولوژیک ارقام توت فرنگی موجود در کشور، گیاهچه‌های دختری ۱۵ رقم توت فرنگی تجاری در گلخانه با شرایط کنترل شده و سیستم هیدروپونیک کشت شدند. تنذیه گیاهان با استفاده از فرمول اختصاصی مورگان برای توت فرنگی انجام شد. پس از رشد رویشی و زایشی گیاهان مورد آزمایش، صفات کمی و کیفی آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس بیانگر اختلاف معنی‌دار بین ارقام از نظر تمامی صفات مورد مطالعه بود. میانگین بعضی صفات مورد ارزیابی از جمله تعداد برگ، تعداد طوقه جانبی، تعداد روندک و تعداد خوشه گل در هر بوته به ترتیب ۱۱/۱۸، ۴/۸۱، ۹ و ۲/۸۹ عدد بودند. دامنه عملکرد ارقام در دوره شش ماهه آزمایش بین ۴۵/۸۳ تا ۳۲۲/۹ گرم میوه در هر بوته متفاوت بود. عملکرد ۴ رقم آلیسو، سلوا، پاروس و گاویوتا بیش از ۲۵۰ گرم در هر بوته بود، در حالی که ارقام بلاک مور، فرزنو و کردستان کمتر از ۱۰۰ گرم میوه در هر بوته تولید کردند. مقدار سفتی بافت میوه نیز نشان داد که میوه‌های کاماروزا با سفتی معادل ۷ نیوتن، نسبت به سایر ارقام از سفتی بافت بیشتری برخوردار بودند. در تجزیه به عامل‌ها، صفات در ۷ عامل اصلی و مستقل قرار گرفتند که در مجموع ۹۰/۲۴ درصد واریانس کل را توجیه کردند و ۱۴ صفت را شامل شدند. همچنین ارقام مورد بررسی بر اساس تجزیه خوشه‌ای در ۷ گروه مجزا قرار گرفتند. گروه چهارم از لحاظ میانگین برخی صفات اندازه‌گیری شده بالاتر از میانگین کل قرار گرفت. رقم‌های کردستان و سکویا نیز هر کدام در یک گروه مجزا قرار گرفتند. بر اساس نتایج به دست آمده، ارقام توت فرنگی مورد مطالعه از نظر صفات مورد بررسی دارای تنوع بالایی بوده و بنابراین برای استفاده در برنامه‌های به‌نژادی توت فرنگی در ایران دارای اهمیت می‌باشند.

**کلید واژه‌ها:** توت فرنگی، تنوع ژنتیکی، ارقام تجاری، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه عامل‌ها

### مقدمه

شرایط آب و هوایی کاشته می‌شود (گالتا و بریگهارست<sup>۱</sup>، ۱۹۹۱) و به خوبی با شرایط محیطی متفاوت سازگاری یافته و در اقلیم‌های معتدله،

توت فرنگی (*Fragaria × ananassa* Duch.) گیاهی علفی و دائمی از خانواده رزاسه است. توت فرنگی از جمله میوه‌هایی است که در دامنه وسیعی از

ارزیابی‌ها در سطح فنوتیپی علاوه بر کاربرد در زمینه طبقه‌بندی گیاهان می‌تواند به مدیریت کلکسیون‌های گیاهی، تأیید هویت نمونه‌ها، تشخیص اشتباهات در شناسایی ارقام، تعیین روابط فنوتیپی بین دورگ‌ها و والدین آن‌ها و نیز در اصلاح کلاسیک<sup>۷</sup> برای شناسایی گونه‌ها و واریته‌ها به کار رود (نیلسون و لوول<sup>۸</sup>، ۲۰۰۰). شناسایی ارقام توت فرنگی بر اساس نشانگرهای مورفولوژیکی؛ شامل ثبت ویژگی‌هایی مانند عادت رشد بوته، صفات مربوط به برگ، گل و میوه می‌باشد (دال<sup>۹</sup>، ۱۹۹۶). در کشور آرژانتین از صفات مورفولوژیکی و نشانگرهای مولکولی برای شناسایی ارقام توت فرنگی استفاده شده است. در این پژوهش بر اساس صفات مورفولوژیکی، ارقام اصلی توت فرنگی در ۶ گروه مجزا قرار گرفتند (گارسیا و همکاران<sup>۱۰</sup>، ۲۰۰۲). هاریسون و همکاران<sup>۱۱</sup> (۱۹۹۷) با توجه به ویژگی‌های مورفولوژیکی توت فرنگی‌های شمال آمریکا، زیرگونه‌های *F. virginiana* را بر اساس زادگاه و منشأ آن‌ها گروه‌بندی کردند. در کشور نیوزلند رقم‌های توت فرنگی به‌طور ویژه به وسیله ارزیابی صفات مورفولوژیکی مشخص می‌شوند. مطالعه انجام شده در آکلند<sup>۱۲</sup> نشان داد که در بین بیشتر صفات مورفولوژیکی مورد ارزیابی، تفاوت معنی‌داری وجود دارد. در آن پژوهش استفاده از تجزیه خوشه‌ای و رسم نمودار درختی توانست ۱۷ رقم توت فرنگی را بر اساس ۱۴ صفت مورفولوژیکی از هم متمایز نماید (نیلسون و لوول، ۲۰۰۰). سارگنت و همکاران<sup>۱۳</sup> (۲۰۰۴) با مطالعه ۲۳ صفت کمی و کیفی مورفولوژیکی در ۱۹ توده<sup>۱۴</sup> توت فرنگی‌های دیپلوئید، ضمن ارایه شناسنامه مورفولوژیکی برای هر توده، آن‌ها را گروه‌بندی کردند. در این پژوهش بین توده‌های مورد

مدیرانه‌ای، نیمه گرمسیری و حتی در ارتفاعات مناطق گرمسیری کشت می‌شود (کاشی و حکمتی، ۱۳۷۰). توت فرنگی حدود ۱۰۰ سال قبل از کشور فرانسه وارد ایران شد (عشقی و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۷). در منطقه خاورمیانه، پس از ترکیه، ایران مهم‌ترین تولیدکننده توت فرنگی است و به دلیل شرایط اقلیمی ویژه، در آینده‌ای نزدیک می‌تواند به عنوان یکی از تولیدکنندگان مهم توت فرنگی مطرح شود (تهرانی‌فر و سرسیفی<sup>۲</sup>، ۲۰۰۲).

در حال حاضر صدها رقم توت فرنگی برای تولید تجاری در دنیا وجود داشته و به‌نژادی ارقام جدید نیز بدون وقفه دنبال می‌شود (مورگان<sup>۳</sup>، ۲۰۰۶). مهم‌ترین ارقامی که در ایران کشت و کار می‌شوند، شامل ارقام کردستان، سلوا، کامارزا، پاجرو، پارس، گاوپوتا، کوبین الیزا و آلیسو می‌باشند (عشقی و همکاران، ۲۰۰۷). بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی و پتانسیل ژرم پلاسم از دیدگاه انتخاب یا استفاده به عنوان والد در برنامه‌های به‌نژادی حائز اهمیت ویژه‌ای است (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۸). از بین این مطالعات در ایران می‌توان به پژوهش‌های انجام شده بر روی برخی از درختان میوه از قبیل انگور (فتاحی و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۰۴)، زردآلو (نجاتیان، ۱۳۸۱) و گردو (ارزانی و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۰۸) اشاره کرد.

صفات فنوتیپی جزء نخستین نشانگرها به شمار می‌آیند و از زمان‌های بسیار دور، قبل از زمانی که عمل ژن‌ها روی کروموزوم‌ها مشخص گردد، مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این روش آسان‌ترین راه برای ارزیابی مستقیم تنوع ژنتیکی در داخل و بین جمعیت‌ها، برای برآورد تفاوت‌های مورفولوژیکی بدون نیاز به ابزاری پیچیده می‌باشد (ویسینگ و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۰۵).

