



دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و سوم، شماره اول، ۱۳۹۵
<http://jopp.gau.ac.ir>

ارزیابی تنوع ژنتیکی برخی از ژنوتیپ‌های ازگیل ژاپنی (*Eriobotrya japonica*) بر اساس صفات پومولوژی در استان گلستان

رخساره رحیم‌خانی^۱، فریال وارسته^۲ و اسماعیل سیفی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

^۲ استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

^۳ دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۴/۲۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۷/۲۸

چکیده

سابقه و هدف: ازگیل‌های ژاپنی انواع با اکولوژی متفاوتی طی دوره طولانی کشت و سازگار شدن خود در نواحی مختلف دنیا تشکیل داده‌اند. اولین قدم در کار اصلاحی شناسایی خاستگاه و مرکز پراکنش، همراه با مطالعه تنوع بین ژنوتیپ‌ها است. در این پژوهش ۲۰ ژنوتیپ ازگیل ژاپنی به منظور شناسایی و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر در استان گلستان، با استفاده از مارکرهای مورفولوژی میوه مورد مطالعه قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها: میوه‌های ژنوتیپ‌های مورد بررسی در زمان رسیدگی، برداشت و ۲۵ صفت کمی و کیفی مربوط به میوه و بذر آن‌ها در آزمایشگاه اندازه‌گیری گردید. مقادیر حداکثر، حداقل، میانگین، ضریب شاخص تنوع، همبستگی بین صفات مشخص و تجزیه به عامل و کلاستر داده‌ها انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر برخی خصوصیات فیزیکی - شیمیایی تفاوت معنی‌داری وجود داشت. وزن میوه‌ها از ۱۲/۸۷ تا ۲۳/۸۰ گرم و طول میوه‌ها از ۲۵/۶۷ تا ۳۳/۷۰ میلی‌متر در ژنوتیپ‌ها متغیر بود. در بیشتر ژنوتیپ‌ها میوه تقریباً شکل گرد داشت. میوه‌ها بسته به ژنوتیپ دارای ۱/۱۴ تا ۴/۳۳ عدد بذر بودند. مقدار گوشت میوه از حدود ۲/۵ تا ۶ برابر وزن بذور به ترتیب در ژنوتیپ‌های ۲ و ۲۰ متفاوت بود. بالاترین

*مسئول مکاتبه: feryalvarasteh@gmail.com

(۸۷/۹۶ درصد) و پایین‌ترین (۷۷/۶۱ درصد) مقدار رطوبت گوشت میوه به‌ترتیب در ژنوتیپ ۲ و ۲۰ ثبت گردید. درصد ماده خشک بذر در محدوده ۴۱/۱۲ تا ۵۱/۲۷ درصد متغیر بود. بیش‌ترین میزان مواد جامد محلول (۱۷/۷۳ درصد) در ژنوتیپ ۱۳ مشاهده شد، در حالی‌که ژنوتیپ ۳ بالاترین مقدار اسیدیتیه قابل‌تیترا (۱/۱۶ درصد) و ویتامین ث (۳۸/۱۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) را داشت. هم‌چنین برای تعیین صفات اصلی متمایز کننده ژنوتیپ‌ها، تجزیه به عامل ۱۹ صفت کمی انجام شد و صفات مورد بررسی در ۵ عامل که در مجموع حدود ۸۹/۹۵ درصد از واریانس کل را توجیه کردند، قرار گرفتند. در هر عامل صفات با ضرایب بیشتر از ۰/۴۰ معنی‌دار در نظر گرفته شد. عامل اول مربوط به خصوصیات فیزیکی میوه و عامل دوم مربوط به خصوصیات بذر بود که در مجموع ۵۵/۵ درصد از واریانس کل را به خود اختصاص دادند. نتایج تجزیه به عامل نشان داد که طول، قطر، وزن و حجم میوه، طول بذر، وزن تر و خشک بذر، درصد ماده خشک بذر، طول به قطر بذر و تعداد بذر بیش‌ترین تأثیر را در تنوع ژنوتیپ‌ها داشتند. هم‌چنین بر اساس تجزیه کلاستر ۱۹ صفت کمی، ژنوتیپ‌ها در پنج گروه جای گرفتند. وزن تر گوشت میوه با طول، قطر، وزن و حجم میوه همبستگی مثبت در سطح یک درصد و با ضخامت گوشت میوه همبستگی مثبت در سطح ۵ درصد نشان داد.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی ژنوتیپ‌هایی که به لحاظ صفات مرتبط با کیفیت میوه از جمله وزن میوه، تعداد کم‌تر بذر درون میوه و یا سایر صفات کیفی شرایط بهتری داشتند، می‌توانند به‌عنوان ژنوتیپ‌های امیدبخش برای ارزیابی‌های بعدی در برنامه‌های اصلاح، تکثیر و احداث باغ‌های تجاری مورد استفاده قرار گیرند. در این پژوهش ژنوتیپ ۲۰ با بیش‌ترین نسبت گوشت به بذر، ژنوتیپ ۱۶ با کم‌ترین تعداد بذر و نسبت گوشت به بذر بالا و ژنوتیپ ۱۳ به‌دلیل بالا بودن مواد جامد محلول و نسبت گوشت به بذر مناسب به‌عنوان ژنوتیپ‌های امیدبخش معرفی می‌گردند.

واژه‌های کلیدی: ازگیل ژاپنی، پومولوژی، تجزیه به عامل، تجزیه کلاستر

مقدمه

ازگیل ژاپنی با نام علمی *Eriobotrya japonica* (Lindl) درختی نیمه‌گرمسیری همیشه‌سبز از خانواده گل‌سرخیان، بومی جنوب‌شرق چین می‌باشد که از آنجا به ژاپن و سپس اروپا و نواحی مدیترانه‌ای گسترش یافته است. در حال حاضر ازگیل ژاپنی در دنیا عمدتاً در مناطق نیمه‌گرمسیری و معتدله ملایم رشد می‌کند (۶، ۲۰ و ۲۸). درختان ازگیل ژاپنی در طی تابستان استراحت نموده و در پاییز شکوفه می‌دهند. میوه آن‌ها در طول زمستان نمو یافته و در اوایل بهار می‌رسد. فنولوژی متفاوت ازگیل ژاپنی در مقایسه با میوه‌های دیگر، به پرورش‌دهندگان این امکان را می‌دهد که در بهار زمانی که میوه‌های کمی در بازار برای رقابت وجود دارند، میوه‌های ازگیل ژاپنی را، به‌ویژه در برداشت‌های اولیه، با قیمت بالایی به فروش برسانند (۱۱ و ۲۳). میوه ازگیل ژاپنی با طعم و مزه بسیار مطلوب، دارای مقادیر بالای ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مانند کاروتنوئید، فلاونوئید، ویتامین ث و ترکیبات فنلی است و مصرف این محصول می‌تواند میزان ابتلا به بسیاری از بیماری‌ها مانند سرطان و بیماری‌های قلبی و عروقی را کاهش دهد (۵).

از آنجایی که درختان ازگیل ژاپنی در بسیاری از مناطق از طریق تکثیر جنسی به وجود آمده‌اند و خصوصیات متنوعی به‌علت هتروزیگوسیتی و دگرگرده‌افشانی دارا می‌باشند، بنابراین پرورش‌دهندگان ازگیل ژاپنی در طول برداشت و بازاریابی، به‌دلیل تنوع در اندازه و کیفیت میوه‌ها، با مشکلاتی مواجه می‌گردند (۱۵). معمولاً ارقام بر اساس دستورالعمل اتحادیه بین‌المللی محافظت از ارقام جدید گیاهی^۱، شناسایی شده و مواد اصلاحی گزینش می‌گردند. اگرچه خصوصیات ریخت‌شناسی وقت‌گیر است و تحت تأثیر شرایط محیط و عملیات زراعی قرار می‌گیرد، اما هنوز هم به‌عنوان یک روش کاربردی در توسعه مراحل ارزیابی ژرم‌پلاسم به‌شمار می‌رود (۶). ارزیابی تنوع ژنتیکی به‌عنوان پایه برنامه‌های اصلاحی و در جهت حفاظت از ذخایر ژنتیکی بسیار دارای اهمیت می‌باشد (۲۴). اولین قدم در کار اصلاحی شناسایی خاستگاه و مرکز پراکنش، همراه با مطالعه تنوع بین ژنوتیپ‌ها است. تنوع مبنای همه گزینش‌ها بوده و انتخاب نیز نیازمند تنوع می‌باشد، به‌طوری که با افزایش تنوع حدود انتخاب نیز وسیع‌تر می‌شود (۱). ازون و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی در کشور ترکیه ۱۵ رقم ازگیل ژاپنی را از نظر متغیرهای کیفی میوه و برخی از ویژگی‌های مولکولی جمعیت مورد بررسی قرار دادند و تنوع

