مقاله پژوهشی

برآورد اجزاء واریانس و وراثت‌پذیری برخی ژنوتیپ‌های گوجه سبز در شرایط اقلیمی کرج

جعفر احمدی[1]*، محی‌الدین پیرخضری[2] و امیرعباس تقی‌زاده[3]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۳- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۵/۱۸)

چکیده

این پژوهش به‌منظور برآورد وراثت‌پذیری، تعیین همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی بین صفات در برخی ژنوتیپ‌های گوجه سبز انجام شده است. بدین منظور از بیست و شش صفت مهم پومولوژیکی و فنولوژیکی سی و دو رقم و ژنوتیپ مطرح گوجه سبز طی سال‌های باغی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ استفاده شد. در این آزمایش، ارقام در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. در تجزیه واریانس مرکب انجام شده، مشخص گردید که اثر ژنتیکی برای تمامی صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. جزء اثر متقابل ژنتیک در محیط برای صفات شروع گلدهی، طول دوره گلدهی، زمان رسیدن، عملکرد، کارایی عملکرد، تراکم گل و وزن میوه (مرحله اول) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. تجزیه همبستگی صفات انجام شده نشان داد که صفت عملکرد با صفت کارایی عملکرد دارای همبستگی (r= ۰/۸۰) فنوتیپی معنی‌داری در سطح یک درصد است. تجزیه خوشه‌ایی صفات مورد بررسی را به دو گروه اصلی، شامل صفات پومولوژیکی و فنولوژیکی گروه‌بندی نمود. همچنین مشخص گردید مقدار وراثت‌پذیری صفات از ۳۴/۷۹ تا ۹۹/۶۳ به‌ترتیب برای صفات طول مرحله گلدهی و TA برآورد گردید. در این مطالعه صفات فنولوژیکی از وراثت‌پذیری پایین‌تری نسبت به سایر صفات برخوردار بودند و صفات پومولوژیکی وراثت‌پذیری بالاتری از خود نشان دادند.

کلمات کلیدی: تجزیه خوشه‌ایی، تجزیه واریانس مرکب، صفات پومولوژیکی، صفات فنولوژیکی

۱- استاد گروه مهندسی ژنتیک و به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

۲- استادیار پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

۳- دانشجوی دورهٔ پسا دکتری، گروه مهندسی ژنتیک و به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

* پست الکترونیک: ahmadi.j@eng.ikiu.ac.ir

مقدمه

گوجه سبز متعلق به خانواده Rosaceae، زیرخانواده Pronoideae و جنس Prunus می‌باشد. گوجه سبز یکی از متنوع‌ترین میوه‌های موجود در بین هسته‌داران می‌باشد که در محدوده وسیعی از شرایط آب و هوایی و جغرافیایی رشد می‌کند. محققان ۲۰ تا ۴۰ گونه مختلف از آلو و گوجه سبز را شناسایی کرده‌اند که بسیاری از آنها گونه‌های وحشی می‌باشد. از مهمترین گونه‌هایی که امروزه به آن توجه زیادی می‌شود می‌توان به آلوهای اروپایی، ژاپنی و آمریکایی اشاره کرد (ارتکین[1] و همکاران، ۲۰۰۶).

آلوها از مهم‌ترین میوه‌های مناطق معتدله در جهان و کشور هستند (ریگر[2]، ۲۰۰۶). میزان تولید جهانی آلو و گوجه سبز در سال ۲۰۲۰ میلادی ۱۲ میلیون تن در سطح ۲/۶ میلیون هکتار با میانگین عملکرد جهانی، ۴۶۲۰ کیلوگرم در هکتار است. چین با بیش از پنجاه درصد تولید دنیا در مقام نخست (۶/۴۶۵ هزارتن) و کشورهای شرق اروپا مانند رومانی، صربستان در مقام‌های بعدی قرار می‌گیرند (فائو[3]، ۲۰۱۹). ایران با تولید ۳۷۵ هزار تن در رده پنجم جهانی قرار گرفته است (فائو، ۲۰۲۱).

شناسایی ژنوتیپ‌هایی با صفات برتر از میان ژرم‌پلاسم موجود، روش پایه‌ای برای معرفی و اصلاح ارقام در درختان میوه می‌باشد. اطلاع از میزان توارث‌پذیری صفت‌های قابل اهمیت و تأثیرگذار در کشت و پرورش بادام کمک می‌نماید تا در برنامه‌های دورگیری، بتوان نتاج دلخواه را با انتخاب والدهایی با صفات مورد نظر به‌دست آورد (سانچز-پرز[4] و همکاران، ۲۰۰۷).

از روش‌های متداول ارزیابی و مقایسه ارقام و ژنوتیپ‌ها استفاده از صفات مورفولوژیکی و فنولوژیکی است که در بسیاری از مطالعات مورد استفاده قرار گرفته است (بوتو[5] و همکاران، ۲۰۰۵). یک به‌نژادگر در صورتی شانس موفقیت در برنامه‌های اصلاحی را خواهد داشت که امکان انتخاب مواد مناسب و تنوع کافی در اختیار داشته باشد. این تنوع هم به صورت طبیعی وجود دارد و هم به صورت مصنوعی می‌توان آن را ایجاد کرد (صالحی‌جوزانی و همکاران، ۱۳۸۲).

اطلاع و آگاهی در مورد خصوصیات رشدی و عملکرد، خصوصیات گلدهی، میوه‌دهی و صفات مربوط به میوه و وراثت‌پذیری آن‌ها در ارقام مورد مطالعه که از نظر به‌نژادگران مهم می‌باشند، دارای اهمیت بسیار زیادی است (دیسنتا[6] و همکاران، ۱۹۹۳). وراثت‌پذیری بالای یک صفت نشان‌دهنده این است که کمتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد. مشخص شده است که برآورد وراثت‌پذیری می‌تواند به عنوان معیاری مفید جهت نشان دادن میزان نسبی انتخاب بر اساس بیان فنوتیپی برای خصوصیات مختلف باشد (دیسنتا و گارسیا[7]، ۱۹۹۳).

به‌نژادگران از تنوع ژنتیکی برای رسیدن به گیاهان اهلی منطبق با نیازهای اجتماعی، بهره‌گیری می‌نمایند و در نهایت باعث افزایش تولید می‌شوند. ارزیابی تنوع ژنتیکی در گیاهان زراعی برای برنامه‌های به‌نژادی و حفاظت از ذخایر توارثی از اهمیت زیادی برخوردار است (فراهانی و ارزانی، ۱۳۸۵). بدون وجود تنوع هیچ برنامه اصلاحی قابل اجرا نیست زیرا که برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر و مناسب و وجود تنوع ژنتیکی ضروری است (عبدمیشانی و شاه‌نجات بوشهری، ۱۳۷۷).

وجود تنوع ژنتیکی کافی لازمه انتخاب برای هر هدف اصلاحی می‌باشد که جهت ارزیابی این تنوع ژنتیکی از تجزیه و تحلیل‌های ژنتیکی استفاده می‌شود و معمولا در این بررسی‌ها، واریانس ژنتیکی، واریانس فنوتیپی، ضرایب تنوع ژنتیکی، ضرایب تنوع فنوتیپی و وراثت‌پذیری برآورد می‌شوند. همچنین از تجزیه و تحلیل‌های آماری از جمله از روش همبستگی، تجزیه خوشه‌ایی و تجزیه به مولفه‌های اصلی به منظور تفسیر روابط موجود میان صفات و گروه‌بندی آن‌ها بر مبنای این روابط استفاده می‌گردد تا از این راه مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد که موجب پدید آمدن همبستگی میان صفات گردیده، شناسایی شوند (جانسون و ویچرن[8]، ۱۹۸۲).

در تحقیقی که بمنظور ارزیابی تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری برخی خصوصیات میوه ژنوتیپ‌های انار با استفاده از ۱۵۶ ژنوتیپ و ۱۶ صفت مورفولوژیکی و بیوشیمیایی انجام شد، وراثت‌پذیری بالایی برای صفات وزن میوه، وزن آریل میوه

1. Ertekin
2. Riger
3. FAO
4. Sanchez-Perez
5. Botu
6. Dicenta
7. Dicenta and Garcia
8. Johnson and Wichern

و همچنین ضخامت پوست میوه مشاهده گردید (مرادی عاشور و همکاران، ۱۳۹۷).

پیشرفت برنامه به‌نژادی مشروط به دامنه تغییرات ژنتیکی و غیرژنتیکی در صفات مختلف می‌باشد. اکثر صفات از جمله صفات مهم از نظر اقتصادی (برای مثال عملکرد و غیره) دارای توارث پیچیده بوده و بیشتر تحت تأثیر شرایط محیطی مختلف می‌باشند. ضرایب همبستگی در درختان میوه مختلف و خشک میوه‌ها شامل فندق، گردو، پکان، هلو، گیلاس و انگور برآورد شده است (یآو و مهلنباخر[1]، ۲۰۰۰).

