

ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گواوا (*Psidium guajava* L.) در ایران با استفاده از صفات

## ریخت‌شناسی

ابراهیم سابکی<sup>۱</sup>، بابک مدنی<sup>۲\*</sup>، عبدالنبی باقری<sup>۳</sup>

۱- استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی بلوچستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایرانشهر، ایران.

۲- استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران.

۳- استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر عباس، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۱۳

## چکیده

گواوا یکی از مهم‌ترین میوه‌های مناطق گرمسیری بوده که سرشار از ویتامین‌های مختلف است. کشت این میوه در استان‌های سیستان و بلوچستان و هرمزگان انجام می‌شود. از آنجا که درختان موجود در منطقه از طریق بذر تکثیر شده‌اند، در اثر دگرگرفته‌افشانی در این گیاه، تنوع ژنتیکی وسیعی در ژرم پلاسما آن ایجاد شده است. به‌طوری‌که درختان گواوا با خصوصیات متفاوت و میوه‌های متنوع از لحاظ شکل، اندازه، رنگ، طعم و کیفیت، یافت می‌شوند. لذا این پژوهش به منظور شناسایی ژنوتیپ‌های برتری که در منطقه موجود هستند، انجام گرفت. این مطالعه در سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۰ روی ۱۰۲ ژنوتیپ گواوا، درختان ۱۵ تا ۲۰ سال سن، در نقاط مختلف استان‌های سیستان و بلوچستان و هرمزگان انجام شد. در این آزمایش ۴۶ صفت رویشی، کمی و کیفی بر اساس توصیف‌نامه گواوا در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. صفات وزن میوه، طول دمبرگ، مقدار مواد جامد محلول کل، اسید قابل تیتراسیون و وزن ۱۰۰ دانه، تنوع بالایی از خود نشان دادند. وزن میوه بین ۳۱ تا ۱۸۸ گرم متغیر بود. شکل میوه به صورت گرد، کشیده و گلابی شکل مشاهده شد. نتایج همبستگی ساده صفات نشان داد وزن میوه با طول و قطر میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد.

واژگان کلیدی: تنوع ژنتیکی، خصوصیات ریخت‌شناسی، ژنوتیپ‌های گواوا، کیفیت میوه.

Evaluation of genetic diversity of guava (*Psidium guajava* L) genotypes in Iran using morphological traitsEbrahim Saboki<sup>1</sup>, Babak Madani<sup>2\*</sup>, Abdolnaghi Bagheri<sup>3</sup>

1- Assistant Professor, Balouchestan, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Iranshahr, Iran.

2- Assistant Professor, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Shahrekord, Iran.

3- Assistant Professor, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandarabbas, Iran.

Received: May 2025

Accepted: August 2025

## Abstract

Guava is one of the most important fruits of tropical regions, rich in various vitamins. This fruit is cultivated in the provinces of Sistan and Baluchestan and Hormozgan. Since the trees in the region are propagated through seeds, cross-pollination has led to wide genetic diversity within its germplasm. Guava trees are found with different characteristics and diverse fruits in terms of shape, size, color, taste and quality. Therefore, this research was conducted to identify the superior genotypes that are available in the region. This study was conducted on 102 guava genotypes, trees 15 to 20 years old, in different parts of Sistan and Baluchestan and Hormozgan provinces from 2018 to 2021. In this experiment, 46 growth, quantitative and qualitative traits were investigated and evaluated based on the guava description in a Completely Randomized Design with four replications. The traits of fruit weight, petiole length, total soluble solids, titratable acidity and 100-seed weight showed high variability. Fruit weight varied between 31 and 188 grams. Fruit shape was observed as round, elongated and pear-shaped. Simple correlation results of traits showed that fruit weight has a positive and significant correlation with both fruit length and diameter.

**Keywords:** Genotype diversity, Morphological characteristics, Guava genotypes, Fruit quality.

## ۱- مقدمه

گواوا با نام علمی *Psidium guajava* یکی از میوه‌های مهم گرمسیری در دنیاست. کشت آن در استان‌های هرمزگان و سیستان و بلوچستان انجام می‌شود. این گیاه بومی مکزیک و مناطق گرمسیری آمریکا است و در بسیاری از کشورهای گرمسیری و نیمه‌گرمسیری گسترش یافته است. گواوا جزء گیاهان رایج در جاده‌ها و مناطق غیرمسکونی هاوایی است و شهرت آن در این جزایر به خاطر میوه‌ی خوراکی آن است (Ran et al., 2017).

بیشترین سطح زیرکشت این محصول مربوط به کشور هند است. پس از آن کشورهای اندونزی، چین، مکزیک و پاکستان قرار دارند (FAO, 2023). مطابق آخرین آمار سطح زیر کشت گواوا در ایران ۸۲۴ هکتار است و بیشترین سطح زیر کشت مربوط به استان سیستان و بلوچستان و بعد هرمزگان می‌باشد (بی نام، ۱۴۰۲). ارقام تجاری گواوا شامل الله آباد، سردار، لوکنو و آرکا هستند. تکثیر تجاری گواوا به طور عمده توسط پیوند می‌باشد. میوه گواوا سته، کروی، تخم‌مرغی یا گلابی شکل است. پوست میوه سبز مایل به زرد یا زرد و رنگ گوشت میوه کرم، صورتی، میان‌بر گوشتی با ضخامت متفاوت و رنگ سفید، زرد، صورتی و قرمز دارند. بذور در گوشت فرو رفته و اغلب تعدادشان زیاد است و رنگ زرد مایل به کرمی دارند. میوه گواوا منبع غنی از ویتامین C است که ۲ تا ۵ برابر از آب‌میوه تازه پرتقال، مقدار ویتامین بیشتری دارد (Ran et al., 2017). علاوه بر آن منبع نسبتاً خوبی از ویتامین A، کلسیم، فسفر، اسید پانتونیک، ریبوفلاوین، تیامین و نیاسین است. میوه گواوا به دلیل داشتن پکتین زیاد برای تهیه ژله بهترین میوه است. میوه گواوا به دلیل دارا بودن انواع ویتامین‌ها و به خصوص ویتامین C، به سبب مناطق گرمسیری معروف است و در صنایع تبدیلی نیز به منظور تهیه آب میوه، مربا، مارمالاد، کنسرو، ژل، اسانس و پودر استفاده می‌شود (Bose et al., 2019). اگرچه گواوا در منطقه وسیعی از استان‌های سیستان و بلوچستان و هرمزگان کشت می‌شود، اما تولید آن احتمالاً به دلیل طعم خاص، حساسیت به شوری، عدم مدیریت صحیح باغات و نبود صنایع تبدیلی در سطح