7 - Classic breeding  
8 - Nielso & Lovell  
9 - Dale  
10 - Garcia *et al.*  
11 - Harrison *et al.*  
12 - Auckland  
13 - Sargent *et al.*  
14 - Accessions

1 - Eshghi *et al.*  
2 - Tehranifar & Sarsaefi  
3 - Morgan  
4 - Fatahi *et al.*  
5 - Arzani *et al.*  
6 - Weising *et al.*

غذایی تهیه شده حاوی مقادیر معینی از عناصر پُر مصرف و کم مصرف بود، به این ترتیب که به مقدار ۱۸۲ قسمت در میلیون نیتروژن، ۸۲ قسمت در میلیون فسفر، ۳۰۱ قسمت در میلیون پتاسیم، ۵۸ قسمت در میلیون منیزیم، ۱۴۸ قسمت در میلیون کلسیم، ۷۷ قسمت در میلیون سولفات، ۶/۵ قسمت در میلیون آهن، ۲/۶ قسمت در میلیون منگنز، ۰/۲۵ قسمت در میلیون روی، ۰/۷ قسمت در میلیون بر، ۰/۷ قسمت در میلیون مس، ۰/۰۵ قسمت در میلیون مولیبدن از عناصر مذکور استفاده شد (مورگان، ۲۰۰۶). با توجه به مرحله رشد گیاه، میزان آبیاری برای هر گلدان روزانه بین ۱۰۰ تا ۲۵۰ میلی‌لیتر برای هر گیاه بود. pH محلول غذایی نیز روی ۵/۸ و EC نیز بین ۰/۹ تا ۱/۴ دسی زیمنس بر متر تنظیم شد.

گیاهان پس از کاشت در گلدان، برای رشد رویشی و اندازه‌گیری صفات رویشی آن‌ها در گلخانه در شرایط دمای روز  $27 \pm 5$  و دمای شب  $21 \pm 5$  درجه سانتی‌گراد و طول روز ۱۶ ساعت قرار داده شدند. پس از استقرار و رشد رویشی کامل گیاهان، جهت گل‌انگیزی خارج از فصل برای ارقام روز کوتاه مورد پژوهش، شرایط روز کوتاهی از ۲۱ اردیبهشت ماه ۱۳۹۰ به‌طور مصنوعی و با ایجاد تاریکی بوسیله پارچه سیاه از ساعت ۱۶ تا ۸ صبح روز بعد به مدت ۲۱ شبانه روز انجام شد. در طی این مدت دمای روز  $23 \pm 5$  و دمای شب  $13 \pm 5$  درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی گلخانه نیز  $55 \pm 5\%$  بود. میزان شدت نور بیش از ۸۰۰ میکرو مول در متر مربع در ثانیه بود.

برای شناسایی ارقام توت فرنگی با استفاده از صفات مورفولوژیک، از توصیف‌گر ارائه شده توسط انجمن بین‌المللی حفاظت از گیاهان و ارقام جدید<sup>۲</sup> استفاده شد. صفات مورفولوژیک مورد بررسی در توت فرنگی شامل عادت رشد بوته، تعداد برگ، طول دم‌برگ، قدرت رشد گیاه، تعداد طوقه جانبی، موقعیت گل‌آذین نسبت به شاخ

بررسی در مورد تمام صفات مورفولوژیک اندازه‌گیری شده، اختلاف معنی‌داری وجود داشت که بر اساس آن‌ها امکان شناسایی گونه‌های دیپلوئید توت فرنگی وجود دارد.

در سال‌های اخیر ارقام مختلفی از توت فرنگی به ایران وارد شده و در مزارع و به‌ویژه گلخانه‌ها کشت و کار شده‌اند، اما تاکنون مطالعه جامعی از نظر ویژگی‌های رشدی و مورفولوژیک آن‌ها در ایران انجام نشده است. از سوی دیگر؛ برای انجام برنامه‌های به‌نژادی این گیاه در ایران، شناسایی ارقام برتر با توجه به خصوصیات مورفولوژیک آن‌ها مورد نیاز است. هدف از این پژوهش معرفی و بررسی برخی ارقام توت فرنگی ایران بر اساس نشانگرهای مورفولوژیک و تهیه شناسنامه برای ارقام موجود است.

## مواد و روش‌ها

گیاهان دختری<sup>۱</sup> فاقد ریشه ارقام مختلف توت فرنگی مورد مطالعه در این پژوهش شامل ارقام تجاری "آلیسو، کاماروزا، سلوا، بلاک مور، پاجرو، مکدونانس، کوین الیزا، گایوتا، چندلر، کردستان، پارس، ماراک، تن‌بیوتی، فرزنو و سکویا" از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان تهیه شدند و در تاریخ ۱۳۸۹/۱۲/۲۰ در مرکز تحقیقات گلخانه‌ای دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) در گلدان‌های ۴ لیتری و محیط کشت کوکوپیت و پرلایت (دانه درشت به قطر حدود ۲ میلی‌متر) به نسبت مساوی (۵۰/۵۰) و به تعداد یک بوته در هر گلدان کشت شدند. تمامی بوته‌ها قبل از کاشت دارای یک طوقه و از نظر اندازه تقریباً یکسان بودند. بوته‌ها قبل از کاشت با قارچکش بنومیل ۱ در هزار ضد عفونی شدند. گیاهان در سیستم هیدروپونیک و به روش باز آبیاری و تغذیه آن‌ها در مراحل رویشی و زایشی بر اساس فرمول غذایی اختصاصی ارائه شده برای توت فرنگی انجام شد. محلول

2 - International union for the protection of new varieties of plant (UPOV)

1 - Daughter (runner) plants

اندازه‌گیری شد و بر حسب نیوتن بیان گردید. رنگ ظاهری میوه نیز با استفاده از دستگاه هانتر لب، اندازه‌گیری شد.

طرح آزمایشی مورد استفاده در این پژوهش بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار (بلوک) و هر تکرار شامل پنج بوته بود. داده‌ها توسط نرم افزار Excel برای محاسبه میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات، مورد ارزیابی قرار گرفتند. جهت مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ استفاده شد. برای تجزیه به عامل‌ها از نرم افزار SPSS نسخه ۱۹ با استفاده از چرخش عامل‌ها<sup>۳</sup> و به روش بیشینه واریانس (واریماکس<sup>۴</sup>) استفاده شد. تجزیه خوشه‌ای نیز با استفاده از روش وارد<sup>۵</sup> و با استفاده از فاصله اقلیدسی<sup>۶</sup> انجام گرفت.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس، بیانگر اختلاف معنی‌دار بین ارقام مورد مقایسه، از نظر تمامی صفات مورد مطالعه بود. بر اساس دامنه تغییرات صفات کمی می‌توان صفات عملکرد، تعداد گل در هر گل آذین، تعداد طوقه جانبی، تعداد خوشه گل و تعداد روندک را با توجه به دارا بودن بیشترین ضریب تغییرات به عنوان صفاتی متمایز کننده انتخاب کرد. در جدول ۱ مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده نشان داده شده است.

رقم "سلوا" با ۴/۴ عدد بیشترین میانگین تعداد خوشه گل و رقم "بلاک مور" با ۲/۱۳ عدد کمترین میانگین تعداد خوشه گل در هر بوته را داشت. ارقام "آلیسو و مکدونانس" با داشتن ۳/۳۱ و ۳/۱۶ عدد خوشه گل، پس از رقم سلوا از تعداد خوشه گل بیشتری نسبت به سایر ارقام برخوردار بودند. مقایسه میانگین تعداد گل‌های هر خوشه در بین ارقام مورد مطالعه نیز نشان داد که رقم "پاروس" با ۱۵/۴ و رقم "گاوپوتا" با ۵/۳۴ عدد گل در

و برگ، توانایی تولید روندک، تراکم کُرک روی روندک، وجود آنتوسیانین روی روندک، رنگ سطح خارجی برگ، چروکیدگی روی برگ، براقی سطح برگ، نسبت طول به عرض برگچه انتهایی، شکل قاعده برگچه انتهایی، حاشیه برگچه انتهایی، حالت کرک روی دمبرگ، آنتوسیانین روی گوشوارک، وضعیت کرک‌ها روی دمگل، آرایش گلبرگ‌ها، اندازه کاسه گل نسبت به جام گل، نسبت طول به عرض گلبرگ، رنگ سطح خارجی گلبرگ، تعداد خوشه گل<sup>۱</sup>، شکل غالب میوه، رنگ میوه، یکنواختی رنگ میوه، براقی میوه، ناهمواری روی سطح میوه، ناحیه بدون فندقه روی میوه، موقعیت فندقه روی میوه، تراکم فندقه روی میوه، نحوه قرار گرفتن کاسه گل به انتهای میوه، حالت کاسبرگ‌ها روی میوه، نسبت قطر کاسبرگ به قطر میوه، نحوه جدا شدن کاسبرگ‌ها از میوه، رنگ گوشت میوه، نوع گل و نحوه باردهی بوته‌ها (روز کوتاه یا روز خنثی) بودند. علاوه بر این، بر اساس توصیف‌گر ذکر شده برخی ویژگی‌های دیگر مانند عملکرد میوه، مقدار ماده خشک میوه، مقدار سفتی بافت میوه، میزان اسید قابل تیترو و میزان مواد جامد محلول نیز اندازه‌گیری شدند.