در پژوهشی که به منظور بررسی تنوع ژنتیکی و تعیین وراثت‌پذیری برخی صفات در میوه بادام انجام گرفت میزان وراثت‌پذیری از ۹۹ درصد برای صفت اندازه گل تا ۸۳ درصد برای صفت طول کاسبرگ در گل برآورد گردید (ایمانی[2] و همکاران، ۲۰۲۱).

شاخص‌های رشدی، عملکرد و تناوب باردهی هشت رقم سیب وارداتی در شرایط اقلیمی ارومیه و طی دو سال باغی با استفاده از تجزیه مرکب، مورد بررسی قرار گرفتند (حسنی و همکاران، ۱۳۹۸).

در تحقیقی که منظور بررسی خصوصیات رویشی، پومولوژیک و عملکردی برخی از ارقام گلابی وارداتی در شرایط اقلیمی ارومیه انجام شد، رقم‌ها طی سال‌های آزمایشی با استفاده از تجزیه واریانس مرکب ارزیابی شدند (هناره و حسنی، ۱۳۹۸).

هدف از این تحقیق بررسی همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی بین صفات کلیدی و مهم و تعیین سهم عامل ژنتیکی با تفکیک عامل محیطی از ژنتیکی در بروز فنوتیپ و در نهایت مشخص نمودن وراثت‌پذیری صفات در میان ژنوتیپ‌های آزمایشی گوجه است. تعیین اثر ژنتیک بر فنوتیپ می‌تواند تأثیر بسزایی در انتخاب روش اصلاحی و نحوه گزینش و کاهش هزینه‌های ناشی از آن داشته باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ۳۱ ژنوتیپ جمع‌آوری شده گوجه سبز از استان‌های مختلف کشور به همراه رقم تجاری بومی گوجه سبز شهریار بعنوان شاهد (مهمترین رقم تجاری این محصول در سطح کشور) به فاصله ۵×۵ و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در هر تکرار دو درخت کشت شده و در هفتمین سال مورد ارزیابی قرار گرفتند. گوجه شهریار ژنوتیپ تجاری بومی پربار، درشت با کیفیت خیلی خوب است که در بسیاری از باغات تجاری گوجه سبز در شهریار و کرج کشت می‌گردد. درختان روی پایه گوجه وحشی پیوند شده‌اند و نتایج ۲۶ صفت طی دو سال باغی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ یادداشت‌برداری شدند. به دلیل اینکه محصول گوجه سبز در حالت کال و نارس میوه برداشت می‌شود، صفات در دو دوره تجاری (نارس) و رسیدگی فیزیولوژیک بر اساس دیسکریپتورهای ارزیابی و تمایز UPOV استحصال شدند.

جهت برآورد وراثت‌پذیری صفات و همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی از فرمول‌های زیر استفاده شد (فرشادفر، ۱۳۷۸):

$$\sigma_p^2 = \sigma_g^2 + \frac{\sigma_{ge}^2}{e} + \frac{\sigma_e^2}{r \times e}$$

$$\sigma_g^2 = \frac{MS_g - MS_{ge} - MS_e}{r \times e}$$

$$\sigma_{ge}^2 = \frac{MS_{ge} - MS_e}{r}$$

$$\sigma_e^2 = MS_e$$

$$h_b^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \frac{\sigma_{ge}^2}{e} + \frac{\sigma_e^2}{r \times e}}$$

$$r_g = \frac{\mathrm{cov}(g_{ij})}{\sqrt{\sigma_{gi}^2 \times \sigma_{gj}^2}}$$

$$r_p = \frac{\mathrm{cov}(g_{ij}) + \frac{\mathrm{cov}(ge_{ij})}{e} + \frac{\mathrm{cov}(e_{ij})}{r \times e}}{\sqrt{\left[\sigma_{gi}^2 + \frac{\sigma_{gei}^2}{e} + \frac{\sigma_{ei}^2}{r \times e}\right]\left[\sigma_{gj}^2 + + \frac{\sigma_{gej}^2}{e} + \frac{\sigma_{ej}^2}{r \times e}\right]}}$$

در فرمول‌های فوق:

σ_p^2: واریانس فنوتیپی؛ σ_g^2: واریانس ژنتیکی؛ σ_{ge}^2: واریانس اثر متقابل ژنوتیپ × محیط؛ میانگین مربعات ژنتیکی؛ MS_{ge}: میانگین مربعات اثر متقابل ژنوتیپ × محیط؛ MS_e : میانگین مربعات خطا؛ $\mathrm{cov}(g_{ij})$: کوواریانس ژنتیکی بین صفات i و j؛ $\mathrm{cov}(eg_{ij})$: کوواریانس اثر متقابل ژنوتیپ × محیط بین صفات i و j؛ $\mathrm{cov}(e_{ij})$: کوواریانس اثر محیطی بین صفات i و j؛ r_p و r_g: به‌ترتیب هبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی؛ r: تعداد تکرار در آزمایش؛ e: تعداد محیط در آزمایش است.

1. Yao and Mehlenbacher

2. Imani

جهت انجام تجزیه مرکب داده‌ها از نرم‌افزار SAS ver 9.0 و جهت تجزیه‌های مرتبط با وراثت‌پذیری و برآورد همبستگی‌ها از نرم‌افزار R ver 4.0.3 و بسته agricolae استفاده شد. تجزیه خوشه‌ای با استفاده از نرم‌افزار R ver 4.0.3 انجام و در بیشترین فاصله خوشه‌ای بریده شد.

نتایج و بحث

قبل از اقدام به تجزیه واریانس داده‌ها در ابتدا یکنواختی واریانس خطای آزمایشات مستقل با استفاده از روش Fmax هارتلی تأیید گردید. تجزیه واریانس مرکب انجام شده، نشان داد که منبع تغییر سال برای تمامی صفات بجز شروع گلدهی، طول مرحله گلدهی، کارایی عملکرد، تراکم اسپور، اندازه دم‌میوه، طول هسته و درصد ماده خشک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. همچنین مشخص گردید که برای تمام صفت بررسی شده در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد. همچنین اثر متقابل سال در ژنوتیپ برای صفات شروع گلدهی، طول دوره گلدهی، زمان رسیدن، عملکرد، کارایی عملکرد، تراکم گل و وزن میوه (مرحله اول) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ × محیط شرایط حاضر علاوه بر تفاوت درونی ژنوتیپ‌ها می‌تواند ناشی از تأثیر محیط بر بروز صفت عملکرد در آن‌ها باشد. معنی‌دار شدن اثر متقابل بین ژنوتیپ و سال برداشت برای عملکرد درختان میوه توسط محققین دیگری نیز گزارش شده است (هاردنر[1] و همکاران، ۲۰۱۱).

همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی بین صفات مختلف ممکن است به‌نژادگر را در گزینش غیرمستقیم برای صفات مهم از طریق صفات کم اهمیت که اندازه‌گیری آن‌ها آسان‌تر است یاری نماید. همبستگی ژنتیکی بیانگر میزان کواریانس دو ژن مشابه یا به شدت پیوسته در دو صفت متفاوت می‌باشد و همبستگی محیط ناشی از این حقیقت است که یک محیط می‌تواند باعث واریانس‌های هم‌زمان متفاوت در هر دو صفت شود (سینگ[2]، ۱۹۹۰). در جدول ۲ مقادیر بالای قطر اصلی معرف همبستگی فنوتیپی بین صفات است. بین صفات TA (مرحله اول) و TA (مرحله دوم) همبستگی فنوتیپی کامل و مثبتی مشاهده شد، همچنین بین صفات ظاهری میوه از قبیل وزن میوه، طول میوه، عرض میوه، قطر میوه در مرحله اول یادداشت‌برداری‌ها با همین صفات در مرحله دوم یادادشت‌برداری همبستگی مثبت بالایی مشاهده شد. صفت عملکرد با صفت کارایی عملکرد دارای همبستگی فنوتیپی معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد است (r= ۰/۸۰)، همچنین این صفت با صفات وزن میوه، طول میوه، عرض میوه، قطر میوه در مرحله اول و دوم یادداشت‌برداری با ضرایب همبستگی ۰/۶۵، ۰/۶۶، ۰/۵۳و ۰/۶۰ دارای همبستگی فنوتیپی بالایی نشان دادند. صفت عملکرد با وزن میوه در مرحله اول یادداشت‌برداری دارای همبستگی فنوتیپی ۰/۶۵ و معنی‌دار در سطح احتمال یک