پایینی باقیمانده است. تولیدکنندگان گواوا در ایران درختان مورد نیاز خود را از روش تکثیر جنسی فراهم می‌کنند و هیچ رقم تجاری شناخته شده‌ای موجود نیست. با توجه به تنوع بین ژنوتیپ‌ها و ارقام گواوا به دلیل دگرگرده‌افشانی در این گیاه، اغلب ارقام فاقد یک یا چند صفت مطلوب هستند. در گواوا صفات مطلوب اندازه متوسط میوه، اسید اسکوربیک بالا، رنگ جذاب گوشت، شکل میوه، تعداد کم هسته در میوه و مقاومت به شرایط نامساعد محیطی، آفات و بیماری‌ها محسوب می‌شوند (Nagar et al., 2018).

تخمین اختلافات ژنتیکی در مشخصه‌ی کمی گواوا، به وسیله‌ی برنامه‌ی به‌نژادی و انتخاب، امکان‌پذیر است. محمود و همکاران (Mehmood et al., 2014) با بررسی ۱۳۲ ژنوتیپ گواوا از ۱۲ منطقه در پاکستان تنوع ژنتیکی را در این ژنوتیپ‌ها بررسی کردند. آن‌ها همبستگی مثبتی بین صفات کمی پیدا کردند که شامل طول و قطر میوه و تعداد و وزن بذر بود. بر این اساس تمامی ژنوتیپ‌ها در سه طبقه گروه‌بندی شدند. ناسوژن و هدیتی (Nasution and Hadiati, 2014) تعداد ۱۹ ژنوتیپ گواوا را با استفاده از ویژگی‌های برگ و میوه بررسی کردند. ویژگی‌های برگ شامل طول، عرض و شکل برگ، شکل، رنگ و وزن میوه، طول و قطر میوه و قند میوه بودند. آن‌ها ژنوتیپ‌ها را در دو گروه طبقه‌بندی کردند. سینگ و همکاران (Singh et al., 2015) با بررسی مورفولوژیکی و فیزیکی- شیمیایی ۳۵ ژنوتیپ گواوا در دانشگاه پنجاب، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را در شش گروه متفاوت ژنتیکی قرار دادند که در آن سه گروه به عنوان بهترین گروه‌ها برای به‌نژادی شناخته شدند. این ژنوتیپ‌ها دارای وزن میوه بالا، حداقل وزن بذر در ۱۰۰ گرم میوه و حداکثر مواد جامد محلول کل بودند. کریم و همکاران (Kareem et al., 2018) خصوصیات مورفولوژیکی ۳۷ توده گواوا برای تنوع ژنتیکی و ساختار ژرم‌پلاسما گواوا واقع در ایالت پنجاب، پاکستان بررسی کردند. تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی برای تجزیه و تحلیل تنوع مورفولوژیکی مورد استفاده قرار گرفت و برای تجزیه و تحلیل ژنتیکی از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای استفاده شد. سی و یک صفت از مؤلفه‌های اصلی در شش ترکیب توزیع گردید و دو ترکیب اول ۳۹/۵ درصد از تغییرات کل را به خود اختصاص

دادند. دندروگرام بر اساس صفات مورفولوژیکی ساخته شد که ۳۴ درصد شاخص عدم تشابه را در بین ۳۷ توده گواوا نشان داد و آنها را به ۶ گروه تقسیم کرد. اما درخت فیلوژنتیک بر اساس آنالیز مولکولی، ۵۰ درصد شاخص عدم تشابه را در میان توده‌های منتخب گواوا نشان داد و آنها را به ۴ گروه تقسیم کرد.

به جهت افزایش سطح زیرکشت این محصول در کشور، تولید نهال‌های پیوندی مطلوب از اولویت‌های مهم در توسعه این محصول است. دگرگشتی باعث شده نهال‌های گواوا، تنوع زیادی را از نظر اندازه، تحمل شرایط نامساعد، عملکرد، شکل و کیفیت میوه از خود نشان دهند. با توجه به وجود دگرگرده‌افشانی در باغ‌های پرورش گواوا و سابقه طولانی کشت گواوا در دو استان سیستان و بلوچستان و هرمزگان، ظرفیت مناسبی برای معرفی ژنوتیپ‌های برتر برای تهیه پیوندک فراهم شده است و لازم بود که در زمینه جمع‌آوری ژنوتیپ‌های برتر برای استفاده به عنوان پیوندک برای ایجاد باغات جدید با کیفیت و عملکرد بالای محصول، مطالعات لازم انجام شود. همچنین شناسایی و جمع‌آوری ژنوتیپ‌های برتر می‌تواند در برنامه‌های حفظ منابع ژنتیکی و معرفی ارقام جدید مفید واقع شود. به همین منظور این مطالعه در استان‌های هرمزگان و سیستان و بلوچستان با هدف شناسایی ژنوتیپ‌های برتر گواوا انجام گرفت.

## ۲- مواد و روش‌ها

از آنجایی که عمده‌ترین هدف از اجرای این پروژه، شناسایی ژنوتیپ‌های برتر از لحاظ تولید میوه با کیفیت و بازارپسندی بهتر بود، با توجه به پراکندگی کشت گواوا در دو استان هرمزگان و سیستان و بلوچستان و متنوع بودن درختان گواوا به دلیل تکثیر آنها از طریق بذر، در مدت سه سال زراعی ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۰ از تمام مناطق در استان‌های هرمزگان و سیستان و بلوچستان که گواوا کشت و تولید می‌شود، بازدید به عمل آمد و در هر منطقه با توجه به مشاهده درختان و تنوعی که موجود بود و کسب برخی اطلاعات مفید از باغداران تعدادی از درختان که در مجموع برتر از سایر درختان به نظر می‌رسیدند، به عنوان یک ژنوتیپ مجزا انتخاب شدند. روی تنه

