پژوهش در علوم باغبانی
Journal of Reserch in Horticultural Science
جلد۲، شماره۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۲ (ص۳۲۶-۳۰۷) Vol. 2, No.2 Autumn and Winter 2023-2024 (307-326)
تارنمای مجله: https://rhsj.areeo.ac.ir مقاله علمی پژوهشی 10.22092/rhsj.2024.363533.1078

اصلاح معکوس فنوتیپی هیبرید تجاری گوجه فرنگی رقم آماریس

آتنا حیدریان دهکردی[۱]، جمالعلی الفتی‌چیرانی[۲*]، هدایت زکی‌زاده[۳]، فاطمه رحیمی‌اجدادی[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه گیلان، دانشکده علوم کشاورزی
۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه گیلان، دانشکده علوم کشاورزی
۳- استادیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه گیلان، دانشکده علوم کشاورزی
۴- استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه گیلان، دانشکده علوم کشاورزی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۶/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۴/۳۰

چکیده

از دیدگاه اقتصادی گوجه‌فرنگی پس از سیب‌زمینی دومین محصول پرارزش کشاورزی محسوب می‌شود که از لحاظ میزان مصرف سرانه در جهان نیز پس از آن قرار دارد. مشکل تولید گوجه‌فرنگی در ایران، پایین بودن عملکرد در واحد سطح است که یکی از دلایل آن عدم استفاده از بذرهای هیبرید باکیفیت است. هدف پژوهش حاضر پیش‌بینی توصیف فنوتیپی والدین هیبرید تجاری آماریس است. در این تحقیق رقم آماریس (گوجه گیلاسی) به عنوان یک رقم مطلوب در گلخانه‌ای در شهرکرد در سال ۱۴۰۱ کشت شد. در سال بعد، حدود ۱۰۰ بذر خودگشن حاصل از میوه‌های رسیده این رقم جمع‌آوری و مجدداً با بذرهای هیبرید آماریس کاشته شد و صفات مورد نظر آن‌ها ثبت شد. بر اساس شباهت با والدین، ژنوتیپ های ۱، ۲۱، ۲۵، ۳۹، ۴۴، ۴۷، ۵۸، ۵۹، ۶۶، ۳۱، ۳۲، ۳۴ و ۳۵ برای مولفه اول و ژنوتیپ‌های ۳، ۶، ۸، ۲۳، ۴۶، ۵۲، ۵۶، ۷۶ و ۳۷ برای مولفه دوم انتخاب شدند. انتظار می‌رود که هیبرید آماریس از تلاقی گیاهان منفرد مشابه این گروه‌ها پس از خالص سازی به دست آید. در بین افراد کاندید و باتوجه‌به شبیه‌سازی صفات کیفی و همچنین بر اساس فاصله ژنتیکی بین افراد که حداکثر فاصله برای تولید هیبرید در نظر گرفته می‌شود، ژنوتیپ های ۱۱ و ۴۷ به عنوان نزدیک‌ترین گیاه مشابه با یک والد و ژنوتیپ‌های ۲۱ و ۲۵ مشابه‌ترین به والد دیگر بودند. انتظار می‌رود با انتخاب و خالص سازی نتاج با چنین ریخته و ترکیب فنوتیپی بتوان به والدینی برای تولید هیبریدی تجاری مشابه آماریس دست یافت.

واژگان کلیدی: اصلاح معکوس فنوتیپی، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به مولفه‌های اصلی، وراثت‌پذیری.

Tomato hybrid cv. Amaris phenotypic reverse breeding

Atena Heydariana[1], Jamal-Ali Olfatia[2*], Hedayat Zakizadeha[3], Fatemeh Rahimi-Ajdadib[4]

1-MSc, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
2-Associate professor , Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
3-Assistant professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
4-Assistant professor, Department of Biosystems, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

Rceived: September 2023 **Accepted: July 2024**

Abstract

From an economic standpoint, tomatoes are considered the second most valuable agricultural product after potatoes. In terms of per capita consumption worldwide, tomatoes closely follow potatoes. However, tomato production in Iran faces challenges, particularly low yield per unit area. One contributing factor is the limited use of high-quality hybrid seeds. The objective of the present study is to predict the phenotypic characteristics of commercial Amaris hybrid parents. In this research, the Amaris variety (a type of cherry tomato) was cultivated in a greenhouse in Shahrekord in 2021. Approximately 100 self-pollinated seeds were collected from ripe fruits of this cultivar and replanted alongside Amaris hybrid seeds. The desired traits of these plants were recorded. Based on similarities with parental plants, specific genotypes were selected. For the first component, genotypes 1, 21, 25, 39, 44, 47, 58, 59, 66, 31, 32, 34, and 35 were chosen. For the second component, genotypes 3, 6, 8, 23, 46, 52, 56, 76, and 37 were identified. It is anticipated that Amaris hybrids will be obtained by crossing individual plants from these selected groups after further purification. Among the candidate individuals, genotypes 11 and 47 exhibit the closest resemblance to one parent, while genotypes 21 and 25 are similar to another parent. By carefully selecting and purifying the progeny based on this genetic combination, commercial hybrids similar to Amaris can be produced.

Keywords: Phenotypic inverse breeding, heritability, principal components analysis, cluster analysis

*نویسنده مسئول: jamalaliolfati@gmail.com

مقدمه

علی‌رغم مطالعات گسترده در زمینه تولید هیبرید گوجه‌فرنگی در سایر کشورها و معرفی بیش از ۱۰۰۰۰ واریته در دنیا، در داخل کشور به دلیل نیاز به‌صرف زمان و هزینه‌های مربوط به عملیات دورگ‌گیری و اصلاح، تاکنون تحقیقات کمتری در این زمینه انجام شده است و عمده بذر مورداستفاده زارعین از خارج از کشور وارد می‌شود. بیشتر برنامه‌های به‌نژادی روی بذر گوجه‌فرنگی‌های گلخانه‌ای انجام شده است و در زمینه اصلاح گوجه‌فرنگی مزرعه‌ای تحقیقات ناچیز است (فرزانه و همکاران، ۱۳۹۲). از دیدگاه اقتصادی گوجه‌فرنگی پس از سیب‌زمینی دومین محصول پرارزش کشاورزی محسوب می‌شود که از لحاظ میزان مصرف سرانه در جهان نیز پس از آن قرار دارد. مشکل تولید گوجه-فرنگی در ایران، پایین بودن عملکرد در واحد سطح است (اشکوری، ۱۳۸۷).

گوجه‌فرنگی یکی از سبزیهای میوه‌ای مهم، لذیذ و مفید است که به تازگی با توجه به صدور فرآورده‌های آن به دیگر کشورها، رونق بازار جهانی تولیدات حاصل از این فرآوری و امکانات وسیع تولید و فناوری آن در ایران اهمیت اقتصادی زیادی یافته است و با توجه به ارزآوری مناسب مورد توجه قرار گرفته بطوریکه به عنوان یک گیاه زراعی در سطح وسیع مورد کشت و کار قرار می‌گیرد (خزاعی و امرایی، ۱۳۹۴). وجود تنوع ژنتیکی اساس هر برنامه اصلاحی است، به‌طوری‌که موفقیت یک برنامه اصلاحی به نـوع و یا مقدار و تنوع موجود در مواد ژنتیکی بستگی دارد. وجود حداکثر تنوع، بزرگ‌ترین شانس برای رسیدن به موفقیت در گزینش محسوب می‌شود. عوامل ایجاد تنوع ژنتیکی و درنتیجه تکامل گیاهان زراعی را می‌توان به سه گروه، عمده تنوع مندلی، هیبریداسیون بین‌گونه‌ای و پلی‌پلوئیدی تقسیم‌بندی نمود (Saeidi *et al*., 2004).