کلیه بررسی‌های انجام شده روی برگ و بوته، کمی قبل از رسیدن میوه، بررسی‌ها روی گل آذین در زمان بیشینه گلدهی و بر روی اولین گل آذین، بررسی‌ها در رابطه با گوشوارک و تولید روندک در پایان مرحله رویشی و بررسی بر روی میوه‌ها در مرحله رسیدن میوه انجام شد (مظفری، ۱۳۸۵).

درصد ماده خشک میوه (پس از قرار دادن نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس پس از ۴۸ ساعت)، میزان مواد جامد محلول به وسیله رفراکتومتر دستی، اسید قابل تیترو به وسیله تیتراسیون با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال، pH به وسیله pH سنج و EC به وسیله EC سنج، سفتی بافت میوه به وسیله دستگاه سفتی‌سنج واگنر<sup>۲</sup>

3 - Factor rotation  
4 - Varimax  
5 - Ward method  
6 - Euclidean distance

1 - Truss number  
2 - Wagner Effigi

خوبی برخوردارند و می‌توان از آن‌ها به عنوان گیاه مادری برای تولید روندک استفاده کرد.

مقایسه میانگین درصد ماده خشک میوه‌ها نشان داد که ماده خشک میوه از ۵/۱۴ درصد در رقم "پاروس" تا ۹/۴۶ درصد در رقم "کردستان" متفاوت است (جدول ۱). ارقام "بلاک مور، پاجرو، ماراک، سلوا و کاماروزا" از درصد ماده خشک بالاتری نسبت به سایر ارقام برخوردار بودند و برای اهداف به‌نژادی و توصیه برای فرآوری در توت‌فرنگی حائز اهمیت می‌باشند. اختلاف در میزان ماده خشک میوه‌های توت‌فرنگی می‌تواند به دلیل نوع رقم و شرایط محیطی کشت باشد.

بررسی میزان آب میوه نیز نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین ارقام مورد مطالعه وجود دارد. رقم "پاروس" با ۹۴/۸۶ درصد بیشترین و رقم "کردستان" با ۹۰/۵۴ درصد، کم‌ترین میزان آب را داشتند. ارقام "آلیسو، گاوپوتا و سکویا" نیز پس از رقم پاروس، دارای بیشترین میزان آب در میوه بودند. مطالعات قبلی میزان آب توت‌فرنگی را ۹۲ درصد (هانکوک<sup>۴</sup>، ۱۹۹۹) و ۸۵-۹۰ درصد (شارما، ۲۰۰۲) گزارش کرده‌اند. میزان آب در محصولات باغبانی به گونه، رقم، ساختار محصول، شرایط اقلیمی و تدابیر زراعی بستگی دارد (تامپسون<sup>۵</sup>، ۲۰۰۳).

شمارش تعداد طوقه‌های جانبی<sup>۶</sup> تولید شده از هر بوته در پایان مرحله میوه‌دهی نشان داد که؛ ارقام ماراک و گاوپوتا به ترتیب با تولید ۶/۴۰ و ۶/۲۴ عدد طوقه جانبی، دارای بیشترین توانایی در تولید طوقه جانبی بودند. رقم کویین الیزا نیز با تولید ۳/۰۶ عدد طوقه جانبی، کم‌ترین تولید طوقه جانبی را داشت. از طوقه‌های جانبی تولید شده پس از از بین رفتن بوته مادری، می‌توان برای تکثیر ارقام مورد نظر استفاده کرد. طوقه‌های جانبی در بهار سال بعد، زودتر از گیاهان مادری گل می‌دهند و

هر خوشه، به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد بودند (جدول ۱). اختلاف بین ارقام و شرایط محیطی، روی تعداد گل‌ها تأثیر دارد. با افزایش تعداد گل در گل‌آذین، اندازه گل‌ها و به دنبال آن، میوه‌ها کاهش می‌یابد (تقوی، ۱۳۸۳).

مقایسه میانگین صفت تولید روندک در ارقام مورد مطالعه نشان داد که بیشترین و کمترین روندک تولید شده به ترتیب به ارقام "آلیسو و سکویا" تعلق دارد (جدول ۱). ارقام "آلیسو، کردستان، پاجرو، ماراک، بلاک مور" با تولید بیش از ۱۰ عدد روندک در هر بوته، در گروه ارقام با توانایی تولید روندک قوی و بقیه ارقام مورد مطالعه، با توانایی تولید ۵-۱۰ عدد روندک در گروه متوسط قرار گرفتند. ارقام ضعیف ارقامی هستند که کمتر از ۵ روندک در هر بوته تولید می‌کنند (کلاموت و همکاران<sup>۱</sup>، ۱۹۸۶). بر این اساس، هیچ‌کدام از ارقام مورد مطالعه در این گروه قرار نگرفتند. تولید روندک از خصوصیات رقم است و به نوع آن بستگی دارد (گوق<sup>۲</sup>، ۲۰۰۸). معمولاً ارقام همیشه بار نسبت به ارقام بهاره، روندک کمتری تولید می‌کنند (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶)، در این مطالعه نیز ارقام همیشه بار روندک کمتری نسبت به ارقام روز کوتاه تولید کردند. استفاده از سیستم‌های کشت حفاظت شده به تولید روندک کمک می‌کند و تولید آن را افزایش می‌دهد. یکی از مهم‌ترین دلایل آن رشد بهتر پایه‌های مادری و شرایط محیطی مناسب برای توسعه و نمو روندک‌ها در شرایط کنترل شده می‌باشد (شارما<sup>۳</sup>، ۲۰۰۲). امروزه ارقام جدیدی از توت‌فرنگی مرتباً وارد بازار می‌شوند که بعضی از آن‌ها به راحتی روندک تولید نمی‌کنند و این در حالی است که برای توسعه کشت این ارقام، افزایش آن‌ها توسط روندک ضروری است (مؤمن‌پور و همکاران، ۱۳۸۸). براساس مطالعه انجام شده، اکثر ارقام از توانایی تولید روندک

4 - Hancock  
5 - Thompson  
6 - Branch crown

1 - Clamot *et al.*  
2 - Gough  
3 - Sharma

دارد و رقم غالب این استان به شمار می‌رود (تهرانی‌فر و سرسیفی، ۲۰۰۲). عملکرد توت فرنگی به عواملی نظیر تعداد و اندازه میوه، قوی بودن بوته، مقاومت در برابر شرایط سخت و مقاومت در برابر آفات و بیماری‌های گیاهی (هانکوک، ۱۹۹۹) و تراکم بوته، تعداد طوقه در هر بوته، تعداد خوشه گل در هر طوقه و مقدار میوه در هر خوشه بستگی دارد (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶).

ارقام توت فرنگی به شدت نسبت به شرایط محیطی پاسخ نشان می‌دهند؛ به همین دلیل یک رقم ممکن است در یک منطقه بهترین عملکرد را داشته باشد، ولی در منطقه‌ای دیگر کم‌ترین تولید را داشته باشد (هوچماخ و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۶). عملکرد توت فرنگی در کشت هیدروپونیک از ۳۰۰ تا ۱۵۰۰ گرم میوه در هر بوته در طی یک فصل رشد شش ماهه متفاوت است و کشت‌های زمستانه از عملکرد کمتری برخوردار بوده و معمولاً بین ۵۰۰-۲۰۰ گرم میوه در هر بوته تولید می‌کنند (البهیری و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۱). عملکرد بسیاری از ارقام مورد مطالعه در این پژوهش، کمتر از مقدار معمول بود. استفاده از ارقام مناسب برای هر منطقه، می‌تواند به افزایش عملکرد در کشت‌های گلخانه‌ای منجر گردد (مورگان، ۲۰۰۶). از سوی دیگر کاهش عملکرد توت فرنگی در شرایط گلخانه‌ای و تولید میوه‌های ریز و بد شکل، می‌تواند به دلیل گرده‌افشانی ناکافی در گلخانه‌ها باشد. این امر درصد میوه‌های قابل فروش را نیز کاهش می‌دهد (زبروسکا<sup>۳</sup>، ۱۹۹۸). با بهبود گرده‌افشانی در گلخانه‌ها می‌توان تا حدودی این مشکل را رفع (هانکوک، ۱۹۹۹) و تولید میوه‌های بد شکل<sup>۴</sup> و ریز را کاهش داد (لوپز گالارزا و همکاران<sup>۵</sup>، ۱۹۹۳).