این درختان با اسپری رنگی علامت‌گذاری و شماره‌گذاری انجام گرفت. آدرس باغ و کروکی محل درختان در باغ ثبت گردید تا در مراحل بعدی بتوان از درختان مشخص شده نمونه‌برداری‌های لازم انجام شود. بدین ترتیب در مجموع در سال اول تعداد ۵۲ درخت در استان هرمزگان از شهرستان‌های میناب و رودان و ۵۰ درخت در استان سیستان و بلوچستان از شهرستان‌های راسک، کنارک و زراباد که بین ۱۵ تا ۲۰ سال سن داشتند، مورد ارزیابی اولیه قرار گرفتند. در سال دوم و سوم بررسی‌های تکمیلی روی این درختان انجام گرفت و در نهایت تعداد ۶ ژنوتیپ در استان هرمزگان و ۱۷ ژنوتیپ در استان سیستان و بلوچستان با توجه به میزان پراکنش کشت این محصول انتخاب گردید و صفات کمی و کیفی میوه نیز در این ژنوتیپ‌ها مورد بررسی قرار گرفت. عمده زمان فعالیت اجرای پروژه بسته به منطقه، همزمان با فصل رشد، گلدهی و رسیدن میوه از مهر تا اسفند ماه بود، که انجام گرفت. در مجموع ۴۶ صفت بر اساس توصیف‌نامه گواوا (Rajan et al., 2011)، نمونه‌گیری و ثبت گردید. در خصوص صفات کمی از هر درخت ۴ نمونه ۱۰ تایی به عنوان چهار تکرار از جهات مختلف درخت جمع‌آوری و اندازه‌گیری‌های لازم شامل طول پهنک برگ، عرض پهنک برگ، نسبت طول به عرض پهنک برگ، طول دم‌برگ با خط‌کش میلی‌متری بر حسب میلی‌متر، طول و قطر میوه با کولیس بر حسب میلی‌متر، وزن میوه و وزن ۱۰۰ دانه بذر با ترازوی آزمایشگاهی بر حسب گرم انجام گرفت. مقدار مواد جامد محلول کل پس از تهیه آب میوه با استفاده از دستگاه قندسنج دستی انجام و بر اساس درصد بیان شد. برای اندازه‌گیری میزان اسیدیته قابل‌تیتراسیون از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد و مقدار اسیدیته قابل‌تیتراسیون بر حسب گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر بر مبنای اسید سیتریک بیان شد. جهت سنجش مقدار ویتامین C (اسید آسکوربیک)، از روش شیمیایی تیتراسیون با استفاده از محلول ۲، ۶-دی‌کلروفنل ایندوفنل استاندارد استفاده شد و نتایج بر حسب میلی‌گرم در صد گرم وزن میوه بیان شد. سایر صفات کیفی مانند عادت رشد درخت، شکل برگ، حاشیه و نوک برگ، شکل و رنگ میوه و ... به صورت مشاهده‌ای و مقایسه‌ای طبق توصیف‌نامه گواوا انجام گرفت. محاسبات آماری صفات کمی

ارزیابی شده در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد. همبستگی ساده دو به دو برای این صفات محاسبه گردید.

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- ویژگی های صفات مورد بررسی

آمار توصیفی مقادیر حداقل، حداکثر، میانگین، انحراف معیار و ضریب تنوع مورفولوژیک برای صفات کمی و کیفی بررسی شده در جدول ۱ آورده شده است. این نتایج برای صفات ارزیابی شده از میانگین ۲۳ ژنوتیپ مورد مطالعه درختان گواوا به دست آمده است.

در میان صفات مختلف، بیشترین میزان تنوع، مربوط به صفات نسبت مواد جامد محلول کل به اسیدیته قابل تیتراسیون،

وزن میوه، طول دمبرگ، مقدار مواد جامد محلول کل، اسیدیته قابل تیتراسیون و وزن ۱۰۰ دانه به ترتیب با ۳۰/۳، ۳۲/۸، ۳۰/۳، ۲۱/۶ و ۲۱/۵، ۲۰/۱ درصد بود. بنابراین در مورد این صفات می توان گفت که منابع ژنتیکی خوبی برای استفاده در برنامه های اصلاحی گواوا برای بهبود این صفات وجود دارد. با توجه به این تنوع، امکان گزینش و انتخاب ژنوتیپ هایی با صفات مختلف میسر است. اسید آسکوربیک با ۶/۸ درصد کمترین تنوع محاسبه شده بین صفات را دارا بود. برای سایر صفات مختلف ضریب تغییرات بین ۱۰/۱ تا ۱۹/۵ درصد متغیر بود (جدول ۱). لی و همکاران (Li et al., 2022) نشان دادند که تنوع بین صفات برای وزن میوه و وزن مغز در ژنوتیپ های گردو بالا بود. همچنین، نتایج تجزیه واریانس برای تمام صفات کمی ارزیابی شده بر روی ۲۳ ژنوتیپ مورد مطالعه در جدول ۲ آمده است.

جدول ۱- ویژگی های صفات کمی و کیفی بررسی شده در ژنوتیپ های گواوا.