امید است با استفاده از روش‌های نوین کشاورزی و استفاده از بذور هیبرید تولید این محصول در واحد سطح افزایش یابد؛ در بخش عمده زیر کشت سبزی‌های ایران در حال حاضر از بذرهای هیبرید استفاده می‌شود که گران قیمت بوده اما حجم و کیفیت تولید بالایی دارند (پیوست، ۱۳۸۱). آگاهی از تنوع جمعیت پیش‌شرط اصلی و اولین گام در اصلاح گیاهان است. به همین دلیل به‌منظور اصلاح ارقام جدید لازم است ژنوتیپ‌های موجود ازنظر پتانسیل‌های ژنتیکی و صفات مطلوب آن‌ها شناسایی شوند (کیا محمدی و همکاران، ۱۳۹۱) و سپس بر اساس مناسب‌ترین صفات، عملیات انتخاب انجام شود. صفات با بالاترین وراثت‌پذیری معیارهای مناسب گزینش هستند. روش‌های متعددی برای محاسبه وراثت‌پذیری وجود دارد که شامل انواع طرح‌های ژنتیکی از قبیل نتاج دو والدی، طرح‌های کارولینای شمالی، دای‌آلل و امید ریاضی جدول تجزیه واریانس است. انتظار می‌رود که هرچه قابلیت توارث یک صفت بیشتر باشد، شباهت بین والدین و فرزندان بیشتر شود (Houshmand, 2003). هیبریداسیون که اصلی‌ترین روش ایجاد تنوع است، یعنی تلاقی بین دو بوته متفاوت و به دست آوردن هیبریدهای F۱؛ اما هیبریداسیون بین‌گونه‌ای، به دلیل عقیم بودن نتاج در اثر اختلالات کروموزومی، تنها در مورد گیاهانی مفید است که از طریق غیرجنسی تکثیر می‌یابند. درصورتی‌که گونه‌ها به هم نزدیک باشند ممکن است فرم‌های با ارزشی تولید شود که صد در صد عقیم نبوده و مقداری بذر تولید نمایند (خدامباشی امامی و ربیعی، ۱۳۹۲). برای انجام تلاقی‌ها، هتروزیس معیار مناسبی است ولی هنگامیکه تعداد زیادی از والدین در یک برنامه اصلاحی قرار داشته باشند اندازه‌گیری هتروزیس آسان نمی‌باشد و اغلب بوسیله اشتباهات آزمایشی کنترل نشده

مانند نوسانات بارندگی و غیریکنواختی خاک از واقعیت دور می‌شود و همچنین تشخیص توانایی ترکیب‌پذیری گران و زمان‌بر است لذا بسیاری از دانشمندان سعی می‌کنند که هتروزیس را در سطح مولکولی پیش‌بینی کنند (Zhua *et al.,* 1999; Khan *et al.,* 2024; Chiwina *et al.,* 2024).

در بسیاری از گیاهان هیبریداسیون برای به‌دست‌آوردن واریته‌هایی با عملکرد بالا ضروری است؛ اما یک ژنوتیپ هتروزیگوت نمی‌تواند به‌صورت پایداری از طریق بذر تکثیر شود، زیرا ترکیب آللی مطلوب در هتروزیگوت منتخب، به دلیل تفرق صفات در نسل بعد از بین می‌رود. به این دلیل ایجاد روش‌هایی برای حفظ آسان ژنوتیپ‌های هتروزیگوت، یکی از بزرگ‌ترین چالش‌ها در اصلاح نباتات است. اصلاح معکوس به‌عنوان یک ابزار اصلاحی نیرومند و جدید، تثبیت ژنوتیپ‌های هتروزیگوت را امکان‌پذیر می‌سازد. واریته‌های هیبرید، به طور سنتی توسط انتخاب و تلاقی لاین‌های والدی تولید می‌شوند (زینتی و نظری، ۱۳۹۴). کیفیت بذر عامل مهمی برای افزایش عملکرد در واحد سطح است. گوجه‌فرنگی‌های کشت شده به دلیل فشردگی جمعیتی معمولاً تنوع ژنتیکی کمی دارند، و انتخاب فشرده چند صفت موردنظر در طول اهلی شدن منجر به ازبین‌رفتن بیشتر تنوع ژنتیکی در بین گونه‌های تجاری گوجه‌فرنگی شده است (Williams and Clair, 1993).

در پژوهشی که توسط فرزانه و همکاران (۱۳۹۲) روی نه لاین گوجه‌فرنگی به‌منظور بررسی ترکیب‌پذیری بـه روش دای آلل انجام شد، صفات مرتبط با عملکرد و زودرسی مورد مطالعه قرار گرفتند. برای همه صفات مرتبط با عملکرد و زودرسی تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها مشاهده شد. اثر توأم افزایشی و غیرافزایشی در کلیه صفات به جز صفت تعداد میوه در بوته وجود داشت. در بین تمامی صفات موردمطالعه صفت تعداد روز از جوانه‌زنی بذر تا ظهور اولین گل‌آذین، بیش‌ترین مقدار هتروزیس را با علامت مثبت و در جهت زودرسی محصول نشان داد. لاین Prg با کوچک‌ترین مقدار ترکیب‌پذیری عمومی در صفات تعداد روز از جوانه‌زنی تا ظهور اولین گل‌آذین و تعداد روز از جوانه‌زنی تا اولین رنگ‌گیری میوه، در تلاقی با سایر لاین‌ها باعث زودرسی هیبریدها شد. لاین 3Mb با داشتن بالاترین ترکیب‌پذیری عمومی در صفات مرتبط با عملکرد، به عنوان بهترین والد برای افزایش عملکرد شناسائی شـد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی دو سال زراعی طی سالهای ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ انجام شد. بذر هیبرید رقم آماریس (گوجه گیلاسی) در گلخانه‌ای در شهرکرد کشت شدند. میوه‌ها بعد از رسیدگی کامل، جمع آوری شده و به روش تخمیر بذرها از بخش ژله‌ای اطراف خود جدا شدند تا بذور نسل دوم به دست آید. مجدداً بذور هیبرید و بذور حاصل از خودگشنی آن‌ها (نسل دوم) در گلخانه با سیستم کشت خاکی کشت و کلیه صفات مهم شامل صفات موردنیاز اعم از ارتفاع بوته (با استفاده از متر)، طول میانگره، طول برگ، عرض برگ، طول برگچه‌ها، طول و عرض شکوفه گل، طول و عرض دمگل میوه، نسبت طول به عرض میوه، ضخامت پریکارپ، زاویه برگ‌ها با ساقه اصلی و زاویه دو برگ با یکدیگر اندازه‌گیری شدند. تعداد بوته های کشت شده ۷۶ عدد بود که ۱۶ عدد از نسل اول و ۶۰ عدد از نسل دوم بودند. حداقل دمای روزانه ۲۵ و حداقل دمای شبانه ۱۵ درجه سانتی گراد بود. برای انتقال گیاهان به بستر اصلی (زمین گلخانه) ابتدا زمین گلخانه شخم زده شد و با استفاده از شن‌کش، سنگ‌های بزرگ و کلوخ‌ها از خاک جدا شدند و

خاک صاف و یکدست شد. برای رشد و عملکرد بهتر گیاهان مقداری کود حیوانی پوسیده با خاک مخلوط شد، سپس گیاهان با فاصله های ۵۰-۴۰ سانتی‌متر در هر ردیف و فاصله‌ی ۵۰ سانتی‌متری بین ردیف‌ها مطابق توصیه محققین قبلی (خوشخوی و همکاران، ۱۳۷۹) به زمین انتقال داده شدند.