1- International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV)

ژنتیکی وسیعی در جمعیت‌های ازگیل‌ژاپنی گزارش کردند. هم‌چنین بیان نمودند از نظر خصوصیات کیفی میوه تفاوت معنی‌داری بین این ارقام وجود داشت (۲۹). حسین (۲۰۰۹) خصوصیات ریخت‌شناسی ۴۲ ژنوتیپ ازگیل‌ژاپنی جمع‌آوری شده از مناطق مختلف پاکستان را مورد بررسی قرار داد و تفاوت معنی‌داری از نظر خصوصیات مختلف میوه در بین ژنوتیپ‌ها مشاهده نمود (۱۵). موسی‌زاده و همکاران (۲۰۱۵) تنوع ژنتیکی ۱۵ رقم انگور بر اساس صفات ریخت‌شناسی را بررسی نمودند (۲۱). مطالعه خصوصیات ۵۰ ژنوتیپ بادام حاصل از دورگ‌گیری بین برخی از ژنوتیپ‌های برتر ایرانی و رقم تونو توسط استاجی و همکاران (۲۰۱۳) صورت گرفت (۱۲). براساس اطلاعات نویسندگان تاکنون مطالعه‌ای در زمینه بررسی خصوصیات فیزیکی - شیمیایی ژنوتیپ‌های ازگیل‌ژاپنی موجود در ایران انجام نشده است. ارزیابی ژنوتیپ‌ها برای توسعه کشت ازگیل‌ژاپنی و حفظ تنوع موجود ضروری می‌باشد. در این پژوهش، خصوصیات فیزیکی - شیمیایی میوه تعدادی از ژنوتیپ‌های ازگیل‌ژاپنی بومی ایران به‌منظور شناسایی و انتخاب ژنوتیپ‌های امیدبخش برای ارزیابی‌های بعدی و به‌کارگیری آن‌ها در برنامه‌های تکثیر، اصلاح و احداث باغ‌های تجاری مورد مطالعه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش ۲۰ ژنوتیپ ازگیل‌ژاپنی در مناطق مختلف استان گلستان طبق جدول ۱ شناسایی و انتخاب گردیدند. در زمان رسیدن میوه‌ها، در سال زراعی ۹۳-۹۲، نمونه‌های میوه از قسمت بیرونی و وسط تاج درخت به‌صورت تصادفی برداشت و به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انتقال یافت. اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی میوه ژنوتیپ‌ها طبق جدول ۲ صورت گرفت. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار (هر تکرار شامل ۷ عدد میوه) انجام شد. اندازه‌گیری و ارزیابی صفات میوه‌شناسی با استفاده از توصیف‌نامه UPOV انجام شد. برای اندازه‌گیری قطر، طول و ضخامت گوشت میوه از کولیس دیجیتال (مدل Guanglu، ساخت کشور چین) استفاده گردید. وزن تر و خشک گوشت میوه و وزن تر و خشک بذر با استفاده از ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. وزن خشک گوشت و بذر میوه، پس از قرارگیری در آون به‌مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد ثبت شد. حجم میوه به روش وزن کردن میوه در زیر آب محاسبه گردید (۳۱). مقدار مواد جامد محلول با استفاده از رفراکتومتر دستی (مدل MT-032ATC، ساخت کشور تایوان) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتر به‌وسیله

هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال انجام شد. مقدار اسیدیته قابل تیتراژ بر اساس اسید غالب میوه از گیل ژاپنی یعنی اسید مالیک با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$A = \frac{S.N.F.E}{C} \times 100 \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه A مقدار اسید در عصاره میوه (g/100 ml)، S مقدار NaOH مصرف شده، N نرمالته NaOH (۰/۱ نرمال)، F عامل NaOH که مساوی یک می‌باشد، C مقدار عصاره میوه و E اکی‌والان اسید مالیک که برابر ۰/۰۶۷ می‌باشد. pH آب‌میوه با دستگاه pH meter (Labtron, pH-) و هدایت الکتریکی آب‌میوه توسط هدایت الکتریکی سنج (مدل Cond 315i، ساخت کشور آلمان) اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری ویتامین ث با استفاده از معرف دی‌کلروایندوفنل انجام شد (۴). بدین صورت که ۵ گرم از نمونه با ۴۰ میلی‌لیتر اسید استیک ۸ درصد مخلوط و له شد. سپس عصاره‌گیری و حجم آن یادداشت گردید. پس از صاف کردن عصاره، ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره به‌دست آمده را برداشته و با ۴۰ میلی‌لیتر اسید استیک ۸ درصد مخلوط کرده و با معرف دی‌کلروایندوفنل تا ظهور رنگ ارغوانی کم‌رنگ تیتراژ شد. برای نمونه استاندارد ۰/۱ گرم پودر اسید آسکوربیک خالص را با اسیداستیک ۸ درصد به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده و سپس ۲ میلی‌لیتر از آن برداشته با ۴۰ میلی‌لیتر اسید استیک ۸ درصد مخلوط و سپس با معرف دی‌کلروایندوفنل تیتراژ شد. نقطه پایان تیتراسیون ظهور رنگ ارغوانی کم‌رنگ است. مقدار ویتامین ث از رابطه زیر به‌دست آمد:

$$\text{رابطه (۲)} = \frac{\text{حجم عصاره به دست آمده} \times \text{حجم مصرفی برای نمونه} \times 2 \times 10}{\text{وزن نمونه} \times \text{حجم مصرفی برای استاندارد}} = \text{مقدار ویتامین ث}$$

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی (۲۳)، شماره (۱) ۱۳۹۵

جدول ۱- مناطق جمع‌آوری میوه ژنوتیپ‌های ازگیل‌ژاپنی در استان گلستان با طول جغرافیایی ۵۴ درجه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه.

Table 1. The collection regions of the loquat genotypes in Golestan province with 54° longitude and 36° latitude.

| ارتفاع (متر) Elevation (m) | مکان Location | شماره ژنوتیپ Genotype No. | ارتفاع (متر) Elevation (m) | مکان Location | شماره ژنوتیپ Genotype No. | ارتفاع (m) Altitude (m) | مکان Location | شماره ژنوتیپ Genotype No. |
|-------------------------------------|----------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| 128 | قرق Qorogh | 15 | 180 | آهنگر محله Ahangar mahaleh | 8 | 126 | گرگان Gorgan | 1 |
| 132 | علی‌آباد Ali abad | 16 | 182 | آهنگر محله Ahangar mahaleh | 9 | 284 | نومل Nomal | 2 |
| 134 | علی‌آباد Aid abad | 17 | 182 | آهنگر محله Ahangar mahaleh | 10 | 290 | نومل Nomal | 3 |
| 80 | سعدآباد Saed abad | 18 | 64 | اسپو محله Spoo mahaleh | 11 | 291 | نومل Nomal | 4 |
| 14 | نودیجه Nodijeh | 19 | 56 | انجیراب Anjirab | 12 | 295 | نومل Nomal | 5 |
| 159 | نصرآباد Nasr abad | 20 | 272 | قرن‌آباد Qarn abad | 13 | 167 | آهنگر محله Ahangar mahaleh | 6 |
| | | | 261 | قرن‌آباد Qarn abad | 14 | 171 | آهنگر محله Ahangar mahaleh | 7 |

ضریب شاخص تنوع (نسبتی از انحراف معیار هر صفت بر میانگین همان صفت در کل جمعیت)، مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد و همبستگی بین صفات (با روش پیرسون) با استفاده از نرم‌افزار SAS تعیین گردید. برای تجزیه کلاستر به روش وارد و تجزیه به عامل‌ها از روش چرخش عامل‌ها به روش وریماکس، نیز از نرم‌افزار SAS و جهت تجزیه دی‌پلات از نرم‌افزار R استفاده شد.

نتایج و بحث

مقادیر حداقل، حداکثر، میانگین، انحراف معیار و شاخص تنوع فنوتیپی کل هر یک از صفات اندازه‌گیری شده برای ژنوتیپ‌های ازگیل‌ژاپنی مورد بررسی در جدول ۲ آورده شده است. بررسی صفات کمی و کیفی میوه‌های ازگیل‌ژاپنی نشان داد که از این نظر تفاوت زیادی بین ژنوتیپ‌ها وجود داشت. تکثیر این میوه از طریق بذر یکی از دلایل وجود تنوع در این محصول است. هتروزیگوسیتی بالا میان ژنوتیپ‌ها، تنوع شرایط اقلیمی و وجود هیبرید میان ارقام از جمله مواردی است که باعث تنوع میان ژنوتیپ‌های مختلف می‌گردد (۱۹). نتایج نشان داد که از میان ۲۵ صفت مورد بررسی، شاخص طعم و اسیدیته قابل تیتراسیون تنوع بالایی را نشان دادند و دارای ضریب بیشتری نسبت به سایر صفات بودند. شاخص تنوع فنوتیپی در این صفات به ترتیب ۵۹/۲۶ و ۴۹/۱۲ بود. صفات تعداد بذر، ویتامین ث، وزن خشک گوشت میوه، وزن تر و خشک بذر، مواد جامد محلول و نسبت گوشت به بذر شاخص تنوع متوسطی داشتند.