| صفت ارزیابی شده                 | حداقل | حداکثر | میانگین | انحراف معیار | ضریب تنوع |
|---------------------------------|-------|--------|---------|--------------|-----------|
| طول پهنک برگ (میلی متر)         | ۷۰    | ۱۴۶    | ۱۰۴/۲۲  | ۱۸/۸۵۰       | ٪۱۸/۱     |
| عرض پهنک برگ (میلی متر)         | ۲۹    | ۶۳     | ۴۳/۲۰   | ۷/۹۸۸        | ٪۱۸/۵     |
| نسبت طول به عرض پهنک برگ        | ۱/۹۳  | ۳/۰۴   | ۲/۴۳    | ۰/۲۴۶        | ٪۱۰/۱     |
| طول دمبرگ (میلی متر)            | ۳     | ۸/۵    | ۵/۸۳۷   | ۱/۷۶۷        | ٪۳۰/۳     |
| طول میوه (میلی متر)             | ۳۳    | ۷۶     | ۵۲/۵۸   | ۱۰/۲۴۰       | ٪۱۹/۵     |
| قطر میوه (میلی متر)             | ۲۹    | ۶۶     | ۴۸/۳۱   | ۸/۰۹۷        | ٪۱۶/۸     |
| نسبت طول به قطر میوه            | ۰/۷۱  | ۱/۳۹   | ۱/۰۹۷   | ۰/۱۵۸        | ٪۱۴/۴     |
| وزن میوه (گرم)                  | ۳۱    | ۱۸۸    | ۱۰۰/۹۹  | ۳۰/۵۷۲       | ٪۳۰/۳     |
| وزن ۱۰۰ دانه بذر (گرم)          | ۱/۶۳  | ۳/۱۸   | ۲/۳۱    | ۰/۴۶۵        | ٪۲۰/۱۰    |
| مقدار مواد جامد محلول کل (درصد) | ۵/۶   | ۱۱/۷   | ۹/۲۵۳   | ۱/۹۹۷        | ٪۲۱/۶     |
| اسیدیته قابل تیتراسیون (درصد)   | ۰/۴۶  | ۰/۹۳   | ۰/۷۱۱   | ۰/۱۵۳        | ٪۲۱/۵     |
| مواد جامد محلول کل/اسیدیته      | ۷/۰۷  | ۲۳/۲۰  | ۱۳/۸۳۶  | ۴/۵۳۴        | ٪۳۲/۸     |
| اسید آسکوربیک (گرم)             | ۱۱۱/۷ | ۱۵۱/۹  | ۱۳۰/۳۹۶ | ۸/۸۹۰        | ٪۶/۸      |

ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گواوا (*Psidium guajava* L.) در ایران با استفاده از صفات ریخت‌شناسی

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی ارزیابی‌شده در ژنوتیپ‌های گواوا.

| میانگین مربعات |           |           |            |                  |              |              | منابع تغییرات    | درجه آزادی |
|----------------|-----------|-----------|------------|------------------|--------------|--------------|------------------|------------|
| طول/قطر میوه   | قطر میوه  | طول میوه  | طول دم‌برگ | طول/عرض پهنک برگ | عرض پهنک برگ | طول پهنک برگ |                  |            |
| ۰/۱۰۰**        | ۲۶۲/۲۳۲** | ۴۱۹/۴۴۲** | ۱۲/۴۹۱**   | ۰/۲۴۲**          | ۲۵۵/۲۴۹**    | ۱۴۲۱/۲۸۰**   | ژنوتیپ           | ۲۲         |
| ۰/۰۰۶          | ۱۷/۴۳۱    | ۲۶/۶۲۰    | ۱/۳۰۱      | ۰/۰۳۲            | ۱۲/۱۸۸       | ۶۰/۸۹۱       | خطا              | ۶۹         |
| ۷/۱۰           | ۸/۶۴      | ۹/۸۱      | ۱۹/۵۴      | ۷/۳۱             | ۸/۰۸         | ۷/۴۹         | ضریب تغییرات (%) | -          |

\*\* بیانگر معنی‌دار بودن اثر ژنوتیپ در سطح احتمال ۱٪.

ادامه جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی ارزیابی‌شده در ژنوتیپ‌های گواوا.

| میانگین مربعات |                        |                       |                          |                  |            | منابع تغییرات    | درجه آزادی |
|----------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------|------------|------------------|------------|
| اسید آسکوربیک  | مواد جامد محلول/اسیدیت | اسیدیت قابل تیتراسیون | مقدار مواد جامد محلول کل | وزن ۱۰۰ دانه بذر | وزن میوه   |                  |            |
| ۳۱۶/۱۱**       | ۸۲/۲۲۳**               | ۰/۰۹۳**               | ۱۵/۹۴۷**                 | ۰/۸۶۵**          | ۳۷۳۸/۶۷۰** | ژنوتیپ           | ۲۲         |
| ۵/۳۸۳          | ۴/۵۶۹                  | ۰/۰۰۷                 | ۰/۰۹۵                    | ۰/۰۱۱            | ۴۱۵/۹۷۵    | خطا              | ۶۹         |
| ۱/۷۸           | ۱۵/۴۵                  | ۱۱/۳۸                 | ۳/۳۴                     | ۴/۵۲             | ۲۰/۲۰      | ضریب تغییرات (%) | -          |

\*\* بیانگر معنی‌دار بودن اثر ژنوتیپ در سطح احتمال ۱٪.

معنی‌داری نشان داد. پس از آن ژنوتیپ‌های شماره ۸ و ۱۰ به ترتیب با ۱۳۵ و ۱۲۴ میلی‌متر قرار داشتند که بدون تفاوت معنی‌داری در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین طول

بیشترین طول پهنک برگ با ۱۴۶ میلی‌متر در ژنوتیپ شماره ۹ مشاهده گردید که با سایر ژنوتیپ‌ها تفاوت

پهنک برگ در ژنوتیپ‌های شماره ۵ و ۱۲ به ترتیب با ۷۰ و ۷۲ میلی‌متر مشاهده گردید که با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. بیشترین عرض پهنک برگ با ۶۳ میلی‌متر در ژنوتیپ شماره ۹ مشاهده گردید که با سایر ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری نشان داد. پس از آن ژنوتیپ‌های شماره ۱۱، ۲۰، ۱۰، ۸ و ۱۹ قرار داشتند که عرض پهنک برگ در آنها از ۵۱ تا ۵۵ میلی‌متر متغیر بود و بدون تفاوت معنی‌داری در یک گروه آماری قرار داشتند. کمترین عرض پهنک برگ در ژنوتیپ‌های شماره ۱۲ با ۲۹ میلی‌متر مشاهده گردید که با سایر ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری نداشتند. بیشترین نسبت طول به عرض پهنک برگ با  $3/043$  در ژنوتیپ شماره ۲۱ مشاهده گردید که با سایر ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری نشان داد. کمترین نسبت طول به عرض پهنک برگ در ژنوتیپ‌های شماره ۵ و ۱۱ به ترتیب با  $1/925$  و  $2/055$  مشاهده گردید که با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. بیشترین طول دم‌برگ با  $8/5$  میلی‌متر در ژنوتیپ‌های شماره ۱۱ و ۹ مشاهده گردید که با ژنوتیپ‌های ۲۳، ۲۱، ۲۰، ۸ و ۲۲ تفاوت معنی‌داری نداشتند و همه در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین طول دم‌برگ در ژنوتیپ‌های شماره ۵ و ۷ به طول ۳ میلی‌متر مشاهده گردید که با طول دم‌برگ در ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۴، ۱، ۱۳ و ۱۵ تفاوت معنی‌داری نداشتند. بیشترین طول میوه با ۷۶ میلی‌متر در ژنوتیپ شماره ۲۳ مشاهده گردید که با طول میوه در ژنوتیپ‌های ۱۱ و ۱۲ تفاوت معنی‌داری نداشت و همه در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳). کمترین طول میوه در ژنوتیپ شماره ۱ به طول ۳۳ میلی‌متر مشاهده گردید که با طول میوه در ژنوتیپ‌های شماره ۸ و ۱۳ تفاوت معنی‌داری نداشت. بیشترین قطر میوه با ۶۶ میلی‌متر در ژنوتیپ شماره ۲۰ مشاهده گردید که با قطر میوه در ژنوتیپ‌های ۲۳ و ۱۱ تفاوت معنی‌داری نداشت و همه در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین قطر میوه در ژنوتیپ شماره ۱ به طول ۲۹ میلی‌متر مشاهده گردید که با قطر میوه سایر ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری داشت. بیشترین نسبت طول به قطر میوه با  $1/388$  در ژنوتیپ شماره ۵ مشاهده گردید که با نسبت طول به قطر میوه ژنوتیپ‌های شماره ۱۶ و ۱۲ تفاوت معنی‌داری نشان نداد. کمترین نسبت طول به قطر میوه در