جدول ۱ – تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه در برخی از ژنوتیپ‌های گوجه سبز در شرایط اقلیمی کرج در سال‌های باغی ۱۳۹۷-۱۳۹۸

منابع تغییرات	درجه آزادی	شروع گلدهی	طول مرحله گلدهی	زمان رسیدن	عملکرد	کارایی عملکرد
سال	۱	۲۰/۰۲^{ns}	۹۷/۷۶^{ns}	۸۹۲/۶۹**	۷۸۴۸/۹۷**	۹۷۹/۵۳^{ns}
تکرار/سال	۴	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۲	۵۲/۷۳	۴۹۵/۱۷
ژنوتیپ	۳۱	۲۲/۸۶**	۵/۲۱^{ns}	۵۹۰/۳۲**	۴۲۰/۶۱**	۲۰۷۷/۱۲**
اثر متقابل	۳۱	۱/۶۹**	۳/۴۰**	۱۹/۴۹**	۳۹/۱۸**	۴۸۷/۳۴**
خطای مرکب	۱۲۴	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۲	۱۲/۶۸	۱۴۶/۷۲

منابع تغییرات	درجه آزادی	TA(مرحله اول)	TA (مرحله دوم)	وزن میوه (مرحله دوم)	طول میوه (مرحله دوم)	قطر میوه (مرحله دوم)
سال	۱	۱۲/۹۱**	۱۵۱/۴۹**	۱۰۴/۵۳**	۱۵۶/۰۱**	۱۵۰/۵۲**
تکرار/سال	۴	۰/۲۶	۳	۵/۳۹	۱/۶۹	۴/۵
ژنوتیپ	۳۱	۴۵/۰۹**	۶۲۷/۴۹**	۲۹۱/۱۳**	۲۰۲/۶۲**	۲۲۲/۰۴**
اثر متقابل	۳۱	۰/۱۴^{ns}	۲/۱۸^{ns}	۲/۳۹^{ns}	۲/۱۷^{ns}	۱/۴۴^{ns}
خطای مرکب	۱۲۴	۰/۱۸	۲/۴۷	۱/۷۲	۱/۴۳	۱/۲۹

ns: بدون اختلاف معنی‌دار، * و**: اختلاف در سطح احتمال پنج و یک‌درصد

1. Hardner

2. Singh

درصد است و همبستگی فنوتیپی برآورد شده برای صفت عملکرد و وزن میوه در مرحله دوم یادداشت‌برداری ۰/۷۱ برآورد گردید. تغییرات عمده‌ای که در مقدار عملکرد با افزایش وزن میوه اتفاق می‌افتد در بسیاری از موارد انکار ناپذیر است. مقدار همبستگی ژنوتیپی مشاهده شده بالای صفت عملکرد با دو صفت ذکر شده به‌ترتیپ ۰/۶۱ و ۰/۶۷

جدول ۱ (ادامه)– تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه در برخی از ژنوتیپ‌های گوجه سبز در شرایط اقلیمی کرج در سال‌های باغی ۱۳۹۷-۱۳۹۸

منابع تغییرات	درجه آزادی	تراکم اسپور	تراکم گل	وزن میوه (مرحله اول)	طول میوه (مرحله اول)	عرض میوه (مرحله اول)	قطر میوه (مرحله اول)	TSS(مرحله اول)	pH(مرحله اول)
سال	۱	۰/۰۴^{ns}	۰/۶۹^{ns}	۳۵/۷۳**	۱۵۲/۳۱**	۹۵/۳۹**	۱۰۸/۲۳**	۱۵/۰۸**	۱/۴۹**
تکرار/سال	۴	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۲۹	۳/۲۴	۰/۱۵	۰/۱۹	۰/۱۲	۰/۰۱
ژنوتیپ	۳۱	۰/۰۵**	۲/۰۸**	۵۷/۶۶**	۷۱/۷۶**	۹۰/۷۹**	۱۱۹/۵۰**	۱۵/۰۰**	۱/۱۳**
اثر متقابل	۳۱	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۵**	۰/۴۲**	۱/۱۹^{ns}	۰/۷۶^{ns}	۰/۷۸^{ns}	۰/۲۱^{ns}	۰/۰۴^{ns}
خطای مرکب	۱۲۴	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۲۱	۲/۰۱	۰/۵۱	۰/۸۴	۰/۱۸	۰/۰۴

منابع تغییرات	درجه آزادی	عرض میوه (مرحله دوم)	دم میوه	قطر گوشت میوه	وزن هسته	طول هسته	عرض هسته	قطر هسته	درصد ماده خشک
سال	۱	۱۳۳/۸۸**	۸/۶۷^{ns}	۱۱۴/۶۳**	۰/۰۲**	۸/۹۰^{ns}	۵/۳۵**	۱/۹۲**	۴/۴۷^{ns}
تکرار/سال	۴	۲/۳۹	۱/۹۶	۳/۷۴	۰/۰۷	۳/۵۴	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۱۵
ژنوتیپ	۳۱	۱۴۱/۵۳**	۱۰۳/۶۹**	۲۵۸/۷۱**	۰/۱۶۸**	۱۷/۱۸**	۱۱/۳۹**	۳/۲۱**	۲۶/۵۲**
اثر متقابل	۳۱	۱/۰۰^{ns}	۰/۶۸^{ns}	۱/۴۷^{ns}	۰/۰۱**	۰/۴۲^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۷۶^{ns}
خطای مرکب	۱۲۴	۱/۱۵	۱/۴۹	۱/۲۶	۰/۷۲	۱/۱۲	۰/۳	۰/۰۸	۰/۷۷

ns: بدون اختلاف معنی‌دار، * و**: اختلاف در سطح احتمال پنج و یک‌درصد

جدول ۲ – همبستگی فنوتیپی (عناصر بالای قطر اصلی) و همبستگی ژنوتیپی (عناصر پایین قطر اصلی) صفات مورد مطالعه در برخی از ژنوتیپ‌های گوجه سبز در شرایط اقلیمی کرج در سال‌های باغی ۱۳۹۷-۱۳۹۸

صفت	شروع گلدهی	طول مرحله گلدهی	زمان رسیدن	عملکرد	کارایی عملکرد	تراکم اسپور	تراکم گل
شروع گلدهی		-۰/۴۰*	۰/۲۹ns	-۰/۲۹ns	-۰/۲۴ns	۰/۳۰ns	-۰/۰۴ns
طول مرحله گلدهی	-۰/۲۵ns		-۰/۱۵ns	۰/۴۳*	۰/۴۱*	-۰/۹۱**	-۰/۴۴*
زمان رسیدن	۰/۲۷ns	-۰/۱۷ns		-۰/۵۶**	-۰/۴۴*	-۰/۰۵ns	۰/۱۶ns
عملکرد	-۰/۲۹ns	۰/۲۱ns	-۰/۵۸**		۰/۸۰**	۰/۱ns	-۰/۲۴ns
کارایی عملکرد	-۰/۲۳ns	۰/۲۵ns	-۰/۴۵*	۰/۶۱**		۰/۲۵ns	-۰/۰۹ns
تراکم اسپور	۰/۲۸ns	-۰/۵۵**	-۰/۰۳ns	۰/۱۳ns	۰/۱۹ns		۰/۴۵*
تراکم گل	-۰/۰۴ns	-۰/۳۰*	۰/۱۳ns	-۰/۲۲ns	-۰/۱۱ns	۰/۴۳*	
وزن میوه (مرحله اول)	-۰/۲۱ns	۰/۲۲ns	-۰/۵۲**	۰/۶۱**	۰/۴۷*	۰/۳۱ns	-۰/۰۸ns
طول میوه (مرحله اول)	-۰/۲۲ns	۰/۳۸*	-۰/۴۴*	۰/۶۵**	۰/۵۰**	۰/۲۸ns	-۰/۱۸ns
عرض میوه (مرحله اول)	-۰/۱۹ns	۰/۲۸ns	-۰/۳۹*	۰/۵۱**	۰/۴۰*	۰/۳۱ns	-۰/۱۲ns
قطر میوه (مرحله اول)	-۰/۲۰ns	۰/۳۲ns	-۰/۴۴*	۰/۵۷**	۰/۴۱*	۰/۲۸ns	-۰/۱۳ns
TSS (مرحله اول)	-۰/۰۴ns	-۰/۰۶ns	-۰/۱۹ns	۰/۳۷*	۰/۰۶ns	۰/۳۶ns	۰/۲۵ns
pH(مرحله اول)	۰/۱۳ns	-۰/۰۲ns	۰/۰۳ns	۰/۳۶*	-۰/۰۳ns	۰/۲۶ns	-۰/۰۳ns
TA (مرحله اول)	-۰/۲۴ns	-۰/۲۳ns	۰/۰۶ns	-۰/۳۳ns	-۰/۱۲ns	-۰/۳۰ns	۰/۱۴ns
TA (مرحله دوم)	-۰/۲۴ns	-۰/۲۳ns	۰/۰۷ns	-۰/۳۴ns	-۰/۱۳ns	-۰/۳۰ns	۰/۱۴ns
وزن میوه (مرحله دوم)	-۰/۱۰ns	۰/۱۱ns	-۰/۲۲ns	۰/۶۷**	۰/۴۵*	۰/۴۶*	-۰/۰۴ns
طول میوه (مرحله دوم)	-۰/۱۲ns	۰/۰۰ns	-۰/۱۷ns	۰/۶۵**	۰/۵۰**	۰/۲۹ns	-۰/۰۷ns
قطر میوه (مرحله دوم)	-۰/۱۲ns	۰/۱۴ns	-۰/۲۵ns	۰/۶۸**	۰/۴۷*	۰/۴۰*	-۰/۰۶ns
عرض میوه (مرحله دوم)	-۰/۱۲ns	۰/۰۱ns	-۰/۰۸ns	۰/۵۱**	۰/۳۵ns	۰/۵۲**	۰/۰۴ns
دم میوه	۰/۱۵ns	۰/۱۹ns	۰/۳۶ns	-۰/۴۵*	-۰/۴۳*	-۰/۲۷ns	-۰/۱۰ns
قطر گوشت میوه	-۰/۱۷ns	۰/۱۱ns	-۰/۲۳ns	۰/۶۲**	۰/۴۵*	۰/۳۲ns	-۰/۰۸ns
وزن هسته	۰/۰۵ns	-۰/۱۲ns	۰/۱۴ns	-۰/۱۳ns	۰/۰۹ns	۰/۱۶ns	-۰/۱۹ns
طول هسته	۰/۱۱ns	۰/۰۷ns	۰/۲۳ns	۰/۱۵ns	۰/۱۸ns	۰/۱۸ns	-۰/۰۵ns
عرض هسته	۰/۱۷ns	-۰/۲۴ns	۰/۱۴ns	-۰/۲۴ns	۰/۰۳ns	۰/۲۹ns	-۰/۰۴ns
قطر هسته	۰/۱۰ns	-۰/۰۹ns	۰/۱۵ns	-۰/۲۸ns	۰/۱۰ns	۰/۱۱ns	-۰/۱۸ns
درصد ماده خشک	-۰/۰۷ns	-۰/۰۳ns	۰/۱۹ns	۰/۱۳ns	۰/۱۱ns	۰/۲۲ns	۰/۱۵ns