نتایج بررسی خصوصیات میوه‌های ازگیل‌ژاپنی نشان داد که طول میوه بین ۲۵/۶۷ میلی‌متر در ژنوتیپ ۱۶ تا ۳۳/۷۰ میلی‌متر در ژنوتیپ ۲ متغیر بود. در پژوهش‌های انجام شده توسط محققین دیگر در سایر کشورها، طول میوه‌های ازگیل‌ژاپنی در ترکیه از ۳۳/۸۴ تا ۴۴/۳۵ میلی‌متر (۹) و ۲۶/۶۷ تا ۴۹/۰۷ میلی‌متر (۲۹)، در پاکستان ۲/۸۷ تا ۳/۶۶ سانتی‌متر (۱۶) و ۲ تا ۵ سانتی‌متر (۱۷) و در آمریکا ۲ تا ۵ سانتی‌متر (۸)، در لبنان ۲/۹۳ تا ۵/۵۱ سانتی‌متر (۶) گزارش گردید. طول میوه ۴ ژنوتیپ جدید ازگیل‌ژاپنی مورد مطالعه در مصر ۴۴/۷۲ تا ۵۲/۷۷ میلی‌متر گزارش شد (۱۰). هم‌چنین بیان شد که طول میوه ازگیل‌ژاپنی در ارقام تریپلوئید (۴۰ تا ۷۸/۵ میلی‌متر) نسبت به ارقام دیپلوئید (۳۷ تا ۶۲/۵ میلی‌متر) بیشتر بود (۱۴). در پژوهش حاضر بیش‌ترین قطر میوه مربوط به ژنوتیپ ۳ (۳۴/۲۲ میلی‌متر) و کم‌ترین قطر میوه مربوط به ژنوتیپ ۱۶ (۲۷/۱۷ میلی‌متر) بود. در پژوهش‌های دیگر قطر میوه‌های ازگیل‌ژاپنی ۳۵/۲۲ تا ۴۱/۳ میلی‌متر (۱۰)، ۲/۵۳ تا ۳/۱۸ میلی‌متر (۱۶) و ۲/۴۹ تا ۴/۱۵ میلی‌متر (۱۷)، ۲۵/۱۳ تا ۴۵/۶۶ (۲۹) ذکر گردیده است.

جدول ۲- ویژگی‌های کلی صفات اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های ازگیل ژاپنی.

Table 2. The overall characteristics of the assessed traits in the loquat genotypes.

| شاخص تنوع فنوتیپی (درصد) Phenotypic diversity index (%) | انحراف معیار Standard Deviation | میانگین Mean | بیش‌ترین Max | کم‌ترین Min | واحد Unit | علامت اختصاری Abbrev. | Trait | صفت |
|---|--|-----------------|-----------------|----------------|--------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------|
| 18.03 | 3.06 | 17.01 | 23.80 | 12.87 | g | FrW | Fruit Weight | وزن میوه |
| 18.03 | 2.37 | 13.16 | 17.27 | 9.08 | g | FrFIFW | Fruit Flesh Fresh Weight | وزن تر گوشت میوه |
| 21.94 | 0.46 | 2.11 | 3.51 | 1.43 | g | FrFIDW | Fruit Flesh Dry Weight | وزن خشک گوشت میوه |
| 17.92 | 3.03 | 16.91 | 23.54 | 12.78 | cm ³ | FrV | Fruit Volume | حجم میوه |
| 6.19 | 1.89 | 30.66 | 34.22 | 27.17 | mm | FrDi | Fruit Diameter | قطر میوه |
| 7.95 | 2.38 | 30.03 | 33.70 | 25.67 | mm | FrL | Fruit Length | طول میوه |
| 11.43 | 0.71 | 6.27 | 8.12 | 5.09 | mm | FrFITh | Fruit Flesh Thickness | ضخامت گوشت میوه |
| 29.19 | 0.79 | 2.71 | 4.33 | 1.14 | Number | SN | Number Seed | تعداد بذر |
| 8.46 | 1.26 | 15.00 | 16.99 | 12.17 | mm | SDi | Seed Diameter | قطر بذر |
| 11.77 | 1.53 | 13.00 | 16.66 | 10.44 | mm | SL | Seed Length | طول بذر |
| 21.43 | 0.30 | 1.41 | 1.97 | 0.85 | g | SFW | Seed Fresh Weight | وزن تر بذر |
| 21.90 | 0.14 | 0.66 | 0.92 | 0.35 | g | SDW | Seed Dry Weight | وزن خشک بذر |
| 20.68 | 0.82 | 4.00 | 5.92 | 2.56 | ratio | FrFl/S | Fruit Flesh/Seed | گوشت به بذر میوه |
| 21.49 | 2.85 | 13.29 | 17.73 | 8.53 | % | TSS | Total Soluble Solids | مواد جامد محلول |
| 49.12 | 0.25 | 0.51 | 1.16 | 0.17 | % Malic acid | TA | Titrateable Acidity | اسیدیتیه قابل تیتر |
| 59.26 | 20.48 | 34.56 | 71.48 | 11.18 | ratio | FrFlal | Fruit Flavor Index | شاخص طعم میوه |
| 9.83 | 0.39 | 3.98 | 4.55 | 2.78 | - | pH | pH | پ هاش |
| 19.37 | 0.47 | 2.46 | 4.03 | 1.55 | ds.m ⁻¹ | EC | Electrical Conductivity | هدایت الکتریکی |
| 5.92 | 0.05 | 0.98 | 1.09 | 0.89 | ratio | FrL/Di | Fruit Length/Diameter | طول به قطر میوه |
| 8.66 | 0.07 | 0.86 | 0.98 | 0.68 | ratio | SL/Di | Seed Length/Diameter | طول به قطر بذر |
| 26.48 | 5.85 | 22.10 | 38.10 | 12.58 | mg/100 FW | Vit C | Vitamin C | ویتامین ث |
| 3.08 | 2.57 | 87.73 | 87.96 | 77.60 | % | FIH | Flesh Humidity | رطوبت گوشت |
| 0.67 | 0.00 | 1.00 | 1.01 | 0.99 | g/cm ³ | FrDen | Fruit Density | چگالی میوه |
| 5.51 | 2.60 | 47.16 | 51.27 | 41.13 | % | SDM | Seed Dry Matter | ماده خشک بذر |
| 3.60 | 2.85 | 79.10 | 85.43 | 73.41 | % | FrEP | Fruit Edible Part | بخش خوراکی میوه |