از هر بوته ۱۰ عدد میوه برداشت شد، و با استفاده از ترازوی دیجیتال وزن شدند. صفات اندازه‌گیری شامل ارتفاع بوته، طول میانگره، طول برگ، عرض برگ، طول برگچه، عرض برگچه، طول شکوفه گل، عرض شکوفه گل، طول دمگل میوه، عرض دمگل میوه، درخشندگی میوه، زاویه دو برگ با هم، زاویه برگ با ساقه اصلی، قطر میوه، عرض میوه، ضخامت پریکارپ، ضخامت داخلی میوه، وزن میوه، تعداد میوه در خوشه، تعداد میوه در بوته، تعداد خوشه در بوته و شدت رنگ قرمز بودند. برای انجام آزمایش‌های آماری و اطمینان از نرمال بودن داده‌ها ابتدا در نرم افزار SAS شاخص‌هایی مانند کشیدگی، چولگی، میانگین و واریانس تمامی صفات هر دو رقم به صورت جداگانه محاسبه شد، لازم به ذکر است آزمایشات آماری برای نسل‌های اول و دوم به صورت جداگانه محاسبه شدند. سپس برای مقایسه میانگین بین نسل‌های اول و دوم از آزمون تی مستقل استفاده شد که این مقایسه نیز برای تمامی صفات انجام شد (سلطانی، ۱۳۹۲). اجزای فنوتیپی و وراثت‌پذیری برای تمامی صفات هر دو رقم با فرمول‌های زیر محاسبه شدند (خدامباشی امامی، ربیعی، ۱۳۹۲):

(۱) $VP = VG + VE + VGE$

(۲) $H_b = VG/VP = VG/(VG+VE+VGE)$

واریانس ژنوتیپی (VG)، واریانس محیطی (VE)، اثر متقابل ژنوتیپ و محیط (V_{GE})، وراثت‌پذیری (H_b).

برای انجام تجزیه کلاستر و انتخاب شجره‌ای ابتدا تجزیه چندمتغیره برای تجزیه به مولفه‌های اصلی با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد، همچنین به‌منظور بررسی متغیرهای اندازه‌گیری شده ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی، تجزیه واریانس بر اساس طرح کاملاً تصادفی نامتعادل و همچنین مقایسه میانگین بر اساس آزمون توکی در نرم‌افزار SAS انجام شد. برای تعیین نقش هر یک از صفات در تنوع موجود میان ژنوتیپ‌ها تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام شد (سلطانی، ۱۳۹۲). بر اساس خروجی مقدار ویژه مؤلفه‌هایی که مقدار عددی آن‌ها از عدد ۱ بیشتر بود برای بررسی‌های بعدی انتخاب شدند. برای بررسی اثر ژنوتیپ و ژنوتیپ در محیط از روش بای‌پلات استفاده شد.

نتایج و بحث

بررسی شاخص‌های چولگی و کشیدگی داده‌های مربوط به صفات ارتفاع بوته، طول میانگره، طول برگ، عرض برگ، طول برگچه، عرض برگچه، طول شکوفه گل، عرض شکوفه گل، طول دمگل میوه، عرض دمگل میوه، درخشندگی میوه، زاویه دو برگ با هم، زاویه برگ با ساقه اصلی، قطر میوه، عرض میوه، ضخامت پریکارپ، قطر هسته در سطح مقطع، وزن میوه، تعداد میوه در خوشه، تعداد میوه در بوته، تعداد خوشه در بوته و شدت رنگ قرمز در نسل اول رقم آماریس نشان داد که این داده‌ها از توزیع نرمال تبعیت می‌کنند. میزان میانگین این صفات به همراه شاخص‌های مربوطه در جدول ۱ آورده شده است. همان‌طور که می‌دانیم تنوع در این نسل صرفاً محیطی است. تنوع محیطی ناشی از اثر عوامل محیطی مختلف روی گیاهانی با ژنوتیپ مشابه است. تأثیر محیط روی گیاه به نتاج آن منتقل نمی‌شود (خدامباشی امامی و ربیعی، ۱۳۹۲)

جدول ۱- بررسی نرمال بودن داده‌های مربوط به بذور نسل اول رقم آماریس

Table 1- Checking the normality of the data related to the first-generation seeds of Amaris variety

شاخص‌های آماری Statistical indices	صفات Characteristics										
	ارتفاع بوته Plant height	طول میانگره Internode length	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	طول برگچه Leaflet length	عرض برگچه Leaflet width	طول شکوفه گل Flower length	عرض شکوفه گل Flower width	طول دمگل میوه Peduncle length	عرض دمگل میوه peduncle width	درخشندگی میوه Fruit brilliance
چولگی Skewness	۰/۸۰۲	۰/۵۰۴	۱/۲۵	۰/۶۲۵	−۱/۰۶۷	−۱/۱۱۵	۰/۴۵۷	−۱/۲۷	−۱/۰۸	−۱/۹۲	−۰/۵۵۳
کشیدگی Kurtosis	۰/۶۲۴	−۰/۴۴۲	۱/۱۳۸	۰/۰۵۵	۰/۰۱۱	۰/۷۲۱	۲/۰۰	−۰/۴۳۹	۱/۹۲۱	۱/۹۶۴	−۱/۰۲۶
میانگین Mean	۱۵۶/۶	۹/۱۴	۳۱/۴	۲۳/۲	۶/۸۹	۴/۱۶	۳/۰۱	۰/۲۷۵	۳/۲	۰/۲۵	۰/۷۴۲
واریانس Variance	۱۱۴/۴۷	۱/۰۰۱	۸/۵۰۶	۶/۲۷۸	۰/۶۶	۰/۴۹۷	۰/۱۲۲	۰/۰۰۲	۰/۱۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸

ادامه جدول ۱

Table 1-continue

شاخص‌های آماری Statistical indices	صفات Characteristics										
	زاویه دو برگ با همدیگر Angle between leaves	زاویه برگ با ساقه اصلی Angle between leaf and stem	قطر میوه Fruit diameter	عرض میوه Fruit width	ضخامت پریکارپ Pericarp thickness	قطر هسته در سطح مقطع Locular area diameter	وزن میوه Fruit weight	تعداد میوه در خوشه Number of fruits per cluster	تعداد میوه در بوته Number of fruits per plant	تعداد خوشه در بوته Number of clusters per plant	شدت رنگ قرمز Red color intensity
چولگی Skewness	۰/۶۶۱	-۰/۵۸۲	۰/۲۸۴	۰/۴۴۱	-۰/۰۰۹	-۰/۲۸۸	۰/۲۴۵	۰/۰۰۱	۰/۸۴۲	-۰/۷۰۷	-۰/۳۶۹
کشیدگی Kurtosis	-۰/۱۵۳	۰/۰۵۱	۰/۰۶۳	-/۳۱۲	-۱/۷۶۴	-۱/۶۵	-۱/۶۵	-۱/۱۵۲	-۱/۱۶۵	-۰/۸۳۵	-۱/۰۸
میانگین Mean	۱۴۵/۶	۷۵/۶	۲/۱۴۱	۲/۹	۰/۳	۰/۴	۹/۰۰	۸/۳	۶۹/۶	۸/۶	۰/۰۱۲
واریانس Variance	۱۷۷/۷	۷۰/۲۳	۰/۰۴۳۷	۰/۱۹۸	۰/۰۰۲۴	۰/۰۰۱۲	۱/۱۴۶	۱/۱۷۴	۸۴/۵۶	۲/۰۵۴	۲/۳۸۷

جدول ۲- بررسی نرمال بودن داده‌های مربوط به بذور نسل دوم رقم آماریس

Table 2- Checking the normality of the data related to the second-generation seeds of Amaris variety

شاخص‌های آماری Statistical indices	صفات Characteristics										
	ارتفاع بوته Plant height	طول میانگره Internode length	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	طول برگچه Leaflet length	عرض برگچه Leaflet width	طول شکوفه گل Flower length	عرض شکوفه گل Flower width	طول دمگل میوه Peduncle length	عرض دمگل میوه peduncle width	درخشندگی میوه Fruit brilliance
چولگی Skewness	۰/۰۷۸	-۰/۰۳۵	۰/۴۲	۰/۵۱۹	۰/۱۳۹	۰/۲۰۲	۰/۰۷۵	-۰/۰۱	۰/۱۲۴	-۰/۵۸	-۰/۱۶۸
کشیدگی Kurtosis	-۱/۰۳۹	-۰/۲۴۶	-۰/۸۷۵	-۰/۹۸۵	-۱/۰۷	-۰/۹۲۹	-۰/۳۹۶	۰/۱	-۰/۱۹	-۱/۷۲	-۱/۲۵
میانگین Mean	۱۳۴/۲	۷/۷۷	۲۵/۹۲	۲۰/۸۸	۷/۰۱	۴/۴۲	۲/۹۳	۰/۲۹	۳/۰۸	۰/۲۶۳	۱/۶۸
واریانس Variance	۲۶۵/۶۲	۱/۳۳۲	۱۱/۳۷۹	۸/۷۴۶	۱/۰۵۳	۰/۵۴	۰/۱۷۷	۰/۰۰۳	۰/۲۶۶	۰/۰۰۲	۰/۰۳۶