جدول ۲ (ادامه)– همبستگی فنوتیپی (عناصر بالای قطر اصلی) و همبستگی ژنوتیپی (عناصر پایین قطر اصلی) صفات مورد مطالعه در برخی از ژنوتیپ‌های گوجه سبز در شرایط اقلیمی کرج در سال‌های باغی ۱۳۹۷-۱۳۹۸

صفت	وزن میوه (مرحله اول)	طول میوه (مرحله اول)	عرض میوه (مرحله اول)	قطر میوه (مرحله اول)	TSS(مرحله اول)	pH (مرحله اول)
شروع گلدهی	-۰/۲ns	-۰/۱۸ns	-۰/۱۸ns	-۰/۱۹ns	-۰/۰۴ns	۰/۱۳ns
طول مرحله گلدهی	۰/۴۶*	۰/۷۳**	۰/۵۴**	*۰/۶۱*	-۰/۰۶ns	۰/۰۶ns
زمان رسیدن	-۰/۴۴*	-۰/۲۷ns	-۰/۳۰ns	-۰/۳۷*	-۰/۱۸ns	۰/۰۲ns
عملکرد	۰/۶۵**	۰/۶۶**	۰/۵۳**	۰/۶۰**	۰/۴۰*	۰/۳۹*
کارایی عملکرد	۰/۵۴**	۰/۵۹**	۰/۴۹**	۰/۴۹**	۰/۰۷ns	-۰/۰۳ns
تراکم اسپور	۰/۳۳ns	۰/۲۵ns	۰/۳۳ns	۰/۲۹ns	۰/۴۰*	۰/۲۸ns
تراکم گل	-۰/۰۵ns	-۰/۱۲ns	-۰/۰۹ns	-۰/۱۱ns	۰/۲۷ns	-۰/۰۴ns
وزن میوه (مرحله اول)		۰/۸۷**	۰/۹۴**	۰/۹۵**	۰/۵۱**	۰/۳۷*
طول میوه (مرحله اول)	۰/۸۶**		۰/۹۱**	۰/۹۰**	۰/۳۴ns	۰/۳۰ns
عرض میوه (مرحله اول)	۰/۹۴**	۰/۹۰**		۰/۹۸**	۰/۳۷*	۰/۳۱ns
قطر میوه (مرحله اول)	۰/۹۵**	۰/۹۱**	۰/۹۸**		۰/۴۱*	۰/۳۲ns
TSS (مرحله اول)	۰/۵۱**	۰/۳۵ns	۰/۳۸*	۰/۴۱*		۰/۷۷**
pH(مرحله اول)	۰/۳۸*	۰/۳۲ns	۰/۳۲ns	۰/۳۳ns	۰/۷۶**	
TA (مرحله اول)	-۰/۵۶**	-۰/۶۱**	-۰/۶۶**	-۰/۶۸**	-۰/۳۱ns	-۰/۳۶*
TA (مرحله دوم)	-۰/۵۷**	-۰/۶۱**	-۰/۶۶**	-۰/۶۹**	-۰/۳۲ns	-۰/۳۶*
وزن میوه (مرحله دوم)	۰/۷۱**	۰/۷۶**	۰/۶۸**	۰/۷۱**	۰/۴۴*	۰/۴۱*
طول میوه (مرحله دوم)	۰/۴۲*	۰/۴۷*	۰/۳۸ns	۰/۳۸*	۰/۲۹ns	۰/۲۷ns
قطر میوه (مرحله دوم)	۰/۷۱**	۰/۷۷**	۰/۶۹**	۰/۷۰**	۰/۳۶*	۰/۳۶*
عرض میوه (مرحله دوم)	۰/۶۷**	۰/۶۹**	۰/۶۸**	۰/۶۸**	۰/۳۲ns	۰/۳۶*
دم میوه	-۰/۲۶ns	-۰/۲۳ns	-۰/۱۹ns	-۰/۱۶ns	-۰/۲۸ns	-۰/۰۱ns
قطر گوشت میوه	۰/۶۲**	۰/۶۷**	۰/۵۶**	۰/۵۶**	۰/۳۴ns	۰/۳۱ns
وزن هسته	-۰/۰۶ns	۰/۰۷ns	۰/۰۸ns	۰/۰۴ns	-۰/۲۶ns	۰/۰۳ns
طول هسته	-۰/۱۰ns	۰/۱۷ns	-۰/۰۲ns	-۰/۰۳ns	-۰/۱۳ns	۰/۲۳ns
عرض هسته	۰/۰۱ns	۰/۰۳ns	۰/۱۰ns	۰/۰۷ns	-۰/۱۹ns	۰/۰۵ns
قطر هسته	۰/۰۲ns	۰/۱۰ns	۰/۱۷ns	۰/۰۹ns	-۰/۲۲ns	-۰/۰۸ns
درصد ماده خشک	۰/۲۳ns	۰/۱۰ns	۰/۲۳ns	۰/۲۰ns	۰/۳۵ns	۰/۳۴ns

تعیین گردید که در هر دو حالت همبستگی مشاهده شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است.