در این پژوهش نسبت طول به قطر میوه‌های ازگیل‌ژاپنی ۰/۸۹-۱/۰۹ بود. در مصر با بررسی خصوصیات ۴ ژنوتیپ جدید ازگیل‌ژاپنی، نسبت طول به قطر بیشتری را (۱/۱-۱/۳۴) برای این میوه گزارش کردند (۱۰). به‌علاوه نسبت عرض به طول میوه کم‌تر (۰/۷-۰/۹۴) نیز برای میوه ازگیل‌ژاپنی در ترکیه ثبت گردید و شکل میوه‌های ازگیل‌ژاپنی معمولاً گلابی‌شکل و گرد بود (۲۹). هر قدر عدد شاخص شکل میوه به عدد یک نزدیک‌تر باشد، میوه گردتر خواهد بود. در این پژوهش اغلب ژنوتیپ‌های مورد بررسی گرد بودند. هم‌چنین ژنوتیپ ۲ و ژنوتیپ ۱۶ به‌ترتیب بیش‌ترین (۲۳/۸۰ گرم) و کم‌ترین (۱۲/۸۷ گرم) وزن میوه را دارا بودند. وزن میوه ازگیل‌ژاپنی از ۳۳/۱۸ گرم تا ۶۱/۳۸ گرم گزارش گردیده است (۱۱). هم‌چنین وزن میوه رقم تاناکا ۵-۶ گرم و رقم شری ۲۵-۲۹ گرم اندازه‌گیری شده است (۸). وزن میوه ازگیل‌ژاپنی بین ۳۰-۸۰ گرم (۸ و ۲۷)، ۹/۵۴-۱۶/۲ گرم (۱۶)، ۱۴/۶-۱۶/۲۹ گرم (۲۹)، ۱۶/۲۸-۷۶/۹۹ گرم (۶)، ۳۸/۴ تا ۵۷/۷ گرم (۱۸)، ۲۲/۵۵-۲۹/۵۴ گرم (۹)، ۱۱/۰۴-۱۶/۸۴ گرم (۱۷)، ۱۹/۲-۳۹/۳ گرم (۳۱) و ۲۹/۰۳-۴۴/۴۵ گرم (۱۰) گزارش شده است. در ارقام دیپلوئید وزن میوه (۲۵/۲-۶۱/۱ گرم) کم‌تر از ارقام تریپلوئید (۴۵-۷۸/۵ گرم) بوده است (۱۴). وزن میوه یکی از معیارهای مهم برای بازاریابی محصول می‌باشد که تحت تأثیر محل پرورش، عملیات کشاورزی و ژنتیک قرار می‌گیرد (۱۱). با توجه به گزارش‌های سایر کشورها و نتایج این تحقیق، میوه‌های ازگیل‌ژاپنی مورد بررسی در منطقه گرگان، دارای اندازه نسبتاً کوچک تا متوسطی می‌باشند. همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است بیش‌ترین وزن تر گوشت میوه مربوط به ژنوتیپ ۳ (۱۷/۲۷) و کم‌ترین وزن تر گوشت میوه مربوط به ژنوتیپ ۱۰ (۹/۰۸ گرم) بود. وزن گوشت میوه از ۱۲/۹ تا ۶۶/۱ گرم متغیر بوده است (۶). در این تحقیق مقدار گوشت میوه از حدود ۲/۵ برابر وزن بذور در ژنوتیپ ۲ تا تقریباً ۶ برابر در ژنوتیپ ۲۰ متفاوت بود. در تحقیقات انجام شده در پاکستان نسبت گوشت میوه به بذر در ژنوتیپ‌های ازگیل‌ژاپنی را ۱/۶۷ تا ۲/۵۵ و ۱/۹۶ تا ۳/۰۵ ثبت نمودند (۱۶ و ۱۷). نسبت گوشت به بذر ۴/۸ تا ۶/۵ برای ارقام ازگیل‌ژاپنی در ترکیه و ۳/۸۳ تا ۵/۴۲ گزارش گردیده است (۱۸ و ۹). در این پژوهش درصد بخش خوراکی میوه از ۷۳/۴۱ درصد در ژنوتیپ ۱ تا ۸۵/۴۳ درصد در ژنوتیپ ۲۰ بود. به‌علاوه چگالی میوه‌ها از ۰/۹۹ تا ۱/۰۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب متغیر بود. تیان و همکاران (۲۰۱۱) بیان نمودند ۸۰-۶۰ درصد میوه ازگیل‌ژاپنی را بخش خوراکی آن تشکیل می‌دهد (۲۷). در مطالعه‌ای که روی جمعیت‌های ازگیل‌ژاپنی در ترکیه انجام گردید مشخص شد که نسبت گوشت میوه از ۷۵ تا ۹۰ درصد متغیر است.

ارقام برتر از گیل ژاپنی از نسبت گوشت میوه بالاتری برخوردار هستند (۲۹). درصد گوشت میوه در ارقام از گیل ژاپنی در مصر ۸۱ تا ۸۷ درصد گزارش شده است (۱۰). در این پژوهش ژنوتیپ ۲۰ به دلیل دارا بودن نسبت گوشت به بذر بالاتر می‌تواند در برنامه‌های تکثیر و اصلاح مورد توجه قرار گیرد. هم‌چنین ضخامت گوشت میوه بین ۵/۰۹ تا ۸/۱۲ میلی‌متر در ژنوتیپ‌های بررسی شده متغیر بود که با تحقیق لین و همکاران (۱۹۹۹) مطابقت داشت (۲۰). ضخامت گوشت میوه از گیل ژاپنی ۲ تا ۹ میلی‌متر گزارش گردیده است (۶ و ۱۰). بالاترین مقدار رطوبت گوشت میوه (۸۷/۹۶ درصد) مربوط به ژنوتیپ ۲ بود در حالی که مقدار رطوبت گوشت میوه در ژنوتیپ ۲۰ پایین‌ترین مقدار (۷۷/۶۱ درصد) در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ثبت گردید. درصد رطوبت بخش خوراکی میوه از گیل ژاپنی بین ۸۴ تا ۸۷ درصد در ارقام مختلف گزارش شده است (۸ و ۲۰).

از نظر وزن تر هر بذر، بیش‌ترین (۱/۹۷ گرم) و کم‌ترین (۰/۸۵ گرم) مقدار به‌ترتیب در ژنوتیپ ۱۲ و ۱۸ ثبت گردید. وزن بذور از گیل‌های ژاپنی بین ۱/۱ تا ۳/۸ گرم برای ژنوتیپ‌های ۶ و ۲۰ و بین ۰/۹۸ تا ۱/۳۸ گرم برای ژنوتیپ ۱۶ گزارش شده است. درصد ماده خشک بذر بین ۴۱/۱۳ تا ۵۱/۲۷ درصد متغیر بود. یکی از فاکتورهای مؤثر در کیفیت میوه تعداد بذر است، میوه‌های با کیفیت خوب تعداد بذر کم‌تری دارند (۱۰). تعداد بذر به شرایط گرده‌افشانی بستگی دارد و این یکی از صفات متمایز کننده در تشخیص ارقام از گیل ژاپنی است (۹). در پژوهش حاضر میوه‌ها بسته به ژنوتیپ دارای ۱/۱۴ (ژنوتیپ ۱۶) تا ۴/۳۳ (ژنوتیپ ۱۹) عدد بذر بودند. تعداد بذور از گیل ژاپنی ۲-۱ عدد و در بعضی ارقام ۶-۳ عدد ذکر شده است (۸). متوسط تعداد بذر در میوه‌های از گیل ژاپنی بین ۱ تا ۵ عدد توسط محققین دیگر بیان گردیده است (۹، ۱۰، ۱۷، ۱۸، ۲۷ و ۲۹).

طبق جدول ۲ ژنوتیپ‌های ۱۲ و ۲۰ به‌ترتیب بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین اندازه بذر (از نظر طول و قطر بذر) را به خود اختصاص دادند. دامنه نسبت طول به قطر بذر از ۰/۶۸ میلی‌متر در ژنوتیپ ۱، تا ۰/۹۸ میلی‌متر در ژنوتیپ ۱۲ متغیر بود.

اگرچه میوه از گیل ژاپنی بر اساس رنگ پوست برداشت می‌شود حداقل مقدار مواد جامد محلول ۱۰ درجه بریکس برای برداشت تجاری ضروری می‌باشد (۷). سطوح قند و اسید روی ویژگی‌های ارگانولپتیک میوه اثر می‌گذارد. مصرف‌کنندگان، میوه‌های از گیل ژاپنی با مقدار مواد جامد محلول بالاتر از ۱۰ درجه بریکس را ترجیح می‌دهند (۲۳)، هرچند مواد جامد محلول میوه‌های از گیل ژاپنی با کیفیت می‌تواند بیشتر از ۱۲ درصد باشد (۲۷). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که دامنه مواد جامد محلول