در ضمن گل آن‌ها هم از گیاهان مادری بهتر است (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶).

اندازه‌گیری سفتی بافت میوه ارقام مختلف نشان داد که رقم کاماروزا با سفتی ۷ نیوتن، سفت‌ترین بافت میوه توت فرنگی را دارد. پس از آن ارقام پاجرو، پاروس، کویین الیزا و گاوپوتا به ترتیب با سفتی ۶/۶۶، ۶/۲۶، ۶/۲۰ و ۶ نیوتن، از سفتی بافت میوه بیشتری نسبت به سایر ارقام برخوردار بودند. رقم بومی کردستان، با سفتی ۳/۷ نیوتن کمترین مقدار سفتی را در بین ارقام مورد مطالعه داشت. ارقام مکدونانس، چندلر و ماراک نیز از سفتی بافت کمتری نسبت به سایر ارقام برخوردار بودند (جدول ۱). تفاوت‌های بین سفتی میوه، با وجودی که به طور عمده تحت تأثیر محیط رشد است، تحت تأثیر ژنتیک گیاه نیز قرار می‌گیرد (مورگان، ۲۰۰۶). در هنگام رسیدگی میوه، سفتی گوشت میوه به تدریج کم شده (شارما، ۲۰۰۲) و بافت گوشت میوه در اثر سنتز آنزیم "پکتین متیل استراز" نرم می‌شود. به نظر می‌رسد در ارقامی که از میوه‌های نرم‌تری برخوردار هستند، میزان و یا فعالیت این آنزیم بیشتر باشد (تامپسون، ۲۰۰۳). سفتی بافت میوه از نظر مدت زمان انبارداری حائز اهمیت است. ارقامی که دارای گوشت میوه سفت می‌باشند، به شرایط انبار مقاوم‌تر بوده و کمتر تحت تأثیر عوامل بیماری‌زا قرار می‌گیرند (هانکوک، ۱۹۹۹).

دامنه عملکرد ارقام مورد مطالعه بین ۴۵/۸۳ تا ۳۲۲/۹ گرم در هر بوته متفاوت بود. رقم آلیسو با عملکرد ۳۲۲/۹ گرم در هر بوته دارای بالاترین و پس از آن ارقام سلوا، پاروس، گاوپوتا و پاجرو به ترتیب با میانگین عملکرد ۲۶۵/۵۵، ۲۵۲/۷۶، ۲۵۱/۱۳ و ۲۲۰/۲۸ گرم در هر بوته، دارای بیشترین مقدار عملکرد بودند. همچنین رقم بلاک مور، با تولید ۴۵/۸۳ گرم در هر بوته، دارای کمترین میزان عملکرد بود. میزان عملکرد رقم محلی کردستان ۶۹/۸۵ گرم بود که نسبت به ارقام پُر محصول از عملکرد کمتری برخوردار بود. این رقم در استان کردستان بیشترین سطح زیرکشت را در شرایط مزرعه

1 - Hochmuth et al.  
2 - El-Behairy et al.  
3 - Zebrowska  
4 - Malformed  
5 - Lopez- Galarza

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات کمی برخی ارقام توت فرنگی †

تعداد برگ	طول دمبرگ (سانتی متر)	تعداد طوقه جانبی	تعداد روندک	تعداد خوشه گل	تعداد گل هر خوشه	عملکرد (گرم در بوته)	ماده خشک (درصد)	آب میوه (درصد)	سفتی (نیوتن)
۱۲/۳۵bc	۱۲/۸۷ef	۳/۰۶f	۷/۲۳jk	۲/۸۰cdef	۹/۳۷de	۲۱۰/۰۷e	۷/۸۵cd	۹۲/۱۵de	۶/۲۰bc
۱۱/۷۸d	۱۵/۸۷bcd	۵/۲۰abcde	۷/۰۸k	۲/۳۶ef	۱۰/۱۵d	۱۰۶/۹۱h	۷/۴۲d	۹۲/۵۸d	۵/۵۳de
۸/۸۳g	۱۷/۶۱ab	۳/۲۰f	۹/۳۳e	۲/۶۵cdef	۱۵/۴۰a	۲۵۲/۷۶c	۵/۱۴g	۹۴/۸۶a	۶/۲۶bc
۱۲/۰۲cd	۱۵/۸۸bcd	۶/۰۰ab	۸/۲۴fgh	۳/۱۶bcde	۶/۶۵g	۱۳۳/۴۸g	۸/۱bc	۹۱/۹۰ef	۴/۸f
۸/۹۸g	۱۲/۰۳f	۳/۶۶ef	۷/۹۳ghi	۴/۴۰a	۶/۶۵g	۲۶۵/۵۵b	۸/۵۱b	۹۱/۴۹f	۵/۲۶ef
۱۰/۴۱f	۱۴/۷۳cde	۵/۰۶abcde	۷/۶۰ij	۲/۳۷ef	۹/۹۰d	۱۳۰/۹۱g	۵/۵۵fg	۹۴/۴۵ab	۴/۸۳f
۱۴/۸۳a	۱۸/۸۴a	۶/۴۰a	۱۰/۶۳c	۲/۵۸def	۸/۳۷ef	۱۱۰/۴۹h	۸/۳۵b	۹۱/۶۵f	۴/۹f
۱۰/۴۷f	۱۵/۸۷bcd	۵/۸۰abc	۷/۸۶hi	۳/۶۶b	۱۳/۹۵b	۱۲۵/۱۱g	۷/۴۹d	۹۲/۵۱d	۵/۷de
۱۲/۸۰b	۱۳/۱۸ef	۴/۲۶cdef	۱۲/۱۱a	۳/۳۱bcd	۱۰/۳۵d	۳۲۲/۹۰a	۵/۶۳f	۹۴/۳۷b	۵/۸۳cd
۱۲/۲۲cd	۱۴/۰۵de	۴/۵۳bcdef	۱۱/۲۷b	۲/۵۱def	۷/۹۲fg	۲۲۰/۲۸d	۸/۵۸b	۹۱/۴۲f	۶/۶۶ab
۹/۰۳g	۱۰/۱۱g	۴/۱۱def	۱۱/۳۳b	۲/۸۳cdef	۱۱/۷۳c	۶۹/۸۵i	۹/۴۶a	۹۰/۵۴g	۳/۷g
۸/۲۵h	۱۴/۶۲cde	۳/۸۰ef	۷/۲۷jk	۲/۳۶ef	۶/۹۴g	۱۵۲/۹۷f	۸/۲۴bc	۹۱/۷۶ef	۷/۰a
۱۲/۲۳cd	۱۴/۵۳cde	۵/۱۳abcde	۱۰/۲۰d	۲/۱۳f	۱۳/۶۶b	۴۵/۸۳k	۸/۳۴b	۹۱/۶۶f	۵/۷de
۱۲/۱۵cd	۱۶/۱۳bc	۶/۲۶a	۸/۳۳fg	۲/۸۰cdef	۵/۳۴h	۲۵۱/۱۳c	۶/۲۹e	۹۳/۷۱c	۶/۰cd
۱۱/۲۹e	۱۵/۳۰cd	۵/۶۶abcd	۸/۵۷f	۳/۴۳bc	۱۰/۰۹d	۵۶/۳۵j	۸/۵۹b	۹۱/۴۱f	۵/۶۶de

†: در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشابهند، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰.۵٪ می‌باشند.

با در نظر گرفتن خط برش در فاصله ۵، ارقام توت فرنگی را می‌توان به ۷ گروه منتسب کرد (شکل ۱).