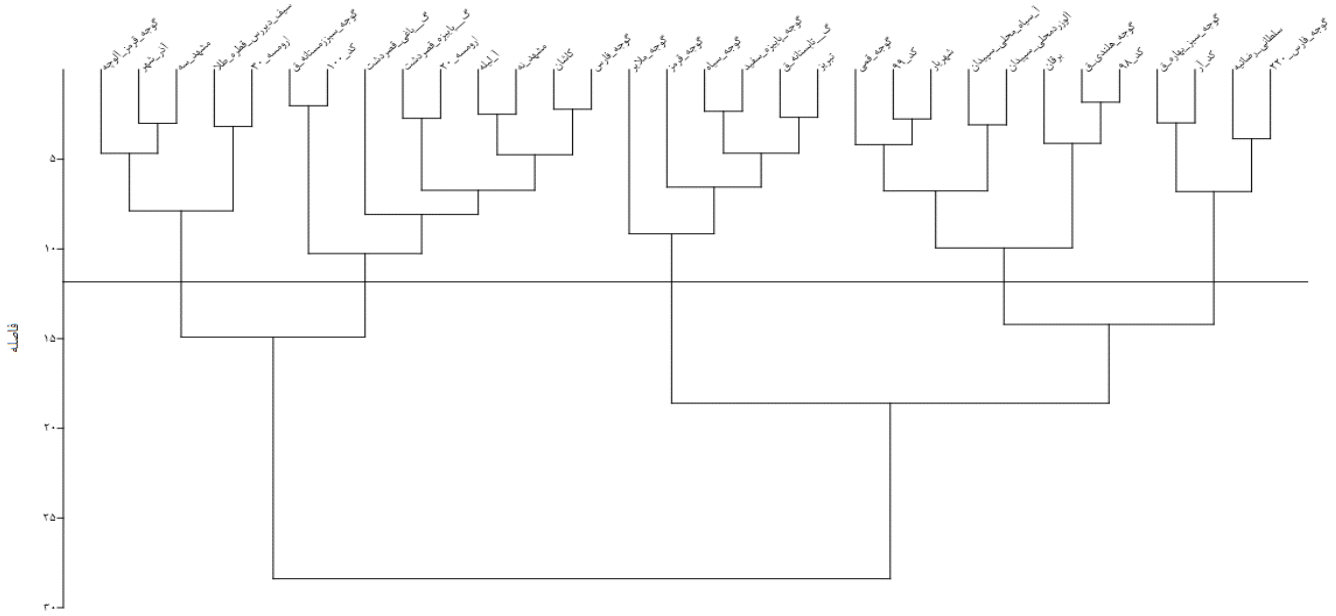
وجود تفاوت اندک میان همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی از طرفی و معنی‌دار بودن همبستگی ژنتیکی بین صفات مورد مطالعه نشان‌دهنده تأثیر کم اثرات محیطی بر ارتباط این صفات و دخالت بالای اثرات ژنتیکی در این رابطه است. پیوستگی بالای ژن‌های عامل در این حالت می‌تواند تأثیر بارزی در گزینش غیرمستقیم این قبیل صفات داشته باشد (جدول ۲). هبستگی فنوتیپی مشاهده شده بین صفات کارایی عملکرد و طول مرحله گلدهی ۰/۴۱ و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است و برای صفات کارایی عملکرد و عرض میوه در مرحله دوم یادداشت‌برداری ۰/۴۵ و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد برآورد گردید، این در حالی است همبستگی ژنتیکی مشاهده شده برای دو صفت طول دوره گلدهی و عرض میوه در مرحله دوم یادداشت برداری به‌ترتیب ۲۵ و ۳۵ درصد می‌باشد که این همبستگی برای هر دو حالت غیرمعنی‌دار است. در این حالت با کاهش تأثیر اثرات ژنتیکی بر ارتباط این صفات و در نتیجه تأثیر بالای اثرات محیطی بر بروز صفت با توجه به تفاوت عمده بین همبستگی‌های ژنوتیپی و فنوتیپی می‌توان بیان داشت عامل ارتباط این صفات بیشتر از نظر محیطی بوده لذا در این حالت انتخاب غیرمستقیم کارایی نخواهد داشت (جدول ۲).

با توجه به دندرگرام ارائه شده بر اساس روش وارد و بُرش آن در فاصله ۱۲، ژنوتیپ‌ها در پنج خوشه تقسیم‌بندی شدند. در هر یک از این پنج خوشه عموماً ارقام و ژنوتیپ‌های بر اساس زمان رسیدگی (دیررسی یا زودرسی) و همچنین خاستگاه و محل جمع‌آوری و نیز ویژگی‌های پومولوژیکی[1] گروه‌بندی شدند (شکل ۱).

1 Pomology

ادامه جدول ۲ – همبستگی فنوتیپی (عناصر بالای قطر اصلی) و همبستگی ژنوتیپی (عناصر پایین قطر اصلی) صفات مورد مطالعه در برخی از ژنوتیپ‌های گوجه سبز در شرایط اقلیمی کرج در سال‌های باغی ۱۳۹۷-۱۳۹۸

صفت	TA(مرحله اول)	TA(مرحله دوم)	وزن میوه (مرحله دوم)	طول میوه (مرحله دوم)	قطر میوه (مرحله دوم)	عرض میوه (مرحله دوم)	دم میوه
شروع گلدهی	-۰/۲۶ns	-۰/۲۶ns	-۰/۱۰ns	-۰/۱۱ns	-۰/۱۰ns	-۰/۱۰ns	۰/۱۶ns
طول مرحله گلدهی	-۰/۴۱*	-۰/۴۳*	۰/۲۶ns	۰/۰۶ns	۰/۳۴ns	۰/۱۵ns	۰/۳۲ns
زمان رسیدن	۰/۰۱ns	۰/۰۱ns	-۰/۱۶ns	-۰/۱۱ns	-۰/۱۵ns	۰/۰۲ns	۰/۳۳ns
عملکرد	-۰/۳۵ns	-۰/۳۶*	۰/۷۱**	۰/۶۹**	۰/۷۰**	۰/۵۳**	-۰/۴۷*
کارایی عملکرد	-۰/۱۶ns	-۰/۱۷ns	۰/۵۳**	۰/۵۸**	۰/۵۵**	۰/۴۵*	-۰/۵۱**
تراکم اسپور	-۰/۳۱ns	-۰/۳۱ns	۰/۴۸*	۰/۳ns	۰/۳۹ns	۰/۵۰**	-۰/۲۹ns
تراکم گل	۰/۱۲ns	۰/۱۳ns	-۰/۰۲ns	-۰/۰۵ns	-۰/۰۳ns	۰/۰۷ns	-۰/۱ns
وزن میوه (مرحله اول)	-۰/۵۸**	-۰/۵۹**	۰/۷۳**	۰/۴۵*	۰/۷۳**	۰/۶۹**	-۰/۲۷ns
طول میوه (مرحله اول)	-۰/۶۲**	-۰/۶۳**	۰/۷۷**	۰/۵۰**	۰/۸۰**	۰/۷۴**	-۰/۲۴ns
عرض میوه (مرحله اول)	-۰/۶۷**	-۰/۶۸**	۰/۷۰**	۰/۴۱*	۰/۷۱**	۰/۷۱**	-۰/۲۰ns
قطر میوه (مرحله اول)	-۰/۷۰**	-۰/۷۰**	۰/۷۲**	۰/۴۰*	۰/۷۲**	۰/۷۰**	-۰/۱۷ns
TSS (مرحله اول)	-۰/۳۲ns	-۰/۳۲ns	۰/۴۴*	۰/۲۹ns	۰/۳۵ns	۰/۳۲ns	-۰/۲۸ns
pH (مرحله اول)	-۰/۳۷*	-۰/۳۷*	۰/۴۱*	۰/۲۶ns	۰/۳۵ns	۰/۳۴ns	-۰/۰۱ns
TA (مرحله اول)		۱/۰۰**	-۰/۶۴**	-۰/۳۹*	-۰/۶۴**	-۰/۶۰**	-۰/۱۶ns
TA (مرحله دوم)	۱/۰۰**		-۰/۶۴**	-۰/۴۰*	-۰/۶۵**	-۰/۶۱**	-۰/۱۴ns
وزن میوه (مرحله دوم)	-۰/۶۲**	-۰/۶۳**		۰/۷۶**	۰/۹۶**	۰/۹۲**	-۰/۲۷ns
طول میوه (مرحله دوم)	-۰/۳۶*	-۰/۳۸*	۰/۷۵**		۰/۸۲**	۰/۶۶**	-۰/۵۲**
قطر میوه (مرحله دوم)	-۰/۶۳**	-۰/۶۴**	۰/۹۶ns	۰/۸۱**		۰/۹۳**	-۰/۲۷ns
عرض میوه (مرحله دوم)	-۰/۵۹**	-۰/۵۹	۰/۹۳ns	۰/۶۴**	۰/۹۲**		-۰/۱۶ns
دم میوه	-۰/۱۷ns	-۰/۱۵ns	-۰/۲۶ns	-۰/۵۱**	-۰/۲۶ns	-۰/۱۵ns	
قطر گوشت میوه	-۰/۴۴*	-۰/۴۶*	۰/۹۱**	۰/۸۰**	۰/۹۱**	۰/۸۴**	-۰/۳۴ns
وزن هسته	-۰/۰۷ns	-۰/۰۷ns	۰/۰۷ns	۰/۰۱ns	۰/۰۵ns	۰/۱۸ns	-۰/۰۲ns
طول هسته	-۰/۲۳ns	-۰/۲۳ns	۰/۳۸ns	۰/۳۷*	۰/۴۰*	۰/۳۷*	۰/۱۷ns
عرض هسته	-۰/۱۶ns	-۰/۱۵ns	۰/۰۴ns	-۰/۰۸ns	۰/۰۱ns	۰/۱۴ns	۰/۱۴ns
قطر هسته	-۰/۰۹ns	-۰/۰۹ns	-۰/۰۷ns	۰/۰۰ns	-۰/۰۴ns	۰/۰۱ns	-۰/۰۲ns
درصد ماده خشک	-۰/۱۹ns	-۰/۲۰ns	۰/۳۴ns	۰/۴۸*	۰/۳۳ns	۰/۳۸*	-۰/۲۵ns