میوه‌های ازگیل ژاپنی ژنوتیپ‌ها بین ۱۷/۷۳-۸/۵۳ درصد بود که بیش‌ترین و کم‌ترین میزان به ترتیب مربوط به ژنوتیپ ۱۳ و ۲ بود. پژوهشگران تغییرات بلوغ میوه ازگیل ژاپنی رقم آگری را در طی چهار سال بررسی نمودند و میزان مواد جامد محلول میوه‌ها را بین ۷/۸ تا ۱۰/۴ درصد ثبت کردند (۲۳). میزان مواد جامد محلول ازگیل ژاپنی ۶/۷ تا ۱۷ (۸)، ۱۱/۴۱ تا ۱۳/۱۰ (۳) و ۱۳/۹ تا ۱۵ درصد (۲۰) نیز در تحقیقات دیگر بیان شده است. هم‌چنین میزان مواد جامد محلول میوه ازگیل ژاپنی در زمان برداشت ۶/۷ درصد ثبت شده است (۱۳). میزان مواد جامد محلول در ۴ ژنوتیپ جدید ازگیل ژاپنی در مصر را ۱۰/۳۱ تا ۱۳/۲۲ درصد اندازه‌گیری نمودند (۱۰). هم‌چنین میزان مواد جامد محلول این میوه در تحقیقات دیگر ۹/۰۹ تا ۱۱/۷۷ (۹)، ۵/۴ تا ۷/۲۸ (۲۵)، ۹/۹ تا ۱۴ (۲۹) و ۹/۰۱ تا ۱۴/۵۸ درصد (۱۱) گزارش گردید. مقدار مواد جامد محلول ۱۹/۶ نیز در ارقام ازگیل ژاپنی در چین ثبت شد (۳۲). حداقل ۱۰ نوع اسیدآلی در ازگیل ژاپنی شناخته شده است که اسید مالیک اسید غالب در بین آن‌ها است. میزان اسیدیته قابل تیتراژ در ازگیل ژاپنی با مزه مناسب بین ۰/۳ تا ۰/۶ درصد می‌باشد (۲۷). محققین مقدار اسیدآلی بین دو رقم کم اسید و اسید بالا را مقایسه کرده و دریافتند که تفاوت در مقدار اسیدیته قابل تیتراژ بین دو رقم می‌تواند به دلیل تفاوت در غلظت اسید مالیک باشد (۷). بیش‌ترین میزان اسیدیته قابل تیتراژ برای ژنوتیپ ۳ (۱/۱۶ درصد) و کم‌ترین میزان برای ژنوتیپ ۶ (۰/۱۷ درصد) ثبت گردید. میزان اسیدیته قابل تیتراژ ۰/۰۵۸ تا ۰/۱۲۲ (۱۰)، ۱/۹۹ تا ۳/۹ (۲۹)، ۰/۱۵ تا ۰/۷۲ (۳۲) و ۰/۷۳ تا ۰/۸۸ (۹) درصد در این میوه گزارش شده است. نسبت اسیدیته به مواد جامد محلول به‌عنوان شاخص طعم در نظر گرفته می‌شود و از نظر مصرف‌کننده بر مزه میوه اثر تعیین‌کننده دارد. عطر و طعم خوب ازگیل ژاپنی به‌طور زیادی به نسبت قند به اسید مرتبط است (۲۷). شاخص طعم میوه بین ۷۱/۴۸-۱۱/۱۸ در ژنوتیپ‌های مورد بررسی متغیر بود.

بیش‌ترین مقدار ویتامین ث (۳۸/۱۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) برای ژنوتیپ ۳ و کم‌ترین مقدار (۱۲/۵۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) برای ژنوتیپ ۹ ثبت گردید. عشورنژاد و همکاران (۲۰۱۲) میزان ویتامین ث ازگیل ژاپنی را ۱۲/۵ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تر ذکر نمودند (۵). هم‌چنین در تحقیقات دیگر میزان ویتامین ث میوه ازگیل ژاپنی بین ۳/۱۲ تا ۸/۳۳ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تر (۱۱، ۳) و ۱۰/۳ تا ۱۹/۲ میکروگرم بر گرم (۳۲) گزارش شد.

همبستگی بین صفات: همبستگی یک صفت با صفت دیگر نوعی رابطه را نشان می‌دهد که هر چند از نوع تأثیر محسوب نمی‌شود اما اندازه‌گیری غیرمستقیم آن را ممکن می‌سازد. لذا در برخی مواقع که اندازه‌گیری یک صفت پر هزینه، پیچیده، زمان بر و یا مشکل است می‌توان از صفات دیگر که دارای همبستگی‌های معنی‌دار بالایی با صفت مزبور هستند برای اندازه‌گیری غیرمستقیم آن استفاده کرد. چنانچه همبستگی مثبتی بین دو صفت وجود داشته باشد برنامه اصلاحی برای یک گیاه تقریباً راحت است (۳۰). نتایج همبستگی بین صفات ارزیابی شده در ژنوتیپ‌های ازگیل‌زاپنی مورد بررسی در جدول ۳ آمده است. بر طبق نتایج جدول ۳، وزن تر گوشت میوه با طول، قطر، وزن و حجم میوه همبستگی مثبت در سطح یک درصد و با ضخامت گوشت میوه همبستگی مثبت در سطح پنج درصد داشت. وزن خشک گوشت میوه با قطر بذر همبستگی منفی در سطح پنج درصد و با ضخامت گوشت و وزن تر گوشت میوه همبستگی مثبت در سطح یک درصد داشت. همبستگی طول بذر با تعداد بذر در سطح یک درصد منفی بود. وزن تر بذر با ضخامت گوشت میوه در سطح یک درصد همبستگی مثبت و با تعداد بذر همبستگی منفی در سطح یک درصد داشت. میزان مواد جامد محلول با قطر و وزن میوه همبستگی منفی در سطح پنج درصد و با وزن خشک گوشت میوه در سطح پنج درصد همبستگی مثبت نشان داد. مقدار اسیدیته قابل تیترا با قطر، وزن، حجم، ضخامت گوشت و وزن تر گوشت میوه در سطح یک درصد همبستگی مثبت داشت. پ هاش آب میوه با اسیدیته قابل تیترا و وزن میوه همبستگی منفی در سطح یک درصد و با شاخص طعم همبستگی مثبت در سطح یک درصد نشان داد. هرچه pH آب میوه بالاتر باشد، اسیدیته آب میوه کم‌تر است یا به عبارتی میوه طعم شیرین‌تر خواهد داشت.

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده ژنوتیپ‌های ازگیل ژاپنی.

Table 3. Correlation coefficients between the assessed traits in the loquat genotypes.

| | FrL | FrDi | FrW | FrV | FrL/Di | SN | SL | SDi | SL/Di | FrFITh | FrFIFW | FrFIDW |
|--------|--------|--------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| FrL | 1 | | | | | | | | | | | |
| FrDi | 0.67** | 1 | | | | | | | | | | |
| FrW | 0.79** | 0.93** | 1 | | | | | | | | | |
| FrV | 0.79** | 0.93** | 0.99** | 1 | | | | | | | | |
| FrL/Di | 0.66** | -0.09 | 0.13 | 0.13 | 1 | | | | | | | |
| SN | 0.42 | 0.34 | 0.32 | 0.32 | 0.19 | 1 | | | | | | |
| SL | -0.19 | 0.19 | 0.15 | 0.14 | -0.44 | -0.61** | 1 | | | | | |
| SDi | 0.24 | 0.43 | 0.43 | 0.42 | -0.09 | 0.01 | 0.67** | 1 | | | | |
| SL/Di | -0.50* | 0.16 | -0.21 | -0.21** | -0.50* | -0.83** | 0.68** | -0.06 | 1 | | | |
| FrFITh | 0.16 | 0.24 | 0.29 | 0.30 | -0.00 | -0.41 | 0.15 | -0.27 | 0.43 | 1 | | |
| FrFIFW | 0.73** | 0.70** | 0.82** | 0.83** | 0.29 | 0.28 | -0.05 | 0.12 | -0.21 | 0.55* | 1 | |
| FrFIDW | 0.43 | 0.08 | 0.24 | 0.25 | 0.50 | 0.07 | -0.43 | -0.44* | -0.18 | 0.61** | 0.61** | 1 |
| SFW | 0.09 | 0.34 | 0.40 | 0.41 | -0.19 | -0.62** | 0.74** | 0.35 | 0.66** | 0.54** | 0.35 | 0.03 |
| SDW | 0.02 | 0.26 | 0.32 | 0.32 | -0.21 | -0.63 | 0.79** | 0.43 | 0.65** | 0.44** | 0.25* | -0.02 |
| FrFl/S | -0.03 | -0.20 | -0.15 | -0.14 | 0.17 | -0.52* | -0.01 | -0.50 | 0.43 | 0.70** | 0.17 | -0.50 |
| Vit C | 0.14 | 0.24 | 0.19 | 0.19 | -0.03 | 0.07 | 0.15 | -0.06 | 0.30 | 0.10 | 0.25 | -0.03 |
| TSS | -0.38 | -0.51* | -0.44 | 0.43* | 0.01 | -0.15 | -0.29 | -0.44 | 0.02 | -0.15 | -0.05 | 0.46* |
| TA | 0.40 | 0.68** | 0.69** | 0.69** | -0.12 | 0.12 | 0.06 | 0.05 | 0.02 | 0.56** | 0.67** | 0.19 |
| FrFlal | -0.39 | -0.53* | -0.56** | -0.56** | 0.00 | -0.20 | -0.01 | -0.08 | 0.07 | -0.32 | -0.46* | -0.00 |
| pH | 0.45* | 0.64** | -0.57** | -0.57** | 0.03 | 0.36* | 0.07 | -0.21 | 0.32 | -0.07 | -0.38 | 0.04 |
| EC | -0.02 | -0.05 | -0.00 | 0.00 | -0.11 | 0.01 | 0.11 | 0.64* | -0.22 | -0.38 | -0.26 | -0.38 |
| FIH | 0.27 | 0.58** | 0.53* | 0.52* | -0.22 | 0.16 | 0.50* | 0.70** | 0.00 | -0.15 | 0.27 | -0.57 |
| FrDen | 0.17 | 0.07 | 0.08 | 0.05 | 0.14 | 0.13 | 0.01 | -0.12 | -0.10* | -0.46 | -0.18 | -0.37 |
| SDM | -0.32 | -0.16 | -0.23 | -0.24 | -0.26 | -0.18 | 0.31 | 0.23 | 0.17 | -0.10 | -0.20 | -0.12 |
| FrEP | -0.18 | -0.30 | -0.28 | -0.27 | 0.07 | -0.61** | 0.06 | -0.04* | 0.05** | 0.66** | 0.05 | 0.44 |