در گروه اول که از ۳ رقم تشکیل شده است، ارقام تن‌بیوتی، فرزنو و مک دونانس قرار گرفتند. در این گروه ارقام از نظر صفات چروکیدگی سطح برگ، میزان آنتوسیانین روی روندک، تراکم کرک روی روندک، توانایی تولید روندک، عادت رشد بوته، نحوه آرایش گلبرگ‌ها، ناحیه بدون فندقه روی میوه، باقی میوه، یکنواختی رنگ میوه، شکل میوه، نحوه جدا شدن کاسبرگ‌ها از میوه و نحوه اتصال کاسه گل به میوه، وضعیت مشابهی داشتند. ارقام این گروه همگی روز کوتاه بوده و در مقایسه با سایر ارقام از عملکرد و سفتی بافت میوه کمتری برخوردار بودند. در گروه دوم فقط رقم محلی کردستان قرار گرفت. رقم کردستان رقمی روز کوتاه است. این رقم با وجود طعم و مزه بسیار عالی، عمر انباری کمی داشته و به سرعت از بین می‌رود (تهرانی‌فر و سرسیفی ۲۰۰۲). این رقم دارای کم‌ترین طول دمبرگ و بیشترین درصد ماده خشک در بین ارقام مورد مطالعه بود. تولید روندک زیاد، قدرت رشد ضعیف، تراکم برگ کم، عادت رشد بوته به صورت

با وجودی که بررسی تنوع درون گونه‌ای تنها براساس صفات مورفولوژیکی قابل اعتماد نیست، ولی گروهی از صفات شناسایی شده‌اند که می‌توانند برای شناسایی یک رقم ویژه توت فرنگی مورد استفاده قرار گیرند. این صفات شامل صفات رویشی (چروکیدگی برگ، نسبت طول به عرض برگچه انتهایی، شکل قاعده برگچه انتهایی، بریدگی برگچه انتهایی) و صفات زایشی (فاصله گلبرگ‌ها، نسبت طول به عرض گلبرگ‌ها، نسبت کاسه گل به جام گل، اندازه میوه، نسبت طول به قطر میوه، ناحیه بدون فندقه روی میوه، موقعیت فندقه‌ها روی میوه و نحوه اتصال کاسه گل روی میوه) می‌باشند. با کمک این ۱۴ صفت امکان شناسایی یک رقم ویژه وجود دارد (نلسون و لول، ۲۰۰۰).

### تجزیه خوشه‌ای

گروه‌بندی نمونه‌ها بر اساس تعداد زیادی صفت می‌تواند روشی مطمئن در تعیین شباهت‌ها و فاصله‌ها یا خویشاوندی و دوری رقم‌ها باشد (فرشادفر، ۱۳۸۰). در این تحقیق تجزیه خوشه‌ای به روش وارد و بر اساس صفات اندازه‌گیری شده انجام گرفت. با توجه به دندروگرام تجزیه خوشه‌ای و بر اساس فواصل اقلیدسی و

جانبی در بین میانگین سایر ارقام گروه‌ها و همچنین میانگین کل ارقام دارای بیشترین مقدار بود. رقم آلیسو نیز ضمن تولید بیشترین تعداد روندک، بالاترین عملکرد بوته را در بین ارقام مورد مطالعه دارا بود و از این نظر حایز اهمیت است. میزان آنتوسیانین خیلی کم روی روندک، تراکم کم گُرک روی روندک، قدرت رشد بوته قوی، تراکم زیاد برگ، قاعده زاویه‌دار برگچه انتهایی، ناحیه بدون فندقه خیلی کم روی میوه، وجود ناهمواری‌های کم روی میوه و رنگ گوشت قرمز روشن، از ویژگی‌های رویشی مهم ارقام این گروه بودند. در گروه پنجم ارقام روز کوتاه پاچارو و بلاک مور قرار گرفتند. این ارقام از نظر میانگین صفت تعداد برگ، درصد ماده خشک میوه و درصد آب میوه نسبت به هم وضعیت مشابهی داشتند. رقم بلاک مور با میانگین عملکرد ۴۵/۸۳ گرم در هر بوته، کمترین مقدار عملکرد و همچنین کمترین تعداد گل در هر خوشه را نسبت به سایر ارقام مورد بررسی داشت. چروکیدگی خیلی کم روی برگ، وجود مقدار خیلی کم آنتوسیانین روی روندک، توانایی تولید روندک قوی، گلبرگ‌های کاملاً همپوشان، وجود فندقه‌های برجسته روی میوه، حالت کاسبرگ‌های روی میوه به سمت پایین و تراکم کم فندقه روی میوه، از مهم‌ترین ویژگی‌های رویشی ارقام این گروه می‌باشد.

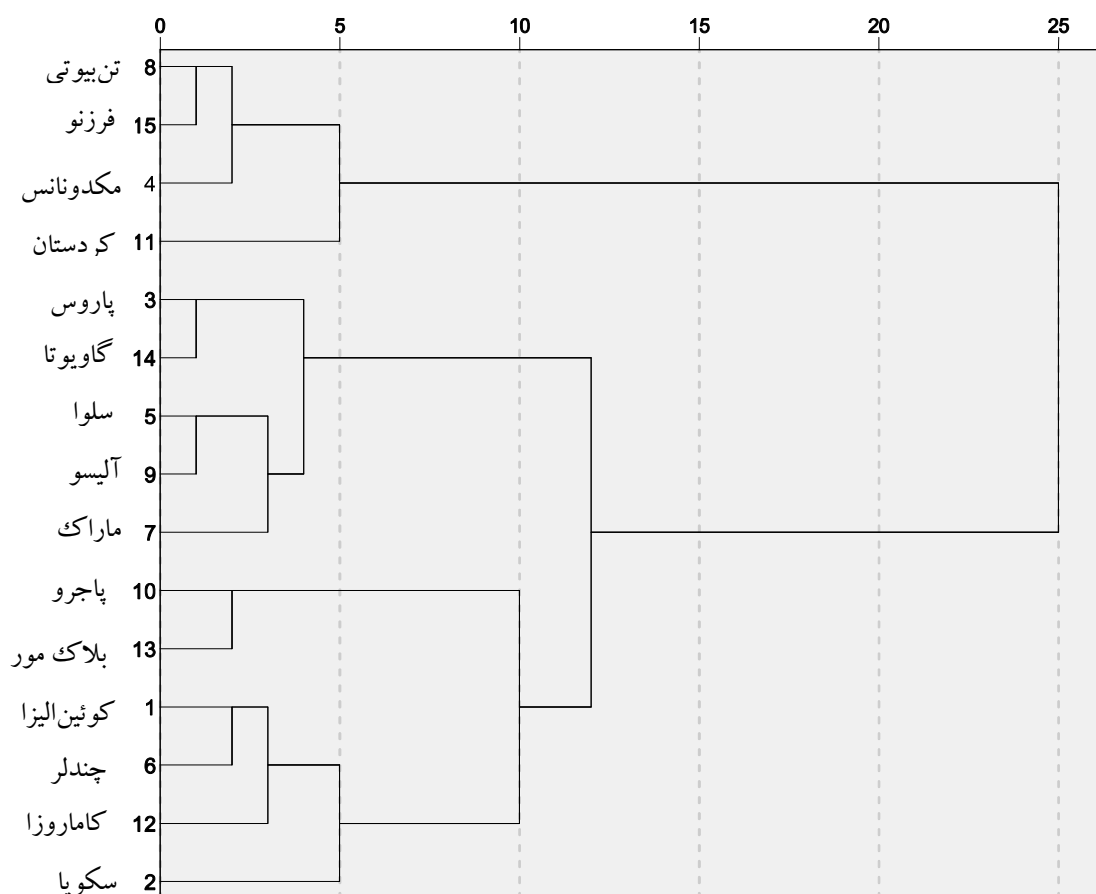
در گروه ششم ارقام روز کوتاه کوئین الیزا، چندلر و کامارزا قرار گرفتند. ارقام این گروه از نظر داشتن میانگین صفات طول دمبرگ، تعداد روندک و تعداد خوشه گل مشابه بودند و در این صفات دارای کمترین مقدار بودند. رقم کامارزا با داشتن بیشترین میزان سفتی میوه در این گروه قرار گرفت و از نظر میانگین این صفت دارای بالاترین مقدار بود. این ارقام از نظر صفات رویشی توانایی تولید روندک، گلبرگ‌های آزاد، یکنواختی کامل رنگ میوه، رنگ میوه قرمز، جدا شدن سخت کاسبرگ‌ها از میوه و اتصال کاسه گل در بالای میوه کاملاً شبیه به هم بودند.