ادامه جدول ۲

Table 2-continue

شاخص‌های آماری Statistical indices	صفات Characteristics										
	زاویه دو برگ با همدیگر Angle between leaves	زاویه برگ با ساقه اصلی Angle between leaf and stem	قطر میوه Fruit diameter	عرض میوه Fruit width	ضخامت پریکارپ Pericarp thickness	قطر هسته در سطح مقطع Locular area diameter	وزن میوه Fruit weight	تعداد میوه در خوشه Number of fruits per cluster	تعداد میوه در بوته Number of fruits per plant	تعداد خوشه در بوته Number of clusters per plant	شدت رنگ قرمز Red color intensity
چولگی Skewness	-۰/۴۶۴	-۰/۳۷۲	-۰/۴۱۷	-۰/۵۲۲	۰/۰۳۶	۰/۳۴۱	-۰/۰۴۹	-۰/۱۴۱	-۰/۳۹۷	-۰/۷۴۲	-۰/۲۷
کشیدگی Kurtosis	-۰/۹۳۳	-۰/۴۰۷	۰/۴۷۲	۰/۰۱۳	-۰/۹۷۶	۰/۰۶۸	-۱/۰۹۸	-۱/۱۲۹	-۰/۹۴۷	۰/۲۰۶	-۱/۰۷
میانگین Mean	۱۵۲/۰	۸۱/۵	۱/۹۷۸	۲/۸۸	۰/۲۸۳	۰/۳۱۲	۸/۵۸	۷/۷	۵۵/۳	۹/۰۶	۰/۰۲۱
واریانس Variance	۵۱۳/۱۰۲	۹۹/۰۴	۰/۰۷۸	۰/۲۲۱	۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۳۳	۲/۰۰۲	۱/۹۸۱	۱۴۶/۵۶	۲/۷۶۶	۷/۳۳

میانگین نسل دوم در مورد ارتفاع بوته نسبت به نسل اول افزایش معنی‌داری را نشان داد. وجود تفاوت بین دو نسل احتمالاً به معنی نقش پررنگ هتروزیس در کنترل این صفت و احتمالاً یکسان نبودن والدین این هیبرید از نظر این صفت است. صفایی و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی نتاج حاصل از تلاقی والدین متفاوت از نظر ارتفاع بوته تفاوت معنی‌داری بین نسل‌های مورد بررسی را گزارش نمودند، همچنین میانگین در این نسل نسبت به نسل قبلی کاهش داشت که نشان از تأثیر خودگشنی بر کاهش این صفت داشت. ضعف ناشی از خودگشنی عمدتاً در خصوص صفاتی دیده می‌شود که کنترل ژنتیکی آن‌ها تابع اثرات غالبیت ژن‌ها است (اسپنانی و مجیدی، ۱۳۹۴). میانگین نسل دوم در خصوص صفاتی مثل طول میانگره، طول برگ، عرض برگ، طول شکوفه گل، طول دمگل میوه، قطر میوه، عرض میوه، ضخامت پریکارپ، قطر هسته در سطح مقطع، وزن میوه، تعداد میوه در خوشه و تعداد میوه در بوته نیز همانند ارتفاع بوته نسبت به نسل اول افزایش معنی‌دار داشتند (جدول ۳) و درنتیجه تفاوت بین دو نسل وجود دارد که احتمالاً به دلیل نقش پررنگ هتروزیس در کنترل این صفات است و همان‌طور که در مورد ارتفاع بوته گفتهٔ شد احتمالاً این هیبرید در خصوص این صفات دارای والدین یکسان نیست (صفایی و همکاران، ۱۳۸۸)، و احتمالاً به دلیل تأثیر خودگشنی شاهد کاهش میانگین نسل اول نسبت به میانگین نسل دوم بودیم (اسپنانی و مجیدی، ۱۳۹۴). میانگین نسل دوم برای صفاتی مثل طول برگچه، عرض برگچه، عرض شکوفه گل، عرض دمگل میوه، درخشندگی میوه، زاویه دو برگ با هم، زاویه برگ با ساقه اصلی، تعداد میوه در خوشه و شدت رنگ قرمز نسبت به نسل اول افزایش معنی‌داری را نشان نداد و تفاوت معنی‌داری هم وجود نداشت (جدول ۳). عدم تفاوت بین دو نسل احتمالاً به معنی نقش کم‌رنگ هتروزیس در کنترل این صفت و احتمالاً یکسان بودن والدین این هیبرید از نظر این صفات دارد، همچنین احتمالاً افزایش میانگین نسل دوم نسبت به نسل اول به دلیل تأثیر خودگشنی بر افزایش این صفات بود (اسپنانی و مجیدی، ۱۳۹۴).

میزان واریانس فنوتیپی، محیطی، ژنتیکی و میزان وراثت‌پذیری صفات ارتفاع بوته، طول برگچه، عرض برگچه، عرض شکوفه گل، عرض دمگل میوه، درخشندگی میوه، زاویه دو برگ با هم، زاویه برگ با ساقه اصلی، عرض میوه، ضخامت پریکارپ، وزن میوه، شدت رنگ، طول میانگره، طول برگ، عرض برگ، طول شکوفه گل، طول دمگل میوه، قطر میوه، قطر هسته در سطح مقطع، تعداد میوه در خوشه، تعداد میوه در بوته و تعداد خوشه در بوته در جدول ۴ آورده شد. سهم واریانس محیطی برای صفات طول میانگره، طول برگ، عرض برگ، طول برگچه، عرض برگچه، عرض شکوفه گل، طول دمگل میوه، زاویه برگ با ساقه اصلی، قطر میوه، عرض میوه، تعداد میوه در خوشه، تعداد میوه در بوته و تعداد خوشه در بوته بالا بود که بیانگر اثرپذیری بالای این صفات از محیط است و این به‌خاطر کمی بودن این صفات است. در مورد صفات ارتفاع بوته، زاویه دو برگ با هم، قطر هسته در سطح مقطع، طول شکوفه گل، عرض دمگل میوه، وزن میوه، ضخامت پریکارپ، شدت رنگ قرمز و درخشندگی میوه سهم واریانس ژنتیکی و میزان وراثت‌پذیری بالا بود. این صفات کمتر تحت‌تأثیر محیط قرار گرفتند که بیانگر کیفی بودن این صفات است. از بین صفاتی که احتمالاً کیفی هستند در مورد صفات ارتفاع بوته، طول و عرض شکوفه گل، طول و عرض دمگل میوه، زاویه برگ با ساقه اصلی، عرض میوه، ضخامت پریکارپ، قطر هسته در سطح مقطع، وزن میوه، تعداد میوه در خوشه و تعداد میوه در بوته تفاوتی بین نسل‌های مختلف دیده نشد و این احتمالاً به معنی یکسان بودن والدین از نظر این صفات است؛ اما در خصوص صفات طول میانگره، طول و عرض برگ، طول و عرض برگچه، درخشندگی میوه، زاویه دو برگ با هم، قطر میوه، تعداد خوشه در بوته و شدت رنگ قرمز تفاوت معنی‌دار بین دو نسل وجود داشت؛ بنابراین در نسل دوم تنوع ژنتیکی به تنوع محیطی افزوده شده ازاین‌رو نسبت‌های مشاهده شده با نسبت‌های کیفی مورد انتظار در ادامه بررسی گردید.