ژنوتیپ ۲۰ با  $0/705$  مشاهده گردید که با سایر ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری داشت. بیشترین وزن میوه با  $187/7$  گرم در ژنوتیپ شماره ۱۱ مشاهده گردید که با سایر ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری نشان داد. پس از آن، ژنوتیپ‌های شماره ۱۲، ۵ و ۳ قرار داشتند که وزن میوه در آنها از ۱۲۵ تا  $149/8$  گرم متغیر بود و بدون تفاوت معنی‌داری در یک گروه آماری قرار داشتند. کمترین وزن میوه در ژنوتیپ شماره یک با  $30/5$  گرم و پس از آن در ژنوتیپ شماره ۸ با  $59/3$  گرم مشاهده گردید که با هم بدون تفاوت معنی‌داری در یک گروه آماری قرار داشتند. بیشترین وزن ۱۰۰ دانه با  $3/175$  گرم در ژنوتیپ شماره ۲۰ مشاهده گردید که با وزن ۱۰۰ دانه در ژنوتیپ‌های ۲۱، ۱۹ و ۲۳ تفاوت معنی‌داری نداشت و همه در یک گروه آماری قرار داشتند. کمترین وزن ۱۰۰ دانه در ژنوتیپ شماره ۵ با  $1/625$  گرم مشاهده گردید که با وزن ۱۰۰ دانه ژنوتیپ‌های شماره ۴ و ۶ تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). بیشترین مقدار ماده جامد محلول کل به میزان  $11/7$  درصد در ژنوتیپ شماره ۱۳ و پس از آن به میزان  $11/53$  درصد در ژنوتیپ شماره ۲۳ به ثبت رسید که بدون تفاوت معنی‌داری در یک گروه آماری قرار دارند. اما کمترین میزان ماده جامد محلول کل به میزان  $5/6$  درصد در ژنوتیپ شماره ۱۲ مشاهده گردید که با ژنوتیپ‌های ۲ و ۱۲ تفاوت معنی‌داری نداشت. بیشترین مقدار اسیدیت قابل‌تیتراسیون در ژنوتیپ شماره ۱۵ با  $0/93$  درصد مشاهده گردید که با مقدار اسیدیت قابل‌تیتراسیون در ژنوتیپ‌های ۱۷، ۱۴، ۱۳، ۱۶، ۲۰، ۲۲، ۱۲ و ۱۸ تفاوت معنی‌داری نداشت و همه در یک گروه آماری قرار داشتند. کمترین مقدار اسیدیت قابل‌تیتراسیون در ژنوتیپ شماره ۹ به میزان  $0/46$  درصد مشاهده گردید که مقدار اسیدیت قابل‌تیتراسیون در ژنوتیپ‌های شماره ۵، ۴، ۱۰، ۷ و ۱۱ تفاوت معنی‌داری نداشت. بیشترین نسبت مواد جامد محلول کل به مقدار اسیدیت قابل‌تیتراسیون در ژنوتیپ شماره ۹ با  $23/2$  مشاهده گردید که با ژنوتیپ‌های ۵، ۴ و ۱۰ تفاوت معنی‌داری نداشت و همه در یک گروه آماری قرار داشتند. کمترین نسبت مواد جامد محلول کل به مقدار اسیدیت قابل‌تیتراسیون در ژنوتیپ شماره ۱۲ به میزان  $7/1$  مشاهده گردید که با ژنوتیپ‌های شماره ۲، ۱۹ و ۱ تفاوت معنی‌داری

ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گواوا (*Psidium guajava* L.) در ایران با استفاده از صفات ریخت‌شناسی

قبیل صفات نسبت مواد جامد محلول کل به اسیدیته قابل‌تیتراسیون، وزن میوه، طول دمبرگ، مقدار مواد جامد محلول کل، اسیدیته قابل تیتراسیون و وزن ۱۰۰ دانه میوه اشاره کرد. نتایج نشان داد که صفات کمی می‌توانند در انتخاب والدین بالقوه برای استفاده در برنامه‌های اصلاحی آینده کمک کنند. مطالعه حاضر درجه بالایی از تنوع بین ژنوتیپ‌های گواوا را نشان می‌دهد. به‌طور کلی تنوع بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در هر دو استان سیستان و بلوچستان و هرمزگان دیده شد که از این تنوع می‌توان برای گزینش ژنوتیپ‌های مطلوب و استفاده از آنها در برنامه اصلاحی گواوا استفاده کرد.