گسترده، حاشیه برگ دنداندار، وجود فندقه‌های برجسته روی میوه، رنگ میوه قرمز نارنجی، میوه‌های مخروطی شکل و جدا شدن خیلی راحت میوه از کاسبرگ‌ها؛ از مهم‌ترین ویژگی‌های رویشی این رقم به شمار می‌رود. این ویژگی در فرآوری توت فرنگی بسیار مهم است. تجزیه خوشه‌ای انجام شده توانست از نظر جغرافیایی نیز ارقام مورد مطالعه را در گروه‌های مجزایی قرار دهد. بر این اساس، رقم محلی کردستان در یک گروه مجزا قرار گرفت.

در گروه سوم ارقام روز کوتاه پاروس و گاوپوتا قرار گرفتند. رقم پاروس از نظر تعداد خوشه گل و درصد آب میوه در بالاترین سطح قرار داشت. رقم گاوپوتا از نظر تولید تعداد طوقه جانبی در بالاترین سطح نسبت به سایر ارقام قرار گرفت. همچنین این دو رقم از نظر مقدار عملکرد بوته در یک سطح قرار گرفتند. ویژگی‌های رویشی مشترک مهم در ارقام این گروه شامل؛ چروکیدگی زیاد سطح برگ، تراکم کم کرک روی روندک، تولید روندک متوسط، عادت رشد بوته ایستاده، حاشیه کنگره‌ای برگچه انتهایی، فندقه‌های فرورفته روی میوه، ناحیه بدون فندقه باریک روی میوه، براقی زیاد میوه، رنگ گوشت میوه قرمز نارنجی، جدا شدن خیلی سخت کاسبرگ‌ها از میوه، تراکم زیاد فندقه روی میوه و حالت رو به بالای کاسبرگ‌های روی میوه می‌باشد. در مصرف تازه‌خوری کاسبرگ‌ها باید در مدت چند روز سبز و تازه باقی بمانند. این گونه میوه‌ها در کشورهای جنوب اروپا طرفداران بیشتری دارد (رودیلاک و تراکوسکی<sup>۱</sup>، ۲۰۰۴).

در گروه چهارم ارقام سلوا، آلیسو و ماراک قرار گرفتند. سلوا و ماراک از ارقام روز خنثی و رقم آلیسو با وجودی که رقمی روز کوتاه است، در این گروه قرار گرفت. رقم سلوا از نظر تعداد خوشه گل در بالاترین سطح نسبت به سایر ارقام برخوردار بود. رقم ماراک از نظر داشتن تعداد برگ، طول دمبرگ و تعداد طوقه





شکل ۱- دندروگرام گروه‌بندی ۱۵ رقم توت فرنگی بر اساس داده‌های مورفولوژیک با استفاده از روش UPGMA

### تجزیه به عامل‌ها<sup>۱</sup>

در این تجزیه هفت عامل اصلی و مستقل که مقادیر ویژه آن‌ها بیشتر از یک بودند، توانستند مجموعاً ۹۰/۲۴ درصد کل واریانس یا تغییرات بین صفات را توجیه کنند. میزان واریانس نسبی هر عامل نشان دهنده اهمیت آن عامل در واریانس کل صفات مورد بررسی است و به صورت درصد بیان شده است. جدول ۲ نتایج تجزیه به عامل‌ها را نشان می‌دهد. در عامل اول، صفات سفتی بافت میوه، ویژگی‌های رنگ میوه ( $a$  و  $b$ ) با ضرایب مثبت (به ترتیب با ضرایب عاملی ۰/۷۶۳، ۰/۸۰۱، ۰/۹۵۷ و ۰/۹۶۵) بالاتر از بقیه قرار گرفتند و در مجموع ۲۲/۵۸ درصد از واریانس کل را توجیه کردند. سفتی بافت میوه و رنگ میوه از ویژگی‌های مهم کیفی در انتخاب توت

گروه هفتم به تنهایی شامل رقم کوتاه سکویا بود. ویژگی مهم سکویا از نظر صفت توانایی تولید روندک بود که از کمترین میانگین در بین ارقام مورد بررسی برخوردار بود. چروکیدگی خیلی کم روی برگ‌ها، قدرت رشد متوسط بوته، عادت رشد گسترده بوته، براقی خیلی کم سطح برگ، گلبرگ‌های در تماس با هم، حالت افقی کرک روی دمبرگ، حاشیه کنگره‌ای برگچه انتهایی، فندقه‌های فرورفته در سطح میوه، ناحیه بدون فندقه خیلی پهن روی میوه، میوه‌های کاملاً یکنواخت، براقی متوسط میوه، میوه‌های قرمز تیره و بیضی شکل با رنگ گوشت میوه قرمز نارنجی و تراکم کم فندقه روی میوه، از مهم‌ترین ویژگی‌های رویشی رقم سکویا می‌باشد.

بیان شده می‌توان گفت که تجزیه به عامل‌ها توانست ۱۹ صفت کمی مورد ارزیابی را به صورت هفت عامل اصلی بیان کند که در بین آن‌ها فاکتورهای اول، دوم و سوم بیشترین سهم را به خود اختصاص دادند و در مجموع ۵۰/۳۶ درصد از واریانس کل را توجیه نمودند و نشان دهنده اهمیت صفات قرار گرفته در این سه مؤلفه در تفکیک ارقام می‌باشد. این تجزیه می‌تواند عوامل فرق گذار اصلی بین ارقام مورد بررسی را روشن سازد. با توجه به جدول ۳ کلیه صفات مورد بررسی در این پژوهش، در فاکتورهای مختلف قرار گرفتند که این امر نشان دهنده اهمیت فراوان این صفات در توجیه واریانس بین ارقام مورد بررسی بود.

### نتیجه‌گیری

با توجه به این که صفات مورفولوژیک نقش مهمی در معرفی ژنوتیپ‌ها و ارقام برتر در بسیاری از آزمایش‌ها دارند، در این پژوهش با مطالعه ارقام توت فرنگی تجاری ایران، میزان تنوع مورفولوژیک آن‌ها برای تعیین شباهت‌های ژنتیکی مورد ارزیابی قرار گرفت، تا زمینه استفاده از تنوع موجود در برنامه‌های به‌نژادی فراهم گردد.

هر دو صفات کمی و کیفی ارزیابی شده در این مطالعه تنوع بالایی را نشان دادند. سطح تنوع مشاهده شده در ارقام توت فرنگی نشان از توانایی بالا در جهت بهبود صفات زراعی در توت فرنگی دارد. تنوع مشاهده شده بر اساس صفات کیفی در توصیف و شناسایی همگروه‌ها و رقم‌ها کارآیی بالاتری دارد، در حالی که از صفات کمی در برنامه‌های بهبود و ارتقاء رقم‌های مورد علاقه استفاده می‌شود (وفایی و همکاران، ۱۳۸۶).

توت فرنگی مانند بسیاری از گیاهان دیگر، دارای تعداد زیادی رقم است که در برنامه‌های اصلاحی و تولید تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرند. تعداد زیاد ارقام

فرنگی به شمار می‌روند. با وجودی که دامنه وسیعی از رنگ میوه، مورد پذیرش مصرف کنندگان قرار گرفته است، ولی به طور کلی تأکید بیشتر بر روی رنگ قرمز روشن<sup>۱</sup> می‌باشد (رودیلک و تراکوسکی، ۲۰۰۴).

در عامل دوم صفات میزان مواد جامد محلول (TSS) و اسید قابل تیترا (TA) با ضرایب مثبت (به ترتیب با ضرایب عاملی ۰/۶۷۹ و ۰/۸۵۸) و عملکرد با ضریب منفی (ضریب عاملی ۰/۸۲۵) مقدار ۱۳/۹۱ درصد از واریانس کل را توجیه کردند. مواد جامد محلول و اسیدهای آلی در طعم میوه تأثیر به‌سزایی داشته و از شاخص‌های شیمیایی به شمار می‌آیند. مقدار مواد جامد محلول به رقم، شرایط اقلیمی و تغذیه گیاه بستگی دارد. وجود یک تعادل مطلوب<sup>۲</sup> بین میزان مواد جامد محلول و اسید موجود در میوه، برای داشتن طعم مطلوب بسیار مهم است (هانکوک، ۱۹۹۹).