جدول ۳- نتیجه آزمون تی بین نسل‌های اول و دوم رقم آماریس

Table 3- The result of t-test between the first and second generations of Amaris variety

شاخص‌های آماری Statistical indices	صفات characteristics										
	ارتفاع بوته Plant height	طول میانگره Internode length	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	طول برگچه Leaflet length	عرض برگچه Leaflet width	طول شکوفه گل Flower length	عرض شکوفه گل Flower width	طول دمگل میوه Peduncle length	عرض دمگل میوه peduncle width	درخشندگی میوه Fruit brilliance
میانگین نسل اول First generation mean	۱۵۶/۶	۹/۱۴	۳۱/۴	۲۳/۲	۶/۸۹	۴/۱۶	۳/۰۱	۰/۲۷۵	۳/۲	۰/۲۵	۰/۷۴۲
میانگین نسل دوم Second generation mean	۱۳۴/۲	۷/۷۷	۲۵/۹۲	۲۰/۸۸	۷/۰۱	۴/۴۲	۲/۹۳	۰/۲۹	۳/۰۸	۰/۲۶۳	۱/۶۸
نتیجه آزمون (t) t-test	۲/۳**	۳/۷**	۳/۸**	۱/۸**	۰/۲ns	۰/۷ns	۰/۸**	۱/۱ns	۰/۸**	۱/۲ns	۲/۰۸ns

ns، *و** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and ** non-significant and significant at P≤0.05 and P≤0.01 respectively

ادامه جدول ۳

Table 3-continue

شاخص‌های آماری Statistical indices	صفات characteristics										
	زاویه دو برگ با همدیگر Angle between leaves	زاویه برگ با ساقه اصلی Angle between leaf and stem	قطر میوه Fruit diameter	عرض میوه Fruit width	ضخامت پریکارپ Pericarp thickness	قطر هسته در سطح مقطع Locular area diameter	وزن میوه Fruit weight	تعداد میوه در خوشه Number of fruits per cluster	تعداد میوه در بوته Number of fruits per plant	تعداد خوشه در بوته Number of clusters per plant	شدت رنگ قرمز Red color intensity
میانگین نسل اول First generation mean	۱۴۵/۶	۷۵/۶	۲/۱۴۱	۲/۹	۰/۳	۰/۴	۹/۰۰	۸/۳	۶۹/۶	۸/۶	۰/۰۱۲
میانگین نسل دوم Second generation mean	۱۵۲/۰	۸۱/۵	۱/۹۷۸	۲/۸۸	۰/۲۸۳	۰/۳۱۲	۸/۵۸	۷/۷	۵۵/۳	۹/۰۶	۰/۰۲۱
نتیجه آزمون (t) t-test	۰/۸ns	۱/۴ns	۲/۵**	۰/۶ns	۰/۳ns	۱/۷**	۵/۰**	۱/۲**	۲/۴**	۰/۸ns	۲/۰۱ns

جدول ٤- میزان واریانس فنوتیپی و ژنتیکی صفات مختلف در نسل دوم رقم آماریس

Table 4- The amount of phenotypic and genetic variance of different traits in the second generation of Amaris variety

شاخص‌های آماری Statistical indices	صفات										
	ارتفاع بوته Plant height	طول میانگره Internode length	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	طول برگچه Leaflet length	عرض برگچه Leaflet width	طول شکوفه گل Flower length	عرض شکوفه گل Flower width	طول دمگل میوه Peduncle length	عرض دمگل میوه peduncle width	درخشندگی میوه Fruit brilliance
واریانس فنوتیپی Phenotypic variance	۲۶۵/۶۲	۱/۳۳۲	۱۱/۳۷	۸/۷۴۶	۱/۰۵۳	۰/۵۴	۰/۱۷۷	۰/۰۰۳	۰/۲۶۶	۰/۰۰۲۳	۰/۰۳۶
واریانس ژنتیکی Genetic variance	۱۵۱/۱۵	۰/۳۳۱	۲/۸۷۳	۲/۴۶۸	۰/۳۹۳	۰/۰۴۳	۰/۱۰۹	۰/۰۰۱	۰/۱۲۶	۰/۰۰۱۳	۰/۰۲۸
واریانس محیطی Environmental variance	۱۱۴/۴۷	۱/۰۰۱	۸/۵۰۶	۶/۲۷۸	۰/۶۶	۰/۴۹۷	۰/۰۶۸	۰/۰۰۲	۰/۱۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸
وراثت‌پذیری عمومی Broad sense heritability	۰/۵۶۹	۰/۲۴۸	۰/۲۵۲	۰/۲۸۲	۰/۳۷۳	۰/۰۷	۰/۶۱۵	۰/۳۳	۰/۴۷۳	۰/۵۶۵	۰/۷۷

ادامه جدول ٤

Table 4-continue

شاخص‌های آماری Statistical indices	صفات										
	زاویه دو برگ با همدیگر Angle between leaves	زاویه برگ با ساقه اصلی Angle between leaf and stem	قطر میوه Fruit diameter	عرض میوه Fruit width	ضخامت پریکارپ Pericarp thickness	قطر هسته در سطح مقطع Locular area diameter	وزن میوه Fruit weight	تعداد میوه در خوشه Number of fruits per cluster	تعداد میوه در بوته Number of fruits per plant	تعداد خوشه در بوته Number of clusters per plant	شدت رنگ قرمز Red color intensity
واریانس فنوتیپی Phenotypic variance	۵۱۳/۱۰۲	۹۹/۰۴	۰/۰۷۸	۰/۲۲۱	۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۳۳	۲/۷۸۷	۱/۹۸۱	۱۴۹/۵۶	۲/۷۶۶	۷/۳۳
واریانس ژنتیکی Genetic variance	۳۳۵/۱۳	۲۸/۸	۰/۰۳	۰/۰۲۲	۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۲۱	۱/۶۴۱	۰/۸۰۶	۶۴/۹۹	۰/۷۱۲	۴/۹۴
واریانس محیطی Environmental variance	۱۷۷/۷۷	۷۰/۲۳	۰/۰۴۷	۰/۱۹۸	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰۱۲	۱/۱۴۶	۱/۱۷۴	۸۴/۵۶	۲/۰۵۴	۲/۳۸۷
وراثت‌پذیری عمومی Broad sense heritability	۰/۶۵۳	۰/۲۹	۰/۳۹۳	۰/۱۰۳	۰/۵۴۱	۰/۶۳۶	۰/۵۸۸	۰/۴۰۷	۰/۴۳۴	۰/۲۵۷	۰/۶۷۴

آزمون مربع کای برای صفات کیفی نسل دوم رقم آماریس، برای صفاتی که نتیجه آزمون تی آن‌ها معنی‌دار شده بود مثل ارتفاع بوته، ضخامت پریکارپ و طول شکوفه گل انجام شد (جدول ۵)، نتایج به این صورت بود که برای تمامی این صفات نظیر ارتفاع بوته، طول شکوفه گل و ضخامت پریکارپ با نسبت مندلی ۳:۱ آزمون انجام شد (ذکی دیزجی، ۱۳۹۵) و نتیجه آزمون کای معنی‌دار نشد و در نتیجه بین فراوانی‌های مشاهده شده و فراوانی‌های مورد انتظار تفاوت وجود ندارد و نسبت موردنظر برای تمامی صفات ذکر شده تأیید شد (خدامباشی امامی و ربیعی، ۱۳۹۲).