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ایی به روش وارد در برخی از ژنوتیپ‌های گوجه سبز در شرایط اقلیمی کرج در سال‌های باغی ۱۳۹۷-۱۳۹۸

ادامه جدول ۲ (ادامه)– همبستگی فنوتیپی (عناصر بالای قطر اصلی) و همبستگی ژنوتیپی (عناصر پایین قطر اصلی) صفات مورد مطالعه در برخی از ژنوتیپ‌های گوجه سبز در شرایط اقلیمی کرج در سال‌های باغی ۱۳۹۷-۱۳۹۸

صفت	قطر گوشت میوه	وزن هسته	طول هسته	عرض هسته	قطر هسته	درصد ماده خشک
شروع گلدهی	-۰/۱۶ns	۰/۰۸ns	۰/۱۵ns	۰/۱۹ns	۰/۱۱ns	-۰/۰۸ns
طول مرحله گلدهی	۰/۲۵ns	-۰/۰۷ns	۰/۲۷ns	-۰/۲۲ns	-۰/۰۲ns	۰/۰۱ns
زمان رسیدن	-۰/۱۵ns	۰/۲۱ns	۰/۳۲ns	۰/۲۳ns	۰/۲۱ns	۰/۲۴ns
عملکرد	۰/۶۶**	-۰/۱۳ns	۰/۱۷ns	-۰/۲۲ns	-۰/۲۸ns	۰/۱۵ns
کارایی عملکرد	۰/۵۳**	۰/۱۴ns	۰/۲۴ns	۰/۰۸ns	۰/۱۳ns	۰/۱۵ns
تراکم اسپور	۰/۳۲ns	۰/۱۵ns	۰/۱۵ns	۰/۲۷ns	۰/۰۹ns	۰/۲۳ns
تراکم گل	-۰/۰۵ns	-۰/۱۶ns	-۰/۰۱ns	۰/۰۰ns	-۰/۱۶ns	۰/۱۶ns
وزن میوه (مرحله اول)	۰/۶۴**	۰/۰۰ns	-۰/۰۱ns	۰/۰۸ns	۰/۰۷ns	۰/۲۶ns
طول میوه (مرحله اول)	۰/۷۰**	۰/۱۶ns	۰/۳۰ns	۰/۱۷ns	۰/۱۸ns	۰/۱۷ns
عرض میوه (مرحله اول)	۰/۵۸**	۰/۱۴ns	۰/۰۷ns	۰/۱۸ns	۰/۲۱ns	۰/۲۷ns
قطر میوه (مرحله اول)	۰/۵۸**	۰/۰۸ns	۰/۰۴ns	۰/۱۳ns	۰/۱۳ns	۰/۲۲ns
TSS (مرحله اول)	۰/۳۴ns	-۰/۲۵ns	-۰/۱۱ns	-۰/۱۷ns	-۰/۲۱ns	۰/۳۶*
pH(مرحله اول)	۰/۳۱ns	۰/۰۳ns	۰/۲۳ns	۰/۰۵ns	-۰/۰۷ns	۰/۳۴*
TA (مرحله اول)	-۰/۴۷**	-۰/۱۰ns	-۰/۲۸ns	-۰/۲۰ns	-۰/۱۲ns	-۰/۲۱ns
TA (مرحله دوم)	-۰/۴۸*	-۰/۱۰ns	-۰/۲۷ns	-۰/۱۹ns	-۰/۱۲ns	-۰/۲۲ns
وزن میوه (مرحله دوم)	۰/۹۱**	۰/۱۲ns	۰/۴۳*	۰/۱۰ns	-۰/۰۳ns	۰/۳۶*
طول میوه (مرحله دوم)	۰/۸۱**	۰/۰۶ns	۰/۴۲*	-۰/۰۱ns	۰/۰۴ns	۰/۵۱**
قطر میوه (مرحله دوم)	۰/۹۲**	۰/۱۲ns	۰/۴۷*	۰/۱۱ns	۰/۰۲ns	۰/۳۷*
عرض میوه (مرحله دوم)	۰/۸۵**	۰/۲۴ns	۰/۴۶*	۰/۲۴ns	۰/۰۸ns	۰/۴۲*
دم میوه	-۰/۳۵ns	-۰/۰۳ns	۰/۱۵ns	۰/۱۲ns	-۰/۰۳ns	-۰/۲۶ns
قطر گوشت میوه		۰/۰۷ns	۰/۴۲*	۰/۰۲ns	-۰/۰۱ns	۰/۳۶*
وزن هسته	۰/۰۱ns		۰/۴۷*	۰/۸۲**	۰/۷۶**	۰/۰۹ns
طول هسته	۰/۳۶*	۰/۴۱*		۰/۴۰*	۰/۲۴ns	۰/۰۶ns
عرض هسته	-۰/۰۷ns	۰/۸۰**	۰/۳۲ns		۰/۸۰**	۰/۰۵ns
قطر هسته	-۰/۰۷ns	۰/۷۴**	۰/۱۸ns	۰/۷۸**		-۰/۰۵ns
درصد ماده خشک	۰/۳۳ns	۰/۰۴ns	۰/۰۰ns	-۰/۰۱ns	-۰/۰۸ns	

در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مشخص گردید که دو مولفه اول ۵۰/۷۶ درصد از تغییرات کل را توجیه می‌نمایند، این در حالی است که مولفه اول و دوم به ترتیب ۳۷/۸۰ و ۱۲/۹۷ درصد از واریانس را پوشش داده‌اند. با توجه به تجزیه بای‌پلات مشخص گردید که واریانس‌های مشاهده شده در صفات با طول بردار متناظر و زاویه ایجاد شده نماینده همبستگی صفات با توجه به توجیه دو مؤلفه اول است. صفات عملکرد، وزن هسته، قطر هسته و همچنین TA با داشتن حداکثر اندازه بردار بیشترین واریانس را در بین صفات آزمایشی به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۲).

وجود نسبت پایین بین ضریب تنوع ژنتیکی و ضریب تنوع فنوتیپی برای یک صفت بیانگر تأثیر بالاتر جزء محیطی در بیان آن صفت است و در نتیجه هرچه مقدار این نسبت بیشتر باشد صفت بیشتر تحت تأثیر جزء ژنتیکی خواهد بود. هرچه اختلاف مقدار ضریب تغییرات ژنوتیپی از ضریب تغییرات فنوتیپی کمتر باشد، نشان می‌دهد که اثر محیط روی صفت مورد نظر کمتر است و بنابراین گزینش در جهت اصلاح چنین صفتی کارایی لازم را دارد. هر چه نسبت تنوع ژنوتیپی به محیطی زیاد باشد، بازده گزینش بیشتر بوده و بهتر می‌توان ژنوتیپ‌های مطلوب را از نامطلوب تفکیک کرد (شوکلا[1] و همکاران، ۲۰۰۶).

طبق نظر استنسفیلد[2] (۱۹۹۱) چنانچه توارث‌پذیری صفتی بیشتر از ۰/۵ باشد، صفت دارای توارث‌پذیری بالا، چنان‌چه توارث‌پذیری عمومی صفتی بین ۰/۲ تا ۰/۵ باشد، صفت دارای توراث‌پذیری متوسط و چنانچه توارث‌پذیری صفت مورد نظر کم‌تر از ۰/۲ باشد، صفت دارای توارث‌پذیری پایین می‌باشد.