نداشت. بیشترین مقدار اسید آسکوربیک میوه با ۱۵۲ میلی‌گرم در ژنوتیپ شماره ۱۷ مشاهده گردید. پس از آن ژنوتیپ‌های شماره ۱۶ و ۱۱ به ترتیب با ۱۴۴/۲ و ۱۴۱/۶ میلی‌گرم قرار داشتند که بدون تفاوت معنی‌داری در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین مقدار اسید آسکوربیک میوه در ژنوتیپ ۱۴ با ۱۱۱/۷ میلی‌گرم مشاهده گردید که با سایر ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۳). صفاتی که دارای ضریب تغییرات بالایی هستند، محدوده بیشتری از کمیت مورد نظر را دارا هستند که دامنه وسیع‌تری را برای صفات مذکور فراهم می‌سازد. در بین آنها می‌توان به صفات مهمی از

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی ارزیابی شده در ژنوتیپ‌های گواوا.

| ژنوتیپ | طول پهنک برگ<br>(میلی متر) | عرض پهنک برگ<br>(میلی متر) | نسبت طول/عرض پهنک برگ | طول دمبرگ<br>(میلی متر) | طول میوه<br>(میلی متر) | قطر میوه<br>(میلی متر) | نسبت طول/قطر میوه | وزن میوه<br>(گرم) | وزن ۱۰۰ دانه | مقدار مواد جامد محلول کل<br>(درصد) | اسیدیته قابل تیتراسیون<br>(درصد) | مواد جامد محلول کل/اسیدیته | اسید آسکوربیک<br>(میلی گرم) |
|--------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|--------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| ۱      | ۹۷ fg <sup>۱</sup>         | ۳۵ g                       | ۲/۷۸۰ b               | ۴/۲۵ fg                 | ۳۳ k                   | ۲۹j                    | ۱/۱۵۳ cde         | ۳۰/۵ f            | ۱/۸۷۸ g      | ۶/۲۵ hij                           | ۰/۷۳ cdef                        | ۸/۷ igk                    | ۱۲۷/۲ hi                    |
| ۲      | ۱۰۰ ef                     | ۴۵ cd                      | ۲/۲۱۵ gh              | ۵/۷۵ cdefg              | ۴۱ hij                 | ۴۱ ghi                 | ۱/۰۱۵ f           | ۸۰/۵ de           | ۲/۲۴۸ de     | ۶/۰۰ ijk                           | ۰/۷۳ cdef                        | ۸/۳ jk                     | ۱۳۱/۳ efg                   |
| ۳      | ۹۹ ef                      | ۴۳ cde                     | ۲/۲۸۵ efg             | ۴/۰۰ ghi                | ۵۲ defg                | ۵۰ def                 | ۱/۰۳۸ ef          | ۱۲۵/۰ bc          | ۱/۸۶۰ gh     | ۶/۴۲ hi                            | ۰/۶۳ fg                          | ۱۰/۵ hij                   | ۱۲۰/۱ j                     |
| ۴      | ۹۴ fg                      | ۳۶ fg                      | ۲/۵۸۳ bcdef           | ۳/۲۵ hi                 | ۵۲ defg                | ۴۵ fg                  | ۱/۱۵۵ cde         | ۹۵/۳ cd           | ۱/۷۰۸ hi     | ۹/۶۳ g                             | ۰/۴۷ h                           | ۲۰/۸ ab                    | ۱۲۹/۳ fgh                   |
| ۵      | ۷۰ h                       | ۳۶ fg                      | ۱/۹۲۵ i               | ۳/۰۰ i                  | ۵۴ cdef                | ۳۹ hi                  | ۱/۳۸۸ a           | ۱۴۴/۵ b           | ۱/۶۲۵ i      | ۹/۵۳ g                             | ۰/۴۷ h                           | ۲۰/۸ ab                    | ۱۱۸/۵ j                     |
| ۶      | ۸۶ g                       | ۳۸ efg                     | ۲/۲۸۳ fgh             | ۶/۰۰ cdef               | ۴۸ efg                 | ۴۶ fg                  | ۱/۰۴۵ ef          | ۱۰۰/۳ cd          | ۱/۷۲۸ ghi    | ۹/۹۸ defg                          | ۰/۶۵ efg                         | ۱۵/۷ de                    | ۱۲۶/۲ hi                    |
| ۷      | ۸۵ g                       | ۳۶ fg                      | ۲/۳۶۸ cdefg           | ۳/۰۰ i                  | ۵۳ def                 | ۴۹ def                 | ۱/۰۷۸ def         | ۱۱۱/۰ cd          | ۲/۴۴۰ c      | ۱۰/۵۰ c                            | ۰/۵۵ gh                          | ۱۹/۶ bc                    | ۱۳۲/۸ def                   |
| ۸      | ۱۳۵ b                      | ۵۲ b                       | ۲/۵۸۵ bcde            | ۷/۰۰ abc                | ۳۸ jk                  | ۳۷ i                   | ۱/۰۴۳ ef          | ۵۹/۳ ef           | ۱/۸۸۳ g      | ۱۰/۲۵ cde                          | ۰/۷۱ def                         | ۱۴/۴ defg                  | ۱۳۵/۵ cd                    |
| ۹      | ۱۴۶ a                      | ۶۳ a                       | cdefgh<br>۲/۳۴۸       | ۸/۵۰ a                  | ۴۷ efg                 | ۴۷ efg                 | ۱/۰۰۵ f           | ۹۴/۸ cd           | ۲/۲۸۰ de     | ۱۰/۴۵ cd                           | ۰/۴۶ h                           | ۲۳/۲ a                     | ۱۳۳/۸ de                    |
| ۱۰     | ۱۲۴ bc                     | ۵۴ b                       | ۲/۳۰۸ defgh           | ۵/۲۵ cdefg              | ۵۶ cde                 | ۴۵ fg                  | ۱/۲۳۵ bc          | ۱۰۲/۵ cd          | ۲/۲۱۳ de     | ۱۰/۵۸ c                            | ۰/۵۳ gh                          | ۲۰/۳ ab                    | ۱۲۴/۵ i                     |
| ۱۱     | ۱۱۴ cd                     | ۵۵ b                       | ۲/۰۵۵ hi              | ۸/۵۰ a                  | ۶۹ ab                  | ۶۰ abc                 | ۱/۱۵۳ cde         | ۱۸۷/۷ a           | ۲/۱۷۸ ef     | ۶/۵۰ h                             | ۰/۵۶ gh                          | ۱۱/۹ fghi                  | ۱۴۱/۶ b                     |
| ۱۲     | ۷۲ h                       | ۲۹ h                       | bcdefg<br>۲/۴۹۳       | ۵/۰۰ defgh              | ۶۹ ab                  | ۵۳ de                  | ۱/۳۰۳ ab          | ۱۴۹/۸ b           | ۲/۲۳۸ de     | ۵/۶۰ k                             | ۰/۸۱ abcd                        | ۷/۱ k                      | ۱۳۵/۵ cd                    |