صفات ارتفاع بوته، زاویه دو برگ با هم، ضخامت داخلی میوه، طول شکوفه گل، عرض دمگل میوه، ضخامت پریکارپ، شدت رنگ قرمز و درخشندگی میوه صفات کیفی تشخیص داده شدند که هر کدام دارای دو نوع فنوتیپ هستند، ارتفاع بوته با فنوتیپ‌های پا-کوتاهی (مغلوب) و پابلندی (غالب) در بوته‌ها مشاهده شد، صفت زاویه دو برگ باهم دارای فنوتیپ‌های حاده (مغلوب) و منفرجه (غالب) بود، طول شکوفه گل دو نوع فنوتیپ قطور (غالب) و نازک (مغلوب) داشت، عرض دمگل میوه هم مانند ضخامت پریکارپ میوه دو نوع فنوتیپ ضخامت زیاد (غالب) و ضخامت کم (مغلوب) را دارا بود،

جدول ۵- نتیجه آزمون مربع کای رقم آماریس

Table 5- The result of chi square test of Amaris varietyof Amaris variety

صفات Characteristics	فنوتیپ نتاج Progeny phenotype	نسبت‌های مورد انتظار (۳:۱) Expected ratio (3:1)	نسبت‌های مشاهده شده Observed ratio
ارتفاع بوته Plant height	X- (پابلند) indeterminate	۵۷	۵۸
	Xx (پاکوتاه) determinate	۱۹	۱۸
	کل total	۷۶	
	نتیجه آزمون مربع کای K2 test	۰/۷۸ns	
ضخامت پریکارپ Pericarp thickness	X- (زیاد) High	۵۷	۶۲
	Xx (کم) Low	۱۹	۱۴
	کل Total	۷۶	
	نتیجه آزمون مربع کای K2 test	۰/۱۳ns	
طول شکوفه گل Length of flower bloom	X- (ضخیم) Thick	۵۷	۵۴
	Xx (نازک) Thin	۱۹	۲۲
	کل Total	۷۶	
	نتیجه آزمون مربع کای K2 test	۰/۴۴ns	

ns، غیرمعنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

ns, non-significant at P≤0.05

۱ -در آزمایشات تولید مثلی بر روی نخود فرنگی، مندل صفات متضاد را مورد مطالعه قرار داد . از خودلقاحی گیاهان F1 هر دو گیاه بلند و کوتاه به نسبت ۳ به ۱ به دست آمدند.

جدول ٦- داده‌های ژنوتیپ‌های شبیه سازی شده به والدین

Table 6- Data of simulated genotypes to parents

صفات											
ژنوتیپ Genotype	ارتفاع بوته Plant height (cm)	طول میانگره Internode length (cm)	طول برگ Leaf length (cm)	عرض برگ Leaf width (cm)	طول برگچه Leaflet length (cm)	عرض برگچه Leaflet width (cm)	طول شکوفه گل Flower length (cm)	عرض شکوفه گل Flower width (cm)	طول دمگل میوه Peduncle length (cm)	عرض دمگل میوه peduncle width (cm)	درخشندگی میوه Fruit brilliance
۱۱	۱۴۵	۷/۱	۲۹/۵	۲۴	۸/۷	۵/۵	۲/۹	۰/۲	۳/۳	۰/۳	۲/۴۹
۴۷	۱۳۲	۸/۵	۲۷/۸	۱۹/۲	۶/۸	۳/۳	۳/۳	۰/۳	۳/۴	۰/۳	۰/۵۲
۲۱	۱۵۲	۸/۲۵	۲۶/۵	۱۹/۵	۸/۱	۵/۲	۲/۸	۰/۳	۴/۱	۰/۳	۰/۷۳
۲۵	۱۵۷	۹/۲۱	۲۴/۶	۲۴/۶	۸	۴/۲	۳	۰/۴	۳/۲	۰/۳	۱/۰۵

ادامه جدول ٦

Table 6-continue

صفات											
ژنوتیپ Genotype	زاویه دو برگ با همدیگر Angle between leaves	زاویه برگ با ساقه اصلی Angle between leaf and stem	قطر میوه Fruit diameter (cm)	عرض میوه Fruit width (cm)	ضخامت پریکارپ Pericarp thickness (cm)	وزن میوه Fruit weight (g)	تعداد میوه درخوشه Number of fruits per cluster	تعداد میوه دربوته Number of fruits per plant	تعدادخوشه دربوته Number of clusters per plant	شدت رنگ قرمز Red color intensity
۱۱	۱۰۰	۷۵	۲/۰۳	۳/۳۲	۰/۴	۸/۲	۸	۴۸	۷	۰/۰۲
۴۷	۱۶۰	۸۵	۱/۸۱	۳/۱	۰/۲۱	۷/۳	۱۲	۷۷	۱۱	۰/۰۰۹
۲۱	۱۸۵	۹۰	۲/۰۷	۲/۷	۰/۲۲	۶/۸	۹	۷۲	۱۲	۰/۰۱
۲۵	۱۳۵	۷۰	۲/۲	۲/۰۵	۰/۳	۱۲/۶	۱۰	۷۱	۸	۰/۰۱

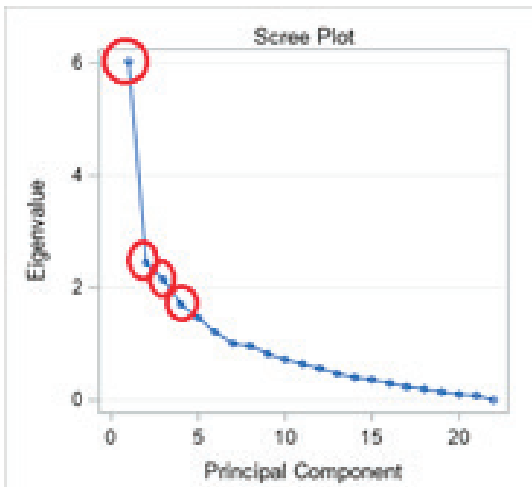
نتایج تجزیه به مولفه های اصلی برای رقم آماریس به این صورت بود که ۷ مولفه اول مقدار عددی بالاتر از یک داشتند که برای انتخاب مناسب بودند (جدول ۷) اما براساس نمودار اسکری پلات (شکل ۱)، ۴ مولفه اول انتخاب شدند.

داده‌های مربوط به مولفه‌های منتخب در جدول ۸ آورده شد. ژنوتیپ‌هایی که با رنگ نارنجی مشخص شده‌اند، این افراد از نظر هر سه مولفه مقادیر بالایی داشتند پس در روش انتخاب مرسوم با استفاده از تجزیه به مولفه‌های اصلی انتخاب می‌شدند، ژنوتیپ‌هایی که با رنگ قرمز مشخص شدند این‌ها افرادی هستند که از نظر مؤلفه اول مقادیر بالا ولی از نظر مؤلفه دوم مقدار پائین دارند، ژنوتیپ‌هایی که با رنگ آبی مشخص شدند عکس حالت قبل هستند؛ یعنی از نظر مؤلفه دوم بالا و از نظر مؤلفه اول پائین هستند. در هر دو گروه افرادی نهایتاً انتخاب خواهند شد که از نظر مقدار مؤلفه سوم هم بالا بوده باشند که با رنگ سبز مشخص شدند. تشخیص سازگاری با هتروزیس پربازده مهمترین گام در توسعه محصولات هیبریدی است. به طور کلی، والدین با توانایی سازگاری عمومی بالاتر و فاصله ژنتیکی بیشتر می‌توانند ترکیبی با عملکرد بهتر تولید کنند. همچنین تخمین قابلیت سازگاری پرهزینه و زمان‌بر است، به طوری که بسیاری از دانشمندان سعی در پیش بینی هتروزیس در سطح مولکولی دارند و نتایج متفاوتی در این مطالعات مشاهده شد. از جمله آنها، ژوا و همکاران (۱۹۹۹)، لیو و همکاران (۱۹۹۹) و کرنا و همکاران (۱۹۹۷) اظهار داشت که هیچ ارتباطی بین فاصله ژنتیکی با تظاهرات هیبریدها و هتروزیس وجود ندارد، در حالی که تاکاتسو و همکاران (۲۰۰۱) اسمیت و همکاران (۱۹۹۰)، کرس و همکاران (۲۰۰۰) بیان کردند که می‌توان هیبریدهای برتر را براساس فاصله ژنتیکی پیش بینی کرد.