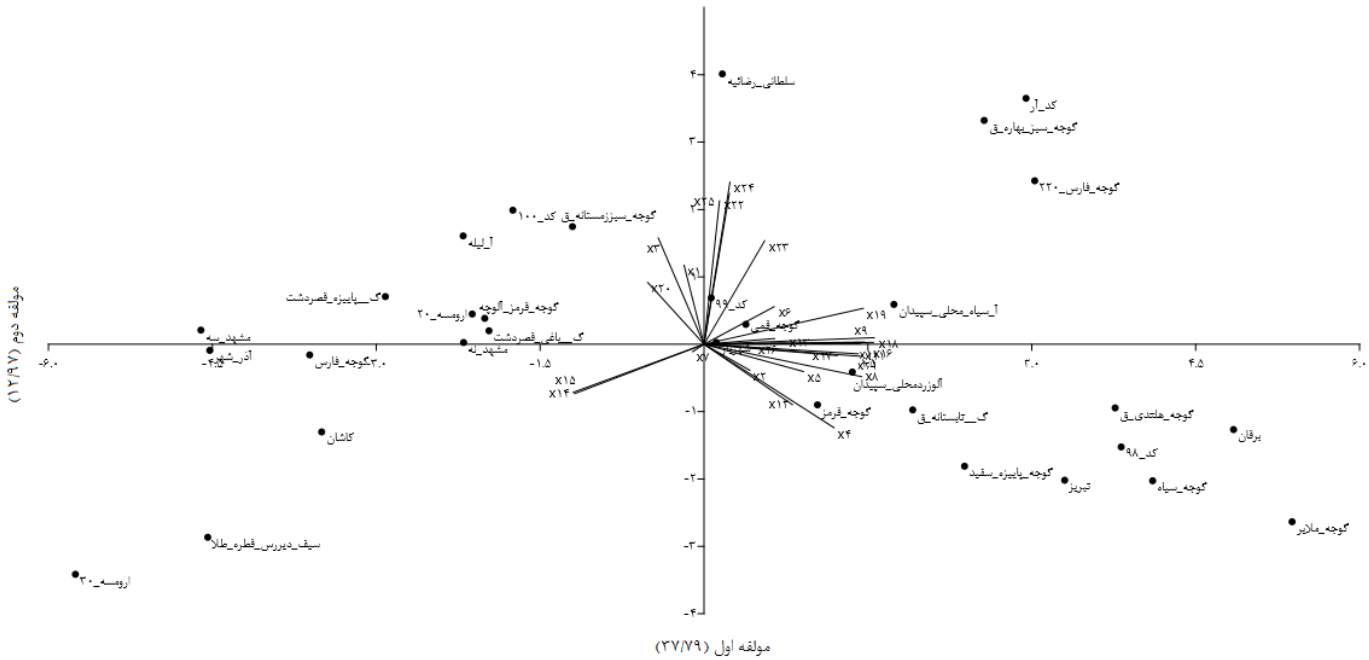
1. Shukla

2. Stansfield

جدول ۳ – اجزاء واریانس و وراثت‌پذیری صفات مورد مطالعه در برخی از ژنوتیپ‌های گوجه سبز در شرایط اقلیمی کرج در سال‌های باغی ۱۳۹۷-۱۳۹۸

صفت	میانگین	ضریب تغییرات ژنتیکی	ضریب تغییرات فنوتیپی	واریانس ژنتیکی	واریانس فنوتیپی	واریانس مکانی	واریانس اثر متقابل	واریانس محیطی	وراثت پذیری
شروع گلدهی	۲۴/۷۷	۷/۵۸	۷/۸۸	۳/۵۳	۳/۸۱	۰/۱۹	۰/۵۶	۰/۰۲	۹۲/۵۷
طول مرحله گلدهی	۱۱/۲۴	۴/۸۹	۸/۲۹	۰/۳۰	۰/۸۷	۰/۹۸	۱/۱۳	۰/۰۱	۳۴/۷۹
زمان رسیدن	۹۸/۲۸	۹/۹۲	۱۰/۰۹	۹۵/۱۴	۹۸/۳۹	۹/۱۰	۶/۴۹	۰/۰۲	۹۶/۷۰
عملکرد	۲۹/۸۳	۲۶/۷۳	۲۸/۰۷	۶۳/۵۷	۷۰/۱۰	۸۰/۹۴	۸/۸۳	۱۲/۶۸	۹۰/۶۹
کارایی عملکرد	۵۴/۳۳	۲۹/۹۶	۳۴/۲۵	۲۶۴/۹۶	۳۴۶/۱۹	۱/۵۰	۱۱۳/۵۴	۱۴۶/۷۳	۷۶/۵۴
تراکم اسپور	۰/۳۱	۲۷/۲۳	۲۹/۹۴	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۱	۸۲/۷۱
تراکم گل	۲/۱۴	۲۷/۱۳	۲۷/۴۹	۰/۳۴	۰/۳۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۹۷/۳۷
وزن میوه (مرحله اول)	۶/۰۵	۵۱/۰۱	۵۱/۲۰	۹/۵۴	۹/۶۱	۰/۳۷	۰/۰۷	۰/۲۱	۹۹/۲۷
طول میوه (مرحله اول)	۲۰/۲۷	۱۶/۸۴	۱۷/۰۶	۱۱/۶۵	۱۱/۹۶	۱/۵۵	۰/۰۰	۱/۸۵	۹۷/۴۲
عرض میوه (مرحله اول)	۱۹/۷۸	۱۹/۵۸	۱۹/۶۶	۱۵/۰۰	۱۵/۱۳	۰/۹۹	۰/۰۸	۰/۵۰	۹۹/۱۷
قطر میوه (مرحله اول)	۲۰/۳۱	۲۱/۹۰	۲۱/۹۷	۱۹/۷۸	۱۹/۹۲	۱/۱۲	۰/۰۰	۰/۸۱	۹۹/۳۲
TSS (مرحله اول)	۹/۵۱	۱۶/۵۲	۱۶/۶۴	۲/۴۷	۲/۵۰	۰/۱۵	۰/۰۱	۰/۱۸	۹۸/۶۲
pH (مرحله اول)	۲/۲۸	۱۸/۶۸	۱۹/۰۳	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۴	۹۶/۳۷
TA (مرحله اول)	۶/۴۴	۴۲/۴۹	۴۲/۵۷	۷/۴۹	۷/۵۲	۰/۱۳	۰/۰۰	۰/۱۷	۹۹/۶۳
TA (مرحله دوم)	۲۴/۲۳	۴۲/۱۲	۴۲/۲۰	۱۰۴/۱۸	۱۰۴/۵۸	۱/۵۵	۰/۰۰	۲/۴۱	۹۹/۶۲
وزن میوه (مرحله دوم)	۱۳/۰۹	۵۳/۰۱	۵۳/۲۳	۴۸/۱۲	۴۸/۵۲	۱/۰۳	۰/۲۳	۱/۷۲	۹۹/۱۸
طول میوه (مرحله دوم)	۲۳/۲۷	۲۴/۸۴	۲۴/۹۷	۳۳/۴۱	۳۳/۷۷	۱/۶۰	۰/۲۴	۱/۴۳	۹۸/۹۳
قطر میوه (مرحله دوم)	۲۵/۹۵	۲۳/۳۶	۲۳/۴۴	۳۶/۷۷	۳۷/۰۱	۱/۵۲	۰/۰۵	۱/۳۰	۹۹/۳۵
عرض میوه (مرحله دوم)	۲۵/۱۹	۱۹/۲۰	۱۹/۲۸	۲۳/۴۰	۲۳/۵۹	۱/۳۷	۰/۰۰	۱/۱۲	۹۹/۲۱
دم میوه	۱۲/۲۱	۳۳/۸۲	۳۴/۰۴	۱۷/۰۶	۱۷/۲۸	۰/۰۷	۰/۰۰	۱/۳۳	۹۸/۷۱
قطر گوشت میوه	۲۲/۳۲	۲۹/۳۴	۲۹/۴۲	۴۲/۸۷	۴۳/۱۲	۱/۱۵	۰/۰۷	۱/۲۷	۹۹/۴۳
وزن هسته	۰/۶۱	۲۷/۰۴	۲۷/۴۲	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۹۷/۲۳
طول هسته	۱۴/۳۲	۱۱/۴۷	۱۱/۸۱	۲/۷۰	۲/۸۶	۰/۰۶	۰/۰۰	۰/۹۸	۹۴/۲۹
عرض هسته	۱۰/۹۲	۱۲/۴۸	۱۲/۶۲	۱/۸۶	۱/۹۰	۰/۰۵	۰/۰۰	۰/۲۶	۹۷/۷۲
قطر هسته	۶/۲۷	۱۱/۵۵	۱۱/۶۸	۰/۵۲	۰/۵۴	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۷	۹۷/۷۶
درصد ماده خشک	۱۱/۱۱	۱۸/۶۴	۱۸/۹۲	۴/۲۹	۴/۴۲	۰/۰۴	۰/۰۰	۰/۷۵	۹۷/۱۱

در مورد صفت طول مرحله گل‌دهی مقدار این نسبت ۰/۵۹ برآورد گردید این مقدار پایین‌ترین مقدار این نسبت در بین صفت‌های مورد بررسی است. مقدار وراثت‌پذیری صفت از ۳۴/۷۹ تا ۹۹/۶۳ به‌ترتیب برای صفات طول دوره گلدهی و TA متغیر است، بالابودن وراثت‌پذیری یک صفت بیانگر تأثیر بالاتر جزء ژنتیکی در بروز آن است. در پژوهشی به‌منظور تجزیه ژنتیکی صفات، اجزاء واریانس ژنتیکی، واریانس محیطی، واریانس فنوتیپی و برآورد وراثت‌پذیری پنج صفت مهم در سیب از ۴۴ ژنوتیپ استفاده شد. نتایج بررسی میزان وراثت‌پذیری برخی از صفات مهم نشان داد، بالاترین میزان وراثت‌پذیری عمومی مربوط به صفت عملکرد با ۶۴/۱۰ درصد و کمترین میزان وراثت‌پذیری عمومی با ۵/۷۵ درصد مربوط به صفت طول دوره گلدهی بود، همچنین وراثت‌پذیری زمان رسیدن میوه (زودرسی) ۴۱/۱۵ درصد ارزیابی شد. صفات کمی و کیفی میوه برخی نتاج بررسی شد و در نهایت دسته‌بندی و تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های دورگ سیب بر پایه صفات مورد بررسی در سه گروه قرار گرفتند (کوهنشین‌لیلی و همکاران، ۱۳۹۷). در این مطالعه نیز صفات فنولوژیکی از وراثت‌پذیری پایین‌تری نسبت به سایر صفات برخوردار بودند و صفات پومولوژیکی



شکل ۲- پلات حاصل از دو مؤلفه اول حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ژنونیپ‌های مورد مطالعه گوجه سبز در شرایط اقلیمی کرج در سال‌های باغی ۱۳۹۷-۱۳۹۸

وراثت‌پذیری بالاتری از خود نشان دادند.