ادامه جدول ۳

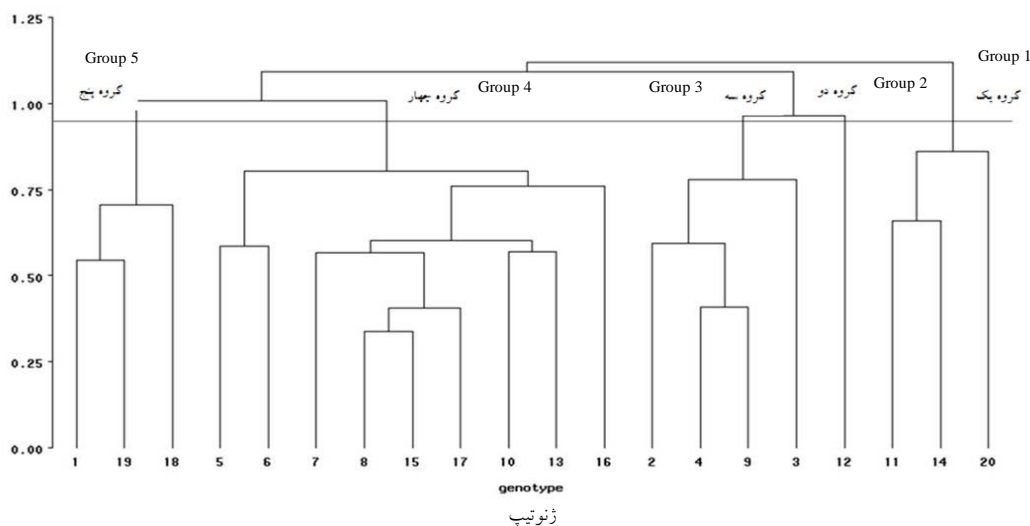
Table 3 Continued

| | SFW | SDW | FrFl/S | Vit C | TSS | TA | FrFlal | pH | EC | FIH | FrDen | SDM | FrEP |
|--------|--------|-------|--------|-------|---------|---------|--------|--------|--------|-------|-------|------|------|
| SFW | 1 | | | | | | | | | | | | |
| SDW | 0.96** | 1 | | | | | | | | | | | |
| FrFl/S | 0.22 | 0.13 | 1 | | | | | | | | | | |
| Vit C | 0.30 | 0.22 | 0.03 | 1 | | | | | | | | | |
| TSS | -0.21 | -0.23 | -0.35 | -0.11 | 1 | | | | | | | | |
| TA | 0.36 | 0.20 | 0.13 | 0.23 | -0.25 | 1 | | | | | | | |
| FrFlal | -0.23 | -0.11 | -0.03 | -0.12 | 0.53* | -0.85** | 1 | | | | | | |
| pH | -0.02 | -0.05 | 0.25 | -0.14 | 0.36 | -0.63** | 0.64** | 1 | | | | | |
| EC | 0.02 | 0.02 | -0.41 | -0.19 | -0.10 | -0.14 | 0.09 | -0.01 | 1 | | | | |
| FIH | 0.33 | 0.30 | -0.38 | 0.29 | -0.66** | 0.46* | -0.51* | -0.45* | 0.22 | 1 | | | |
| FrDen | -0.20 | -0.15 | -0.14 | -0.06 | -0.42 | -0.07 | -0.09 | -0.13 | -0.04 | 0.26 | 1 | | |
| SDM | -0.08 | -0.32 | -0.17 | -0.14 | 0.09 | -0.41 | 0.45* | 0.28 | -0.08 | -0.08 | 0.00 | 1 | |
| FrEP | 0.22 | 0.17 | 0.94** | 0.04 | 0.41 | 0.05 | 0.13 | 0.38 | -0.44* | 0.45* | -0.12 | 0.00 | 1 |

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد و * معنی‌دار در سطح ۵ درصد.

** and * Significant at P<0.01 and P<0.05, respectively.

تجزیه کلاستر: گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس تعداد زیادی صفت یا عامل می‌تواند روشی مطمئن در تعیین شباهت‌ها و فواصل خویشاوندی یا رابطه ژنوتیپ‌ها باشد (۲). به‌منظور بررسی تنوع بین ژنوتیپ‌های ازگیل ژاپنی استان گلستان، تجزیه کلاستر بر اساس ۱۹ صفت فیزیکی ارزیابی شده میوه و بذر، پس از استانداردسازی داده‌ها انجام شد. ۲۰ ژنوتیپ ازگیل ژاپنی در فاصله ۰/۹۶ به پنج گروه تقسیم شدند (شکل ۱). بر اساس این دندروگرام ژنوتیپ‌های ۱۱، ۱۴ و ۲۰ در گروه یک و ژنوتیپ ۱۲ در گروه دوم، ژنوتیپ‌های ۲، ۳، ۴ و ۹ در گروه سوم، ژنوتیپ‌های ۱۶، ۱۳، ۱۵، ۱۷، ۱۰، ۸، ۷، ۶ و ۵ در گروه چهارم و ژنوتیپ‌های ۱، ۱۹ و ۱۸ در گروه پنجم قرار گرفتند. در گروه یک ژنوتیپ‌های ۱۱ و ۱۴ دارای کم‌ترین تفاوت بودند. ژنوتیپ‌های ۴ و ۹ در گروه سوم و ژنوتیپ‌های ۱۰ با ۱۳ و ۸ با ۱۵ و ۵ با ۶ در گروه چهارم و ژنوتیپ‌های ۱ و ۱۹ در گروه پنجم در نوزده صفت فیزیکی بررسی شده، دارای تفاوت‌های اندکی بودند. میوه ژنوتیپ‌هایی که در گروه یک قرار گرفتند دارای وزن تر و خشک گوشت بیشتری بودند، ژنوتیپ‌های گروه دوم، طول، قطر و نسبت طول به قطر، وزن تر و خشک بذر بیشتری دارا بودند. در گروه سوم میوه‌ها وزن، حجم و وزن‌تر گوشت بیشتری داشتند و دارای قطر بذر یکسان بودند و در گروه چهارم میوه‌ها وزن و حجم بیشتر و وزن‌تر گوشت کم‌تری دارا بودند.



شکل ۱- دندروگرام ژنوتیپ‌های ازگیل ژاپنی بر اساس صفات مورفولوژی میوه به روش وارد.

Figure 1. Dendrogram of the loquat genotypes based on the fruit morphological traits by Ward's method.

میوه‌های گروه پنجم تعداد بذر بیشتری داشتند. هم‌چنین میوه‌های این گروه نسبت طول به قطر میوه بیشتری دارا بودند و تا حدودی کشیده‌تر از بقیه بودند. چالاک و همکاران (۲۰۱۴) تنوع ژنتیکی ۳۰ جمعیت ازگیل ژاپنی را با استفاده از صفات ریخت‌شناختی در لبنان بررسی نمودند. تجزیه خوشه‌ای، تمام این ۳۰ جمعیت را در سه گروه قرار داد که گروه اول دارای میوه‌های با اندازه بزرگ، گروه دوم دارای میوه‌های با اندازه متوسط و گروه سوم دارای میوه‌های کوچک بود (۶). هم‌چنین نتایج حاصل از پژوهش ازون و همکاران (۲۰۱۲) روی ۱۵ جمعیت ازگیل ژاپنی با استفاده از نشانگر مولکولی RAPD، آن‌ها را در دو گروه اصلی تقسیم‌بندی نمود که سطوح شباهت در آن‌ها از ۰/۶۹ تا ۰/۹۲ متغیر بود. این تنوع وسیع ژنتیکی در جمعیت‌های ازگیل ژاپنی در کارهای اصلاحی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (۲۹). نتایج تجزیه خوشه‌ای ۴۲ ژنوتیپ مورد بررسی توسط حسین (۲۰۰۹) با استفاده از نشانگر مولکولی RAPD، دو گروه اصلی از ژنوتیپ‌ها را بر اساس محل جمع‌آوری آن‌ها مشخص نمود (۱۵).