جدول ۷- مقدار ویژه مولفه‌های اصلی حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی

Table 7- The eigenvalue of the principal components resulting from principal components analysis

مؤلفه Component	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
مقدار ویژه **Eigenvalue**	۶/۰۳	۲/۴۴	۲/۱	۱/۷	۱/۴	۱/۲	۱



شکل ۱. اسکری پلات برای انتخاب بهتر مولفه‌ها

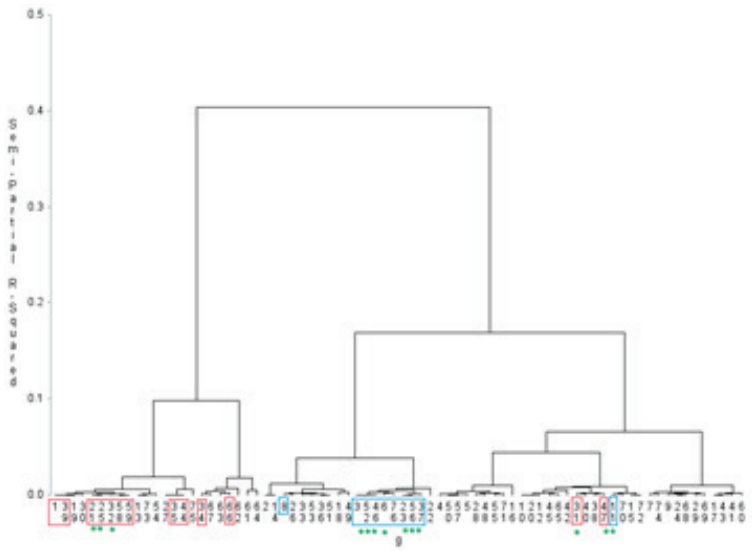
Figure 1- Scree plot to select the best components

جدول ۸- مقدار عددی مولفه‌های منتخب رقم آماریس

Table 8- Numerical value of selected components of Amaris variety

ژنوتیپ‌ها genotypes	مؤلفه ۱ Com. 1	مؤلفه ۲ Com. 2	مؤلفه ۳ Com. 3	مؤلفه ٤ Com. 4	ژنوتیپ‌ها genotypes	مؤلفه ۱ Com. 1	مؤلفه ۲ Com. 2	مؤلفه ۳ Com. 3	مؤلفه ٤ Com. 4
۱	۱۲۲/۴	−۱۱/۵	−۳/۸	−۲۱/۶	۳۹	۱۲۲/۶	−۱۰/۸	−۵/۴	−۲۰/۱
۲	۱۱۳/۱	۲/۳	−۳/۴	−۳۲/۶	۴۰	۱۰۵/۰۸	−۲۰/۲	−۰/۳	−۱۵/۷
۳	۹۴/۳	۲/۰۶	−۰/۴۴	−۳۲/۲	۴۱	۸۹/۳	−۱۰/۱	۲/۵	−۲۴/۰۴
۴	۹۶/۹	−۱۶/۹	−۵/۴	−۳/۴	۴۲	۹۹/۶	−۹/۹	۷/۵	−۱۳/۱
۵	۹۱/۸	۱۹/۰۲	−۴/۷	−۱/۵	۴۳	۹۲/۸	−۵/۵	−۰/۲	−۲۴/۹
۶	۱۰۲/۷	۳/۱۵	−۲/۳	−۳۲/۶	۴۴	۱۱۸/۷	−۱۳/۵	−۶/۶	−۱۰/۶
۷	۹۵/۰۳	−۹/۴	−۳/۶	−۱۴/۷	۴۵	۹۷/۵	−۱۳/۹	−۲/۱	−۱۳/۸
۸	۱۰۳/۷	−۸/۷	−۲/۶	−۲۰/۲	۴۶	۹۳/۵	۴/۴	−۱/۰۲	−۳۳/۱
۹	۸۸/۴	−۳/۹	−۳/۲	−۱۸/۰۵	۴۷	۱۰۹/۸	−۱۹/۳	−۲/۸	−۱۱/۳
۱۰	۱۰۴/۴	−۱۱/۹	−۳/۸	−۱۴/۶	۴۸	۱۰۲/۱	−۱۸/۱	−۴/۰۲	−۷/۲
۱۱	۱۰۵/۰۸	−۷/۷	−۶/۹	−۱۰/۱	۴۹	۱۰۸/۲	−۱/۴	−۸/۶	−۱۹/۶
۱۲	۱۰۴/۰۴	−۱۳/۸	−۲/۹	−۱۴/۹	۵۰	۹۵/۹	−۱۶/۵	−۳/۵	−۶/۷
۱۳	۱۱۵/۱	−۵/۳	−۲/۳	−۲۷/۲	۵۱	۱۰۹/۶	−۲/۳	−۴/۶	−۲۶/۰۲
۱۴	۱۱۶/۷	۲/۲	−۳/۹	−۳۴/۶	۵۲	۹۶/۴	۲/۲	−۰/۶	−۳۲/۵
۱۵	۱۰۹/۰۴	−۷/۸	−۶/۴	−۱۳/۷	۵۳	۱۱۲/۵	−۵/۷	−۰/۰۶	−۲۲/۹
۱۶	۸۱/۲	−۱۸/۲	−۲/۹	−۲/۱	۵۴	۱۱۸/۷	−۶/۱	−۵/۵	−۲۰/۴
۱۷	۹۲/۵	−۸/۳	۱/۴	−۲۴/۸	۵۵	۱۰۱/۷	−۲۴/۲	−۴/۱	۰/۱۵
۱۸	۱۱۱/۹	۴/۰۳	−۱/۱	−۲۳/۶	۵۶	۹۶/۱	−۳/۳	۰/۰۶	−۲۹/۱
۱۹	۱۲۲/۸	−۹/۵	−۳/۳	−۲۳/۸	۵۷	۹۴/۷	−۱۸/۸	−۲/۱	−۷/۷
۲۰	۱۰۳/۸	−۱۱/۸	−۴/۵	−۱۴/۱	۵۸	۱۱۸/۶	−۱۴/۱	−۳/۷	−۱۷/۳
۲۱	۱۱۸/۹	−۱۴/۵	−۲/۲	−۱۹/۲	۵۹	۱۱۷/۲	−۱۲/۸	−۴/۸	۱۸/۰۷
۲۲	۸۶/۲	۳/۱۴	−۴/۲	−۲۲/۳	۶۰	۹۳/۳	−۱۴/۶	۲/۶	−۲۲/۰۹
۲۳	۹۶/۵	−۲/۴	−۱/۰۴	−۲۷/۶	۶۱	۱۵۴/۰۸	−۲۸/۸	−۸/۱	−۸/۲
۲۴	۹۱/۷	−۶/۹	−۴/۶	−۱۱/۵	۶۲	۱۴۲/۴	−۸/۰۳	−۱۲/۸	−۱۴/۵
۲۵	۱۱۸/۴	−۱۵/۳	−۳/۱	−۲۱/۱	۶۳	۱۳۶/۷	−۲۲/۷	−۷/۰۲	−۱۰/۵
۲۶	۱۰۶/۹	−۲/۶	−۶/۴	−۱۹/۷	۶۴	۱۳۹/۴	−۲۷/۱	−۹/۸	−۰/۲
۲۷	۱۱۵/۸	−۱۶/۶	−۴/۷	−۱۱/۴	۶۵	۱۰۰/۵	−۱۴/۱	−۴/۵	−۱۰/۸
۲۸	۱۰۲/۵	−۱۶/۲	−۶/۶	−۱/۹	۶۶	۱۴۳/۸	−۱۷/۷	−۷/۹	−۱۶/۷
۲۹	۸۷/۱	−۱۱/۳	−۳/۰۵	−۱۰/۸	۶۷	۱۳۰/۷	−۲۰/۳	−۴/۱	−۱۷/۴
۳۰	۱۲۳/۸	−۹/۷	−۷/۵	−۱۶/۲	۶۸	۸۹/۷	−۸/۳	−۳/۷	−۱۴/۹
۳۱	۱۰۹/۰۴	−۱۵/۱	−۱/۶	−۱۹/۳	۶۹	۸۶/۴	−۱۱/۱	−۰/۸	−۱۶/۵
۳۲	۱۱۸/۴	−۱۳/۴	−۱/۴	−۲۳/۶	۷۰	۱۰۶/۷	−۱۱/۹	−۷/۹	−۸/۱۸
۳۳	۱۰۹/۴	−۸/۷	−۲/۳	−۲۲/۹	۷۱	۱۰۰/۲	−۲۱/۲	−۵/۳	−۳/۵
۳۴	۱۳۲/۶	−۱۵/۹	−۵/۴	−۱۷/۴	۷۲	۱۱۱/۲	−۷/۰۷	−۷/۳	−۱۴/۶
۳۵	۱۱۶/۴	−۱۴/۷	−۶/۲	−۱۱/۶	۷۳	۱۱۶/۵	−۷/۵	−۴/۳	−۲۴/۲
۳۶	۱۰۸/۲	−۴/۱۵	−۲/۹	−۲۵/۹	۷۴	۹۵/۷	−۹/۹	−۲/۹	−۲۰/۰۴
۳۷	۹۸/۸	−۷/۹	۰/۳	−۲۷/۱	۷۵	۱۲۱	−۲۸/۱	−۲/۳	−۸/۸
۳۸	۱۱۲/۳	−۱۶/۱	−۳/۲	−۱۴/۸	۷۶	۱۰۰/۰۱	۱/۲۱	−۵/۵	−۲۳/۹