نتیجه‌گیری کلی

بررسی وراثت‌پذیری صفات بر اساس اجزاء واریانس کمک می‌کند تا با برآورد هریک از اجزاء ژنتیکی و فنوتیپی در مدل مقدار وراثت‌پذیری محاسبه گردد. در این میان محاسبه وراثت‌پذیری با استفاده از تجزیه واریانس مرکب و تفکیک و تأثیر جزء اثر متقابل، از توان بالاتری برخوردار است. در این تحقیق به طور کلی مشخص گردید تفاوت برای تمامی صفات در جزء ژنتیکی در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار می‌باشد. همچنین همبستگی فنوتیپی بالا و مثبتی بین صفات عملکرد و وزن میوه در مرحله اول و دوم یادداشت‌برداری‌ها مشاهده گردید (به‌ترتیب r= ۰/۶۵ و r=۰/۷۱). از طرفی می‌توان از تفاوت اندک همبستگی‌های فنوتیپی و ژنتیکی برای صفت مذکور از روش انتخاب غیرمستقیم برای بهبود صفات بهره برد. در این تحقیق بالاترین مقدار وراثت‌پذیری مربوط به صفت TA و کمترین مقدار آن مربوط به صفت طول دوره گلدهی برآورد گردید. تعیین وراثت‌پذیری صفات و ماهیت ارتباط بین صفات مختلف، خصوصاً تعیین جز ژنتیکی می‌تواند تأثیر بسزایی در اختصاص روش اصلاحی جهت پیشرفت صفت مورد نظر از یک سو و تأثیر انتخاب غیرمستقیم بر اساس صفات با همبستگی بالای ژنوتیپی در محصولات باغی و کاهش هزینه‌های اصلاحی به دلیل کوتاه نمودن ابعاد پروژه از نظر زمانی و سطح داشته باشد. پیشنهاد می‌گردد به دلیل کارایی بالای انتخاب غیرمستقیم خصوصاً با در نظر گرفتن جزء وراثت‌پذیر، پژوهشگران پیش از انتخاب روش اصلاحی و دست زدن به انتخاب به ویژه در مرحله گیاهچه‌ای، ماهیت ارتباط بین صفات و وراثت‌پذیری آن‌ها را مد نظر قرار دهند.

منابع

حسنی، ق.، حاج‌نجاری، ح. و پیرمرادیان، م. ۱۳۹۸. ارزیابی شاخص‌های رشدی، عملکرد و تناوب باردهی برخی ارقام سیب وارداتی در شرایط اقلیمی ارومیه، پژوهش‌های میوه‌کاری، ۴(۱): ۳۷-۴۶.

صالحی‌جوزانی، غ.ر.، عبدمیشانی، س.، حسین‌زاده، ع.ه. و سیدطباطبائی، ب.ا. ۱۳۸۲. بررسی تنوع ژنتیکی در برخی ارقام تجاری سیب‌زمینی ایران با استفاده از تکنیک PCR-RAPD، مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۴(۴): ۱۰۲۱-۱۰۲۹.

عبدمیشانی، س. و شاه‌نجات‌بوشهری، ع .۱۳۷۷. اصلاح نباتات تکمیلی. چاپ اول. جلد اول انتشارات دانشگاه تهران، ۲۷۴ ص.

فراهانی، ا. و ارزانی، ا. ۱۳۸۵. بررسی تنوع ژنتیکی ارقام و هیبریدهای F1 گندم دوروم با استفاده از صفات زراعی و مورفولوژیک، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۰(۴): ۳۴۱-۳۵۵.

فرشادفر، ع. ۱۳۷۸. کاربرد ژنتیک کمی در اصلاح نباتات، انتشارات دانشگاه رازی (کرمانشاه)، ۴۰۴ ص.

کوهنشین‌لیلی، ح.، حاج‌نجاری، ح. و بخشی، د.۱۳۹۷. برآورد وراثت‌پذیری، همبستگی صفات عملکردی و ارزیابی میوه‌شناختی نتاج سیب، مجله علوم باغبانی ایران (علوم کشاورزی ایران)، ۴۹(۱): ۲۹۳-۳۰۲.

مرادی‌عاشور، ب.، ربیعی، م.، شیران، ب. و هوشمند، س. ۱۳۹۷. ارزیابی تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری برخی خصوصیات میوه ژنوتیپ‌های انار، علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۲(۴): ۵۵۵-۵۶۶.

هناره، م. و حسنی، ق. ۱۳۹۸. بررسی خصوصیات رویشی، پومولوژیک و عملکردی برخی از ارقام گلابی وارداتی در شرایط اقلیمی ارومیه، علوم باغبانی ایران، ۵۰(۲): ۳۳۷-۳۴۸.

Botu, I., Turcu, E., Preda, S., Botu, M. and Achim, G. 2004. 25 Years of Achievements and Perspectives in hazelnut Breeding in Romania. In VI International Congress on Hazelnut, 686: 91-94.

Dicenta, F. and García, J.E. 1993. Inheritance of the kernel flavour in almond. Heredity, 70(3): 308-312.

Dicenta, F., García, J.E. and Carbonell, E.A. 1993. Heritability of flowering, productivity and maturity in almond. Journal of Horticultural science, 68(1): 113-120.

Ertekin, C., Gozlekci, S., Kabas, O., Sonmez, S. and Akinci, I. 2006. Some physical, pomological and nutritional properties of two plum (*Prunus domestica* L.) cultivars. Journal of Food Engineering, 75(4): 508-514.

FAOSTAT .2019. FAOSTAT data of Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://faostat.fao.org/

FAOSTAT .2021. FAOSTAT data of Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://faostat.fao.org/.

Hardner, C., Dieters, M., DeLacy, I., Neal, J., Fletcher, S., Dale, G. and Basford, K., 2011. Identifying deployment zones for *Eucalyptus camaldulensis* x *E. globulus* and x *E. grandis* hybrids using factor analytic modelling of genotype by environment interaction. Australian forestry, 74(1), pp.30-35.

Imani, A., Amani, G., Shamili, M., Mousavi, A., Hamed, R., Rasouli, M. and José Martínez-García, P. 2021. Diversity and broad sense heritability of phenotypic characteristic in almond cultivars and genotypes. International Journal of Horticultural Science and Technology, 8(3): 281-289.

Johnson, R.A. and Wichern, D. W. 1982. Applied Multivariate Statistical Analysis. Prentice Hall Internat. Inc., New Yok, 794p.

Riger, M. 2006. Introduction to fruit crop. Haworth Press, USA, 499p.

Sánchez-Pérez, R., Ortega, E., Duval, H., Martínez-Gómez, P. and Dicenta, F. 2007. Inheritance and relationships of important agronomic traits in almond. Euphytica, 155: 381-391.

Shukla, S., Bhargava, A., Chatterjee, A., Srivastava, A. and Singh, S.P. 2006. Genotypic variability in vegetable amaranth (*Amaranthus tricolor* L) for foliage yield and its contributing traits over successive cuttings and years. Euphytica, 151: 103-110.

Singh, M. 1990. Standard errors of the estimates of genotypic and phenotypic correlation. (Biometrics report 1990). ICARDA. 7.

Stansfield, W. 1991. Population Genetics. Theory and Problems of Genetics. 3rd Ed. McGraw-Hill. USA, pp.249-254.

Yao, Q. and Mehlenbacher, S.A. 2000. Heritability, variance components and correlation of morphological and phenological traits in hazelnut. Plant breeding, 119(5): 369-381.