تجزیه به عامل: برای به‌دست آوردن نتیجه بهتر از داده‌های کمی، از تجزیه به عامل‌ها استفاده شد. تجزیه به عامل‌ها یکی دیگر از روش‌های چند متغیره است که به‌عنوان روشی برای کاهش حجم داده‌ها به‌منظور روشن ساختن روابط بین دو یا چند متغیر و توجیه تغییرات کل داده‌های اصلی و اولیه به وسیله تعداد محدودی از متغیرهای جدید مستقل و متعامد به نام عامل‌های اصلی شناخته شده است (۲۶). این تجزیه می‌تواند عوامل اصلی متمایز کننده ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی را روشن سازد (۲۲). عامل‌ها شامل چند صفت کمی هستند که دارای بیش‌ترین تأثیر در تفکیک ژنوتیپ‌ها می‌باشند. میزان واریانس نسبی هر عامل نشان‌دهنده اهمیت آن عامل در واریانس کل صفات مورد بررسی است و به‌صورت درصد بیان می‌شود (۲). در جدول ۴ تجزیه به عامل ۱۹ صفت کمی نشان داده شده است. بر این اساس صفات کمی مورد بررسی در ۵ عامل جای گرفته که مقادیر ویژه آن‌ها بیشتر از یک بودند و در مجموع حدود ۹۰ درصد از واریانس کل را توجیه کردند. بیش‌ترین عامل اصلی ۲۹/۵۷ درصد از واریانس کل و کم‌ترین عامل اصلی ۵/۹۱ درصد سهم از واریانس کل را داشتند (جدول ۴).

در عامل اول، ۶ صفت بیش‌ترین تأثیر را روی واریانس داشتند به طوری که صفات طول، قطر، وزن و حجم میوه و وزن تر گوشت و درصد رطوبت گوشت میوه با ضرایب مثبت در آن قرار گرفتند (جدول ۴). در عامل دوم صفات طول، وزن تر، وزن خشک بذر و نسبت طول به قطر بذر با ضرایب مثبت و تعداد بذر با ضریب منفی قرار گرفتند. عامل سوم با ۲۱/۷۴ درصد از واریانس کل، صفات ضخامت گوشت میوه، نسبت گوشت به بذر و درصد بخش خوراکی میوه با ضریب مثبت و صفت قطر بذر با ضریب منفی را شامل شد. عامل چهارم با ۶/۸ درصد از واریانس کل، صفت نسبت طول به قطر میوه با

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی (۲۳)، شماره (۱) ۱۳۹۵

ضریب مثبت ۰/۸۶ را به خود اختصاص داده است. عامل پنجم با ۵/۹۱ درصد از واریانس کل، صفت چگالی با ضریب مثبت ۰/۸۴ و وزن خشک گوشت میوه با ضریب منفی ۰/۵۴ را شامل شد. عامل اول و دوم با ۵۵/۵ درصد از واریانس کل بیش از نصف واریانس را به خود اختصاص داده‌اند. از بین این عامل‌ها عامل اول مربوط به خصوصیات فیزیکی میوه، عامل دوم مربوط به خصوصیات بذر بود. با توجه به نتایج تجزیه به عامل، صفات اصلی متمایزکننده ژنوتیپ‌ها قطر، وزن و حجم میوه، طول بذر، وزن تر و خشک بذر، وزن تر گوشت میوه، نسبت طول به قطر بذر و درصد ماده خشک بذر بود.

جدول ۴- مقادیر ویژه، درصد واریانس نسبی و تجمعی و ضرایب عاملی صفات کمی ژنوتیپ‌های ازگیل ژاپنی در هر یک از عامل‌ها پس از چرخش به روش وریماکس.

Table 4. Specific values, the percentages of the relative and cumulative variances and the component scores of the qualitative traits in the loquat genotypes within each factor after varimax rotation.

| Factors | عامل‌ها | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------------|-----------------------|-------|--------|--------|-------|--------|
| Specific values | مقادیر ویژه | 5.61 | 4.92 | 4.13 | 1.29 | 1.12 |
| Relative variance (%) | درصد واریانس نسبی | 29.57 | 25.93 | 21.74 | 6.8 | 5.91 |
| Cumulative variance (%) | درصد واریانس تجمعی | 29.57 | 55.5 | 77.24 | 84.04 | 89.95 |
| Fruit length | طول میوه | 0.79* | -0.13 | -0.02 | 0.54 | 0.13 |
| Fruit diameter | قطر میوه | 0.92* | 0.08 | -0.16 | -0.12 | 0.01 |
| Fruit weight | وزن میوه | 0.97* | 0.11 | -0.10 | -0.08 | 0.01 |
| Fruit Volume | حجم میوه | 0.97* | 0.10 | -0.10 | -0.07 | -0.005 |
| Fruit Length/Diameter | طول به قطر میوه | 0.14 | -0.25 | -0.15 | 0.86* | 0.16 |
| Number Seed | تعداد بذر | 0.36 | -0.73* | -0.48 | 0.08 | -0.03 |
| Seed Length | طول بذر | 0.07 | 0.90* | -0.11 | -0.27 | 0.15 |
| Seed Diameter | قطر بذر | 0.33 | 0.52 | -0.64* | 0.03 | 0.21 |
| Seed Length/Diameter | طول به قطر بذر | -0.22 | 0.70* | 0.45 | -0.42 | 0.02 |
| Fruit Flesh Thickness | ضخامت گوشت میوه | 0.36 | 0.29 | 0.71* | -0.02 | -0.43 |
| Fruit Flesh Fresh Weight | وزن تر گوشت میوه | 0.86* | 0.01 | 0.17 | 0.24 | -0.27 |
| Fruit Flesh Dry Weight | وزن خشک گوشت میوه | 0.28 | -0.20 | 0.51 | 0.52 | -0.54* |
| Seed Fresh Weight | وزن تر بذر | 0.36 | 0.84* | 0.21 | -0.11 | -0.09 |
| Seed Dry Weight | وزن خشک بذر | 0.23 | 0.92* | 0.06 | -0.01 | -0.12 |
| Fruit Flesh/Seed | نسبت گوشت به بذر میوه | -0.07 | 0.13 | 0.93* | 0.13 | -0.03 |
| Flesh Humidity (%) | درصد رطوبت گوشت | 0.54* | 0.29 | -0.40 | -0.32 | 0.43 |
| Fruit Density | چگالی میوه | -0.01 | -0.04 | -0.12 | 0.18 | 0.84* |
| Seed Dry Matter (%) | درصد ماده خشک بذر | -0.39 | 0.48* | -0.40 | 0.20 | -0.32 |
| Fruit Edible Part (%) | درصد بخش خوراکی میوه | -0.22 | 0.22 | 0.87* | 0.11 | -0.08 |

*صفات با ضرایب عامل بیشتر از ۰/۴۰ معنی‌دار در نظر گرفته شدند.

*Characteristics with coefficient values more than 0.40 were considered significant.

تجزیه دی پلات ۳۰ جمعیت ازگیل ژاپنی بررسی شده در لبنان دو گروه را عمدتاً بر اساس خصوصیات میوه از هم جدا کرد که گروه اول شامل ۱۱ جمعیت بومی با میوه‌های کوچک و تعداد بذر کم و گروه دوم شامل ۱۹ جمعیت خارجی با میوه‌های بزرگ بود. هم‌چنین در هر گروه بین جمعیت‌ها از نظر منطقه جمع‌آوری نمونه (شمال یا جنوب لبنان) تفاوت وجود داشت (۶).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به یافته‌های به‌دست آمده از این پژوهش مشخص شد که ژنوتیپ‌های ازگیل ژاپنی در استان گلستان از نظر ریخت‌شناسی میوه سطح تنوع بالایی دارا بودند که دلیل آن به احتمال زیاد تکثیر جنسی از طریق بذر، هتروزیگوسیتی و دگرگرده‌افشانی آزاد که در این جنس بسیار معمول می‌باشد، در طی سالیان متمادی است. اطلاعات در مورد تنوع ژنتیکی، برای مدیریت ژرم‌پلاسم و توسعه راهبردهای حفاظت منابع ژنتیکی با ارزش و استفاده در برنامه‌های اصلاحی بسیار مفید خواهد بود. با توجه به این‌که توده‌های ازگیل ژاپنی زیادی در شمال کشور به‌صورت خودرو وجود دارد، شناسایی ژنوتیپ‌هایی که به لحاظ صفات مرتبط با کیفیت میوه از جمله وزن میوه، تعداد کم‌تر بذر درون میوه و یا سایر صفات کیفی شرایط بهتری داشته باشند دارای اهمیت بوده و می‌توان آن‌ها را به‌صورت اهلی مورد کشت قرار داد. در این پژوهش ژنوتیپ ۲۰ با بیش‌ترین نسبت گوشت به بذر، ژنوتیپ ۱۶ با کم‌ترین تعداد بذر و نسبت گوشت به بذر بالا و ژنوتیپ ۱۳ به‌دلیل بالا بودن مواد جامد محلول و نسبت گوشت به بذر مناسب به‌عنوان ژنوتیپ‌های امیدبخش معرفی می‌گردند. با توجه به این‌که میوه ازگیل ژاپنی یکی از اولین میوه‌هایی است که در فصل بهار، زمانی که هنوز میوه تازه دیگری به بازار وارد نشده است می‌رسد و قابل برداشت است، بنابراین از نظر وجود خلاء در بازار میوه تازه در این زمان از سال دارای اهمیت ویژه‌ای است. علاوه‌بر این‌که نتایج این پژوهش برای شناساندن این میوه کم‌تر شناخته شده به کشاورزان و مصرف‌کنندگان می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد، از ژنوتیپ‌های برتر می‌توان در برنامه‌های تکثیر و تولید نهال برای احداث باغ‌های جدید جهت تولید تجاری میوه ازگیل ژاپنی استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب سپاسگزاری خود را از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان برای تأمین بودجه این پژوهش ابراز می‌دارند.