عامل سوم ۱۳/۸۹ درصد از تغییرات را توجیه نمود و صفت درصد آب میوه با ضریب عاملی ۰/۹۵۶ را شامل شد. در عامل چهارم صفات تعداد طوقه جانبی، طول دمبرگ و تعداد برگ با ضرایب مثبت (به ترتیب با ضرایب عاملی ۰/۷۹۱، ۰/۶۶۰ و ۰/۸۴۶) مقدار ۱۱/۰۷ درصد از واریانس کل را توجیه کردند.

در فاکتور پنجم هدایت الکتریکی آب میوه (EC) با ضریب عاملی ۰/۷۲۷ مقدار ۱۰/۶۹ درصد از واریانس کل را توجیه نمود. هدایت الکتریکی همبستگی زیادی با محتوای عناصر دارد.

فاکتور ششم که مقدار ۹/۵۷ درصد از واریانس کل را توجیه نمود شامل صفات pH آب میوه و تعداد خوشه گل با ضرایب مثبت (به ترتیب با ضرایب عاملی ۰/۷۸۲ و ۰/۸۳۸) بود. در عامل هفتم نیز صفات تعداد گل در هر خوشه و تعداد روندک با ضرایب مثبت (به ترتیب با ضرایب عاملی ۰/۵۱۹ و ۰/۸۸۶) قرار گرفتند که ۸/۵۱ درصد از واریانس کل را توجیه نمودند. با توجه به موارد

1 - Bright red

2 - Good balance

جدول ۲- نتایج تجزیه به عامل‌ها در صفات مورد بررسی با استفاده از تکنیک چرخش عامل‌ها و روش واریانس

عامل‌ها	مقادیر ویژه	درصد واریانس	درصد واریانس جمعی
فاکتور ۱	۴/۲۹	۲۲/۵۸	۲۲/۵۸
فاکتور ۲	۲/۶۴	۱۳/۹۱	۳۶/۵۰
فاکتور ۳	۲/۶۳	۱۳/۸۹	۵۰/۳۹
فاکتور ۴	۲/۱۰	۱۱/۰۷	۶۱/۴۶
فاکتور ۵	۲/۰۳	۱۰/۶۹	۷۲/۱۵
فاکتور ۶	۱/۸۱	۹/۵۷	۸۱/۷۲
فاکتور ۷	۱/۶۱	۸/۵۱	۹۰/۲۴

جدول ۳- ضرایب بردارهای عاملی چرخش یافته برای صفات مورد اندازه‌گیری

صفت	فاکتور ۱	فاکتور ۲	فاکتور ۳	فاکتور ۴	فاکتور ۵	فاکتور ۶	فاکتور ۷
TSS	-۰/۴۱۲	۰/۶۷۹	-۰/۱۲۱	۰/۱۷۹	-۰/۲۴۸	۰/۱۲۸	۰/۲۷۳
درصد ماده خشک	۰/۰۴۹	۰/۲۰۷	-۰/۹۵۶	-۰/۰۲۰	۰/۱۴۰	۰/۰۳۰	۰/۰۵۰
درصد آب	-۰/۰۴۹	-۰/۲۰۷	۰/۹۵۶	۰/۰۲۰	-۰/۱۴۰	-۰/۰۳۰	-۰/۰۵۰
TA	-۰/۰۰۸	۰/۸۵۸	-۰/۱۱۶	۰/۰۶۳	-۰/۰۶۴	-۰/۱۷۳	-۰/۰۴۹
EC	۰/۱۹۵	۰/۲۷۵	-۰/۰۸۸	۰/۰۶۵	۰/۷۲۷	-۰/۴۲۸	۰/۰۷۴
pH	۰/۱۳۹	۰/۲۱۶	۰/۰۹۴	۰/۱۲۴	-۰/۰۵۵	۰/۷۸۲	-۰/۴۷۴
تعداد خوشه گل	۰/۰۱۲	-۰/۳۲۳	-۰/۱۵۱	-۰/۱۳۱	-۰/۰۰۳	۰/۸۳۸	۰/۰۸۴
تعداد گل	۰/۱۱۳	۰/۴۶۸	۰/۴۴۴	-۰/۳۵۶	۰/۲۸۸	-۰/۰۰۳	۰/۵۱۹
تعداد طوقه جانبی	-۰/۳۳۵	۰/۲۷۲	-۰/۰۲۸	۰/۷۹۱	۰/۱۷۷	۰/۱۹۵	-۰/۱۱۲
عملکرد	۰/۲۲۰	-۰/۸۲۵	۰/۳۴۹	-۰/۰۷۳	-۰/۲۵۷	۰/۰۵۶	۰/۱۱۱
طول دمیرگ	۰/۱۷۲	۰/۱۵۷	۰/۴۷۲	۰/۶۶۰	۰/۴۱۱	-۰/۱۲۱	-۰/۱۵۷
تعداد برگ	-۰/۱۵۳	-۰/۰۵۳	-۰/۰۴۷	۰/۸۴۶	-۰/۱۳۰	-۰/۱۵۱	۰/۲۵۸
تعداد روندک	-۰/۰۸۶	-۰/۰۲۸	-۰/۱۱۰	۰/۱۳۸	-۰/۱۷۲	-۰/۱۰۵	۰/۸۸۶
سفتی میوه	۰/۷۶۳	-۰/۲۷۲	۰/۱۹۴	۰/۰۹۹	-۰/۱۰۶	-۰/۳۰۱	۰/۱۶۰
L*	۰/۸۰۱	-۰/۱۰۹	۰/۱۴۵	۰/۰۳۴	۰/۳۶۲	۰/۲۰۶	-۰/۱۸۶
a*	۰/۹۵۷	۰/۰۰۴	-۰/۰۶۵	-۰/۱۹۳	-۰/۱۱۱	-۰/۰۰۵	۰/۱۰۴
b*	۰/۸۵۶	-۰/۰۹۰	-۰/۱۶۸	-۰/۱۳۲	۰/۴۰۸	۰/۱۲۶	-۰/۰۷۵
کروما	۰/۹۶۵	-۰/۰۳۵	-۰/۱۰۵	-۰/۱۷۶	۰/۱۰۱	۰/۰۵۳	۰/۰۲۷
هیو	۰/۱۴۵	-۰/۱۹۶	-۰/۲۸۸	۰/۰۷۳	۰/۸۱۷	۰/۱۸۳	-۰/۲۲۶

رشد گیاه باید مورد توجه قرار گیرد، تا از بروز خطاهای احتمالی جلوگیری شود (کستر<sup>۳</sup>، ۱۹۸۳).

همچنین به دلیل این که پرورش دهندگان تجاری توت فرنگی، ارقام مورد نظر خود را بر اساس میزان عملکرد، زمان برداشت، اندازه و شکل میوه انتخاب

باعث بروز مشکلاتی در امر شناسایی آن‌ها می‌شود. این مشکلات هنگامی که گیاهان همگروه<sup>۱</sup> با روش غیر جنسی و از یک پایه برتر<sup>۲</sup> تکثیر می‌شوند، تشدید می‌شود. از این‌رو؛ شناسایی دقیق ارقام در تمام مراحل

اسدی قارنه و همکاران: بررسی تنوع ژنتیکی برخی ارقام توت فرنگی...

علت داشتن بیشترین تعداد طوقه جانبی و رقم آلسیو به دلیل داشتن بیشترین مقدار عملکرد در هر بوته، نمونه‌هایی از پتانسیل ارقام مورد پژوهش هستند که می‌توانند در برنامه‌های به‌نژادی توت فرنگی مورد استفاده قرار گیرند. بر اساس تجزیه خوشه‌ای ارقام تن بیوتی، فرزنو، مک دونانس و کردستان فاصله ژنتیکی بیشتری نسبت به سایر ارقام دارند، که می‌تواند به دلیل منشأ اولیه ارقام مورد مطالعه باشد. ارقام توت فرنگی تجاری ایران همگی وارداتی بوده و حاصل برنامه‌های به‌نژادی کشورهای غربی می‌باشند. بسیاری از ارقام توت فرنگی، به‌ویژه آن‌هایی که از دانشگاه کالیفرنیا معرفی شده‌اند (سکویا، کاماروزا، چندلر، پاجرو) رابطه ژنتیکی نزدیکی به هم دارند (سولین و دال، ۱۹۸۷).