<sup>۱</sup> اعدادی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند، در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری با همدیگر ندارند



ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گواوا (*Psidium guajava* L.) در ایران با استفاده از صفات ریخت‌شناسی

در نتایج سینگ و همکاران (Singh *et al.*, 2015) که ۳۵ ژنوتیپ گواوا را در ایالت پنجاب هند از نظر صفات رویشی، زایشی، میوه و بذر مورد مطالعه قرار دادند، وزن میوه تا ۳۱۲ گرم، طول میوه ۱۰۹/۶ میلی‌متر و عرض میوه را ۷۲/۸ میلی‌متر گزارش کردند. این مقادیر به نسبت آنچه که در بین ژنوتیپ‌های این تحقیق به‌دست آمده است، در هر سه صفت بیشتر است. آنها همچنین کمترین وزن ۱۰۰ دانه را ۱۷/۰ گرم به‌دست آوردند که مقداری کمتر از تحقیق حاضر است. این اختلاف‌ها را می‌توان در تعداد ژنوتیپ‌های بیشتر مورد مطالعه توسط سینگ و همکارانش دانست که در نتیجه احتمال تنوع نیز بیشتر خواهد بود. همچنین آنها میزان تنوع را برای قطر میوه، وزن ۱۰۰ دانه و عرض برگ به ترتیب ۱۶/۷، ۱۳/۱ و ۱۰/۷ درصد به‌دست آوردند که تا حدی با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. آنها حداکثر اسیدیته قابل‌تیتراسیون و مواد جامد محلول کل را به ترتیب ۰/۴۸۶ و ۱۱/۶ درصد گزارش کردند که با اعداد به‌دست آمده در تحقیق حاضر همخوانی دارند. نگار و همکاران (Nagar *et al.*, 2018)، تعداد ۳۸ صفت مورفولوژیکی را در ۱۴ هیبرید گواوا مطالعه نمودند. بیشترین طول برگ و ادامه جدول ۳- مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی ارزیابی‌شده در ژنوتیپ‌های گواوا.

عرض برگ را به ترتیب ۱۵/۴۶ و ۶/۵۷ سانتی‌متر در هیبرید آله آباد سفیداً قرمز محلی و حداکثر نسبت طول به عرض برگ را ۲/۶۹ سانتی‌متر در هیبرید آله آباد سفیداً چیتدار مشاهده نمودند که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. دویی و همکاران (Dubey *et al.*, 2016) در مطالعه برخی صفات مورفولوژیکی گواوا دامنه تغییرات طول برگ را از ۱۰/۷۵ تا ۱۳/۹۶ سانتی‌متر، عرض برگ را ۱/۸۷ تا ۲/۷۳ سانتی‌متر، رنگ برگ را از سبز روشن تا سبز تیره گزارش کردند که نتایج آنها در دامنه تغییرات صفات اندازگیری‌شده در این آزمایش قرار دارد. آنها تغییرات طول دم‌برگ را خیلی معنی‌دار مشاهده نکردند که با نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر در تناقض است. اعظم و همکاران (Azam *et al.*, 2020) با بررسی تنوع ژنتیکی گواوا در بنگلادش بیشترین تنوع را در رنگ گوشت در لاین ۲۲ بدست آوردند. بیشترین عملکرد مربوط به ژنوتیپ شماره ۱۰ بود. بوس و همکاران (Bose *et al.*, 2019) ۱۵ ژنوتیپ گواوا در بنگلادش را بررسی کردند. بیشترین وزن میوه مربوط به ژنوتیپ شماره ۱۲ بود.