نمودار تجزیه کلاستر در شکل ۲ آورده شد. با توجه به این اصل که در تولید هیبرید تلاش می‌شود والدین با فاصله زیاد از هم انتخاب شوند (Zhua *et al.*, 1999) و با توجه به اینکه والدین از نظر این ۴ مولفه که در بالا ذکر شد یکسان نبودند و نتاج متنوعی از آنها در نسل دوم تولید شد پس از تعیین ژنوتیپهای مطلوب تلاش شد افرادی با فاصله ژنتیکی بیشتر انتخاب گردند. در روش‌های انتخاب مرسوم، گیاهان در منطقه‌ای انتخاب می‌شوند که از نظر هر دو جزء مطلوب باشند، بنابراین ژنوتیپ‌های ۲، ۱۳، ۱۵، ۱۸، ۱۹، ۴۹، ۵۳، ۳۰، ۳۳، ۳۶ و ۳۸ باید بر اساس مولفه‌های ۱، ۲ و ۳ انتخاب شوند. اما در روش پیشنهادی ما که بر اساس شباهت با والدین است، ژنوتیپ‌های ۱، ۲۱، ۲۵، ۳۹، ۴۴، ۴۷، ۵۸، ۵۹، ۶۶، ۳۱، ۳۲، ۳۴ و ۳۵ از نظر مولفه ۱ انتخاب می‌شوند. ژنوتیپ های ۳، ۶، ۸، ۲۳، ۴۶، ۵۲، ۵۶، ۷۶ و ۳۷ نیز براساس میزان بالای مولفه ۲ انتخاب شدند. انتظار می رود که هیبرید آماریس از تلاقی گیاهان منفرد مشابه این دو گروه به دست آمده باشد. در بین افراد کاندید و با توجه به شبیه‌سازی صفات کیفی و همچنین بر اساس فاصله ژنتیکی بین افراد که حداکثر فاصله برای تولید هیبرید در نظر گرفته می شود (شکل ۲) ، انتظار داریم ژنوتیپ‌های ۱۱ و ۴۷ به عنوان برترین و شبیه‌ترین ژنوتیپها به یکی از والدین هیبرید آماریس باشند و ژنوتیپ‌های ۲۱ و ۲۵ بیشترین شباهت را به والد دیگر آماریس داشته باشند که صحت این نظریه باید در آزمایشات بعدی طی سال‌های آینده تائید گردد.



شکل ۲. تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها
Figure 2- Cluster analysis of genotypes

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

فهرست منابع

Cerna, F.J., Cianzio, S.R., Rafalski, A., Tingey, S., Dyer, D. 1997. Relationship between seed yield heterosis and molecular marker heterozygosity in soybean. Theor Appl. Genet, 95: 460-467. (Journal)

Cheres, M.T., Miller, J.F., Grane, J.M., Kapp, S.J. 2000. Genetic distance as a predictor of heterosis and hybrid performance within and between heterotic group in sunflower. Theor. Appl. Genet. 100: 889-894. (Journal)

Chiwina, K.E., Bhattarai, G., Xiong, H., Joshi, N.K., Dickson, R.W., Phiri, T.M., Alatawi, I., Chen, Y., Stansell, Z., Ling, K.S., et al. 2024. Evaluation of drought tolerance in USDA tomato germplasm at seedling stage. Agronomy. 14, 380. https://doi.org/10.3390/ agronomy14020380 (Journal)

Eshkevari, M. 2017. Review of the international trade of processed tomato products in the world and the position of Iran in this market. The first conference of tomato production and processing technology. Mashhad. (Symposium)

Houshmand, S. 2003. The Genetical Analysis of Quantitative Traits. Shahrekord University Publishers. Shahrekord, 609-611. (Book)

Khan, Q., Wang, Y., Xia, G., Yang, H., Luo, Z., Zhang, Y. 2024. Deleterious effects of heat stress on the tomato, its innate responses, and potential preventive strategies in the realm of emerging technologies. Metabolites, 14, 283. https://doi.org/10.3390/metabo14050283 (Journal)

Khazaei, J., Amrai, B. 2014. Examining the trend of changes in the total productivity of tomato production factors in Iran using Malmquist index. Agricultural Economics Research. 7 (4): 98-83. (Journal)

Khodambashi, M., Rabiei, M. 2013. Principles of plant breeding. Shahre-Kord University Press. Shahre-Kord. 36-37. (Book)

Khosh-khui, M., Shaybani, B., Rouhani, E., Tafazoli, E. 2000. Principles of horticultural science. Shiraz University Press. Shiraz. Iran. (Book)

Kiamohamadi, H., Abdosi, V., Moradi, P., Shafiei, M.R., Arab, S. 2012. Evaluation of genetic diversity among some Iranian chrysanthemum cultivars using morphological characteristics. Journal of Agriculture and Plant Breeding, 8(4):43-54. (Journal)

Liu, Z.Q., Pei, Y., Pu, Z.T. 1999. Relationship between hybrid performance and genetic diversity based on RAPD markers in wheat (*Triticum aestivum* L.). Plant Breeding 118: 119-123. (Journal)

Peyvast, Gh. 2013. Vegetables. Agricultural Sciences Press. 402 pages. (Book)

Sakuma, F., Marubashi, W., Niwa, M. 2001. Interspecific hybridization among wilel cladiolus species southern Africa based on randomly amplified polymorphic DNA markers, Scientia Horticulturae, 91: 339-348. (Journal)

Safai Chayikar, S., Samizadeh Lahiji, H., Rabiei, B., and Esfahani, M. 2018. Correlation of agricultural traits in optimal irrigation conditions and water stress in rice (*Oryza sativa* L.). Water and soil sci-

ences, 13(48): 91-105. (Journal)

Smith, O.S., Smith, J.S.C., Bowen, S.L., Tenborg, R.A., Wall, S.J. 1990. similarities among a group of elite maize inbreds as measured by pedigree, F1 grain yield, grain yield. Heterosis and RFLP. Theor. Appl. Genet. 80:833-840. (Journal)

Spenani, S., Majidi, M. 2015. Studying the effect of forced inbreeding on the agronomic and morphological characteristics of soft brome grass (*Bromus inermis*). Genetic research and improvement of pasture and forest plants of Iran, 23(1):112-124. (Journal)

Sultani, A. 2013. Application of SAS software in statistical analyses (for agricultural fields). Academic Jihad Press, Mashhad. Iran. (Book)

Takatsu Y., Miyamoto, M., Inove, E., Yamada, T., Manabe, T., Kasumi, M., Hayashi, M., Sakuma,

F., Marubashi, W., Niwa, M. 2001. Interspecific hybridization among wilel cladiolus species southern Africa based on randomly amplified polymorphic DNA markers, scientia Horticulturae 91: 339-348. (Journal)

Williams, J.S. 1962. The evaluation of a selection index. Biometrics, 18: 375-393. (Journal)

Zhua, M.F., Li, X.H., Yang, J.B., Xe, C.G., He, R.Y., Liu, D.J., Zhang, Q. 1999. Relationship between molecular marker heterozygosity and hybrid performance in intra-and inter-subspecific crosses of rice. Plant Breeding. 118: 139-144. (Journal)

Zinati, Z., Nazari, L. 2014. Reverse breeding: a new method in plant breeding. The first scientific research congress for the development and promotion of agricultural sciences, Iran›s natural resources and environment. (Symposium)