می‌کنند، شناسایی دقیق این ارقام برای تکثیر و کشت و کار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (نیلسون و لوول، ۲۰۰۰). بنابراین شایسته است برای جلوگیری از اختلاط ارقام؛ کار تکثیر و توزیع آن‌ها در کشور، توسط افراد و مؤسسات مطمئن و از همگروه‌های مادری مشخص انجام گیرد.

بر اساس نتایج به دست آمده، ارقام توت فرنگی مورد مطالعه از نظر صفات مورد بررسی دارای تنوع بالایی بوده و بنابراین برای استفاده در برنامه‌های به‌نژادی بسیار حایز اهمیت می‌باشند. از جمله رقم کردستان با داشتن بیشترین درصد ماده خشک در میوه، رقم پاروس به دلیل داشتن بیشترین درصد آب میوه، رقم کاماروزا به علت داشتن بیشترین سفتی بافت میوه، رقم ماراک به

### منابع

۱. ابراهیمی، ع.، فتاحی مقدم، م.، زمانی، ذ. و وحدتی، ک. ۱۳۸۸. بررسی تنوع ژنتیکی ۶۰۸ ژنوتیپ بذری گردو و انتخاب برخی از ژنوتیپ‌های دارای صفات برتر. مجله علوم باغبانی ایران، ۴۰ (۴): ۸۳-۹۴.
۲. تقوی، ت. ۱۳۷۳. راهنمای تولید توت فرنگی. انتشارات سنا، ۸۷ ص.
۳. جلیلی مرندی، ر. ۱۳۸۶. میوه‌های ریز. انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه. چاپ دوم، ۲۹۷ ص.
۴. فرشادفر، ع. ۱۳۸۰. اصول و روش‌های آماری چند متغیره. انتشارات طاق بستان، ۷۰۸ ص.
۵. کاشی، ع. و حکمتی، ج. ۱۳۷۰. پرورش توت فرنگی. انتشارات سیاه تیری، ۱۲۱ ص.
۶. مظفری، ع. ا. ۱۳۸۵. ارقام شناسی در میوه‌ها. انتشارات دانشگاه کردستان. چاپ اول، ۵۲۸ ص.
۷. مؤمن‌پور، ع.، تقوی، ت. و مهربانیان، م. ۱۳۸۸. اثر کاربرد بنزیل آدنین و جیبرالین بر تولید ساقه رونده و برخی خصوصیات رویشی در سه رقم توت فرنگی. مجله به‌زراعی نهال و بذر، ۲: ۲۲۹-۲۴۵.
۸. نجاتیان، م. ع. ۱۳۸۱. بررسی تنوع ژنتیکی برخی از ارقام زردآلو بومی ایران. رساله دوره دکتری علوم باغبانی. دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران، ۱۳۳ ص.
۹. وفایی، ی.، دشتی، ف.، مظفری، ع. و بقالیان، ک. ۱۳۸۶. ارزیابی گوناگونی همگروه‌های ایرانی و چند همگروه خارجی سیر با استفاده از صفت‌های مورفولوژیک. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۴: ۲۵۹-۲۷۰.

10. Arzani, K., Mansouri-Ardakan, H., Vezvaei, A., and Roozban, M.A. 2008. Morphological variation among Persian walnut (*Juglans regia*) genotypes from central Iran. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 36:159-168.
11. Clamot, G., Linden, N., and Van der Borg, H. 1986. International Board for Plant Genetic Resources. *Strawberry Descriptors*, 21 p.
12. Dale, A. 1996. A Key and Vegetative Descriptions of Thirty-two Common Strawberry Varieties Grown in North America. In: *Advances in Strawberry Research*, 15: 1-12.
13. El-Behairy, U.A., Abou-Hadid, A.F., Medany, M.A., and Awad, M. M. 2001. The Effect of Different Cultivars, Orientation and Soilless Culture Systems on Production and Quality of Strawberry. *Acta Horticulturae*, 548: 59-64.
14. Eshghi, S., Abdi, G.H, Tafazoli, E., and Yavari, S. 2007. Strawberry Research and Biotechnology in Iran. *Middle Eastern and Russian Journal of Plant Science and Biotechnology*, 1(1): 39-41.
15. Fatahi, R., Ebadi, A., Vezvaei, A., Zamani, Z., and Ghanadha., M.R. 2004. Relationship among Quantitative and Qualitative Characters in 90 Grape vine (*Vitis vinifera*) Cultivars. *Acta Horticulturae*, 640: 275- 282.
16. Galleta, G.J., and Bringhurst, R.S. 1990. Strawberry Management. In: Galleta GJ, Himelrick DG (Eds) *Small Fruit Crop Management*, Prentice Hall, Career and Technology, NJ, USA, pp: 83-156.
17. Garcia, M.G., Ontivero, M., Ricci, J.C.D., and Castagnaro, A. 2002. Morphological Traits and High Resolution of RAPD Markers for the Identification of the Main Strawberry Varieties Cultivated in Argentina. *Plant Breeding*, 121: 76-80.
18. Gough, B. 2008. *An Encyclopedia of Small Fruit*. CRC Press, 145 p.
19. Hancock, J.F. 1999. *Strawberries*. CABI International Publishing, 237 p.
20. Harrison, R.E., Luby, J.J., Furnier, G.R., and Hancock, J.F. 1997. Morphological and Molecular Variation among Populations of Octoploid *Fragaria virginiana* and *F. chiloensis* (Rosaceae) from North America. *American Journal of Botany*, 84: 612-620.
21. Hochmuth, G.C., Cantliffe, C., Chandler, C., Stanley, E., Bish, E., Waldo, D., and Duval, J. 2006. Containerized Strawberry Transplants Reduce Establishment-period Water Use and Enhance Early Growth and Flowering Compared with Bare-root Plants. *Horticulture Technology*, 16: 46-54.
22. Kester, D.E. 1983. The Clone in Horticulture. *Horticulture Science*, 75:831-837.
23. Lopez- Galarza, S., Maroto, J.V., Pascual, B., Bono, M.S., and Alagarda, J. 1993. Influence of Different Climatic Protection and Forcing Systems on Some Production Parameters of Strawberry in Spin. *Acta Horticulture*, 384: 249-251.
24. Morgan, L. 2006. *Hydroponic Strawberry Production*. Published by Sun Tec New Zealand Ltd.
25. Nielsen, J.A., and Lovell, P.H. 2000. Value of Morphological Characters for Cultivar Identification in Strawberry (*Fragaria ×ananassa*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 28: 89-96.

26. Roudeillac, P., and Trajkovski, K. 2004. Breeding for Fruit Quality and Nutrition in Strawberries. *Acta Horticultur*, 649: 55-59.
27. Sargent, J., Geibel, M., Hawkins, J.A., Wilkinson, M.J., Battey, N.H., and Simpson, D.W. 2004. Quantitative and Qualitative Differences in Morphological Traits Revealed between Diploid *Fragaria* Species. *Annals of Botany*, 94: 787-796.
28. Sjulín, T.M and Dale, A. 1987. Genetic Diversity of North American Strawberry. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 112: 375-385.
29. Sharma, R.R. 2002. *Growing Strawberries*. Published by International Book Distributing Co. 124 p.
30. Tehranifar, A., and Sarsaefi, M. 2002. Strawberry Growing in Iran. *Acta Horticulture*, 567: 547-49.
31. Thompson, A.K. 2003. *Fruit and Vegetables: Harvesting, Handling and Storage*. Blackwell Publishing Ltd. 482 p.
32. UPOV. International Union for the Protection of New Varieties of Plant. 2009. Guidelines for the conduct of test for distinctness, uniformity and stability strawberry (*Fragaria L.*). Chemin des colombettes 34 Geneva, Suisse, 36 p.
33. Weising, K., Nybon, H., Wolff, K., and Gunter, K. 2005. *DNA Fingerprinting in Plants, Principle Methods and applications*. 2<sup>nd</sup>, CRC Press. Boca Raton FL, USA. 472 p.
34. Zebrowska, J. 1998. Influence of Pollination Modes on Yield Components in Strawberry. *Plant Breeding*, 117: 255-260.