فهرست منابع

1. Abdmishani, S., and Shah nejat boshehri, A. 1999. Advanced plant breeding. Tehran University Publications. 335p. (In Persian)
2. Adabi Firouz Jaei, M., Zamani, Z., and Fatahi Moghadam, M.R. 2013. Study of wild and commercial pomegranates genotypes from the North of Iran using morphological traits. J. Plant Prod. 20: 3.91-109. (In Persian)
3. Akhtar, N.A., Akhtar, A., and Hussain, A. 2010. Effect of calcium chloride treatment on quality characteristics of loquat fruit during storage. Pak. J. Bot. 42: 181-188.
4. AOAC. 1984. Official methods of analysis chemistry. Washington, DC., USA. 1141p.
5. Ashournezhad, M., and Ghasemnezhad, M. 2012. Effects of cellophane-film packaging and cold storage on the keeping quality and storage life of loquat fruit (*Eriobotrya japonica*). Iran. J. Nutr. Sci. Food Technol. 7: 2.95-102. (In Persian)
6. Chalak, L., Noun, A., Youssef, H., and Hamadeh, B. 2014. Diversity of loquats (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cultivated in Lebanon as assessed by morphological traits. Sci. Hort. 167: 135-144.
7. Chen, F.X., Liu, X.U., and Chen, L.S. 2009. Developmental changes in pulp organic acid concentration and activities of acid-metabolising enzymes during the fruit development of two loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cultivars differing in fruit acidity. Food Chem. 114: 657-664.
8. Cran, J.H., and Calderia, M.L. 2013. Loquat growing the Florida home landscape. IFAS extension. University of Florida.
9. Durgac, C., Polat, A., and Kamiloglu, O. 2006. Determination performances of some loquat (*Eriobotryajaponica*) cultivars under Mediterranean coastal conditions in Hatay, Turkey. N.Z. J. Crop Hort. Sci. 34: 3.225-230.
10. Elsabagh, A.S., and Haeikl, A.M. 2012. Fruit characteristics evaluation of four new Loquat genotypes grown in Egypt. Res. J. Agric. Biol. Sci. 8: 2.197-200.
11. Ercisli, S., Gozlekci, S., Sengul, M., Hegedus, A., and Tepe, S. 2012. Some physiochemical characteristics, bioactive content and antioxidant capacity of loquat (*Eriobotya japonica* (Thunb.) Lindl) fruits from Turkey. Sci. Hort. 148: 185-189.
12. Estaji, A., Ebadi, A., Fattahi Moghadam, M.R., and Alifar, M. 2013. Evaluation of fifty almond genotypes characteristics obtained from crossing between some superior Iranian genotypes and 'tuono' cultivar. J. Plant Prod. 20: 2.253-270.
13. Ghasemnezhad, M., Ashiur Nezhad, M., and Gerailoo, S. 2011. Changes in postharvest of loquat (*Eriobotrya japonica*) fruits influenced by chitosan. Hort. Environ. Biotechnol. 52: 1.40-45.

14. He, Q., Wang, W., Guo, Q., Xiang, S., Li, X., and Liang, G. 2012. Genetic diversity and utilization of triploid loquats (*E. japonica* Lindl). Pp: 103-116. Mahmut caliskan, In: Genetic diversity in plant. In Tech. China.
15. Hussain, A. 2009. Characterization of loquat (*Eriobotrya Japonica* Lindl.) genotypes cultivated in Pakistan on the basis of morpho-physical traits and molecular markers. Ph.D. Thesis, PMAS-Arid Agriculture University, Rawalpindi.
16. Hussain, A., Abbasi, A.N., Hafiz, A.I., and Hasan, S. 2011a. A comparison among five loquat genotypes cultivated at Hasan Abdal and Wah. Pak. J. Agric. Sci. 48: 103-106.
17. Hussain, A., Abbasi, N.A., Hafiz, I.A., Shakoor, A., and Naqvi, S.M.S. 2011b. Performance of Loquat (*Eriobotrya japonica*) genotypes under agro- ecological conditions of Khyber Pakhtunkhwa province of Pakistan. Int. J. Agric. Biol. 13: 746-750.
18. Insero, O., Rega, P., and De Luca, A. 2003. Comparison among ten Loquat cultivars in Campania area. CIHEAM, Options Méditerranéennes: Serie A. Seminaires Méditerranéennes. 58: 67-70.
19. Katayama, H. and Uematsu, C. 2006. Pear (*Pyrus* species) genetic resources in Iwate, Japan. Genet. Resour. Crop Evol. 53: 483-498.
20. Lin, S., Sharpe, R.H., and Janick, J. 1999. Loquat: botany and horticulture. Hort. Rev. 23: 233-276.
21. Moosazadeh, R., Shoor, M., Tehranifar, A., Davarinezhad, Gh.H., and Mokhtaryan, A. 2015. Evaluation of genetic variation of some grape cultivars based on morphological traits. J. Plant Prod. 21: 4.179-192. (In Persian)
22. Moosavi Ghahfarrokhi, A.S., Fattahi Moghadam, M.R., Zamani, Z., and Imani, A. 2010. Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of some cultivars of almonds. Iran. J. Hort. Sci. 41: 2.119-130. (In Persian)
23. Pinillos, V., Hueso, J., Marcon Filho, J.L., and Cuevas, J. 2011. Change in fruit maturity indices along the harvest season in 'Algerie' loquat. Sci. Hort. 129: 769-776
24. Sarkhosh, A., Zamani, Z., Fatahi, R., and Ebadi, A. 2006. RAPD markers reveal polymorphism among some Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes. Sci. Hort. 111: 24-29.
25. Shao, X., Zhu, X., Cao, S., Wang, H., and Song, Y. 2013. Soluble sugar content and metabolism as related to the heat- induced chilling tolerance of Loquat fruit during cold storage. Food Bioprocess Technol. 6: 3490-3498.
26. Tatari, M., Fotoohi Ghazvini, R., Ghasemnezhad, M., Moosavi, A., and Tabatabaei, S.Z. 2011. Morphological and biochemical characteristics of fruit in some pomegranate cultivars in climatical conditions of Saveh. Seed Plant Improv. J. 27: 1.69- 87.

27. Tian, S., Qin, G., and Li, B. 2011. Loquat (*Eriobotrya japonica* L.). P 424-444, In: Yahia, E.M (ed), Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits, Vol. 3, Woodhead Publishing, UK.
28. Undurraga, L.U, Olaeta, C.J., and Cancino, C. 2011. Ethylene enzymatic and respiratory pattern evaluation in loquat (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.) cv. Golden nagget in the last four sequential stages of maturation. Chil. J. Agric. Res. 71: 530-535.
29. Uzun, A., Seday, U., and Turkay, C. 2012. Fruit quality parameters and molecular characterization of some loquat accessions. Pak. J. Bot. 44: 209-213.
30. Varasteh, F., Arzani, K., and Zamani, Z. 2009. An investigation of the physicochemical seasonal changes of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit cv. Malas-e-Torsh-e-Saveh. Iran. J. Hort. Sci. 39: 1.29-38.
31. Westwood, M.N. 1993. Temperate zone pomology (Third ed). Timber Press, Portland, Oregon, 389p.
32. Xu, H.X., and Chen, J.W. 2011. Commercial quality, major bioactive compound content and antioxidant capacity of 12 cultivars of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) fruits. J. Sci. Food Agric. 91: 6.1057–1063.