| ژنوتیپ | طول پهنک برگ (میلی‌متر) | عرض پهنک برگ (میلی‌متر) | نسبت طول/عرض پهنک برگ | طول دم‌برگ (میلی‌متر) | طول میوه (میلی‌متر) | قطر میوه (میلی‌متر) | نسبت طول/قطر میوه | وزن میوه (گرم) | وزن ۱۰۰ دانه | مقدار مواد جامد محلول کل (درصد) | اسیدیته قابل‌تیتراسیون (درصد) | مواد جامد محلول کل / اسیدیته | اسید آسکوربیک (میلی‌گرم) |
|--------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-------------------|----------------|--------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| ۱۳     | ۱۰۰ Ef <sup>۱</sup>     | ۳۹ defg                 | ۲/۵۴۰ bcdef           | ۴/۵۰ efghi            | ۳۹ ijk              | ۴۷ efg              | ۰/۸۲۵ g           | ۹۰/۸ cde       | ۲/۳۵۸ cd     | ۱۱/۷۰ a                         | ۰/۸۹ ab                       | ۱۳۷/۷ c                      | ۱۳۷/۷ c                  |
| ۱۴     | ۱۰۱ ef                  | ۴۱ cdefg                | ۲/۴۹۸ bcdefg          | ۵/۷۵ cdefg            | ۵۶ cde              | ۴۷ efg              | ۱/۱۷۸ cd          | ۱۰۴/۳ cd       | ۲/۰۳۵ f      | ۹/۸۳ efg                        | ۰/۹۰ ab                       | ۱۱۱/۷ k                      | ۱۱۱/۷ k                  |
| ۱۵     | ۸۷ g                    | ۳۸ efg                  | ۲/۳۰۵ defgh           | ۴/۷۵ efghi            | ۴۴ ghij             | ۵۰ def              | ۰/۸۸۰ g           | ۱۰۴/۵ cd       | ۲/۲۶۵ de     | ۱۰/۴۵ cd                        | ۰/۹۳ a                        | ۱۱۷/۶ j                      | ۱۱۷/۶ j                  |
| ۱۶     | ۹۶ fg                   | ۴۲ cdef                 | ۲/۳۴۸ cdefgh          | ۵/۰۰ defgh            | ۵۸ cd               | ۴۴ fgh              | ۱/۳۲۳ ab          | ۹۳/۸ cd        | ۲/۱۶۵ ef     | ۱۰/۴۸ c                         | ۰/۸۶ abc                      | ۱۴۴/۲ b                      | ۱۴۴/۲ b                  |
| ۱۷     | ۹۶ fg                   | ۴۰ cdefg                | ۲/۴۰۳ cdefg           | ۵/۷۵ cdefg            | ۵۱ defg             | ۴۴ fgh              | ۱/۱۴۸ cde         | ۹۳/۰ cd        | ۲/۲۵۰ de     | ۱۰/۴۰ cd                        | ۰/۹۱ a                        | ۱۵۲/۰ a                      | ۱۵۲/۰ a                  |
| ۱۸     | ۱۲۱ c                   | ۴۵ cd                   | ۲/۷۴۰ cdefgh          | ۶/۲۵ bcde             | ۵۸ cd               | ۵۶ bcd              | ۱/۰۳۸ ef          | ۹۴/۸ cd        | ۲/۵۰۰ c      | ۱۱/۲۳ b                         | ۰/۸۰ abcd                     | ۱۳۱/۴ efg                    | ۱۳۱/۴ efg                |
| ۱۹     | ۱۱۹ c                   | ۵۱ b                    | ۲/۳۴۰ cdefgh          | ۸/۰۰ ab               | ۵۶ cde              | ۵۴ cde              | ۱/۰۳۸ ef          | ۹۰/۵ cde       | ۳/۰۵۰ ab     | ۵/۸۳ jk                         | ۰/۷۰ def                      | ۱۳۱/۳                        | ۱۳۱/۳                    |
| ۲۰     | ۱۱۹ c                   | ۵۴ b                    | ۲/۲۰۰ gh              | ۸/۰۰ ab               | ۴۶ fghi             | ۶۶ a                | ۰/۷۰۵ h           | ۱۰۲/۵ cd       | ۳/۱۷۵ a      | ۹/۸۵ efg                        | ۰/۸۵ abc                      | ۱۳۱/۰ efg                    | ۱۳۱/۰ efg                |
| ۲۱     | ۱۲۲ a                   | ۴۰ cdefg                | ۳/۰۴۳ a               | ۸/۰۰ ab               | ۶۲ bc               | ۵۴ cde              | ۱/۱۵۵ cde         | ۸۴/۳ de        | ۳/۰۵۰ ab     | ۱۰/۱۳ cdef                      | ۰/۶۳ fg                       | ۱۲۸/۵ gh                     | ۱۲۸/۵ gh                 |
| ۲۲     | ۱۱۱ cde                 | ۴۲ cde                  | ۲/۶۳۵ bc              | ۶/۷۵ abcd             | ۵۴ cdef             | ۵۰ def              | ۱/۰۸۰ def         | ۸۷/۵ de        | ۳/۰۰۰ b      | ۹/۷۵ fg                         | ۰/۸۳ abcd                     | ۱۲۹/۲ fgh                    | ۱۲۹/۲ fgh                |
| ۲۳     | ۱۰۵ def                 | ۴۱ cdefg                | ۲/۶۰۵ bcd             | ۸/۰۰ ab               | ۷۶ a                | ۶۱ ab               | ۱/۲۴۸ bc          | ۹۶/۰۰ cd       | ۳/۰۲۵ ab     | ۱۱/۵۳ ab                        | ۰/۷۸ bcde                     | ۱۲۸/۵ gh                     | ۱۲۸/۵ gh                 |

<sup>۱</sup> اعدادی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند، در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

### ۳-۲- ضرایب همبستگی ساده صفات

ضرایب همبستگی ساده صفات برای ۱۳ صفت کمی اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های گواوا محاسبه شده است. طول پهنک برگ با صفات عرض پهنک برگ ( $0/825$ ) و طول دم‌برگ ( $0/730$ ) همبستگی مثبت معنی‌داری داشت. همچنین عرض پهنک برگ با طول پهنک برگ و طول دم‌برگ ( $0/673$ ) همبستگی مثبت معنی‌داری نشان داد. نسبت طول به عرض پهنک برگ با وزن میوه ( $0/596$ ) همبستگی منفی معنی‌داری داشت. طول دم‌برگ با طول و عرض پهنک برگ، قطر میوه ( $0/528$ ) و وزن  $100$  دانه ( $0/620$ ) همبستگی مثبت معنی‌داری داشت. طول میوه با وزن میوه ( $0/616$ ) و قطر میوه ( $0/628$ )، نسبت طول به قطر میوه ( $0/547$ )، همبستگی مثبت معنی‌داری نشان داد، اما قطر میوه با طول دم‌برگ، وزن میوه ( $0/498$ )، طول میوه و وزن  $100$  دانه ( $0/682$ ) همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. نسبت طول به قطر میوه فقط با طول میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد. وزن میوه با طول و قطر میوه همبستگی مثبت و در مقابل با نسبت طول به عرض پهنک برگ، همبستگی منفی و معنی‌داری نشان داد. وزن  $100$  دانه با طول دم‌برگ و قطر

میوه همبستگی مثبت معنی‌داری داشت. نسبت مقدار مواد جامد محلول کل به اسیدیته قابل‌تیتراسیون با مقدار مواد جامد محلول کل ( $0/590$ ) همبستگی مثبت و با اسیدیته قابل‌تیتراسیون ( $0/704$ ) همبستگی منفی معنی‌داری نشان داد (جدول ۴). از همبستگی صفات به منظور بررسی ارتباط معنی‌دار و منطقی بین صفات مختلف استفاده می‌شود. یافتن یک رابطه مثبت یا منفی معنی‌دار و قوی بین صفات رویشی و زایشی می‌تواند به عنوان ابزاری مفید در انتخاب زود هنگام دانه‌ها مؤثر واقع شود. در صورت وجود رابطه بین صفاتی که زود ظاهر می‌شوند با صفاتی که دیرتر ظاهر می‌شوند، یا صفاتی که اندازه‌گیری راحتی، سریع و کم هزینه‌تری دارند به‌نژادگر می‌تواند برنامه‌پهنزادی را با سرعت بیشتر انجام دهد. براساس نتایج به دست آمده گنجی مقدم و همکاران ( $1400$ )، عملکرد میوه با سطح مقطع تنه، حجم تاج درخت، وزن میوه، وزن هسته و عرض میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. صفات بیوشیمیایی مورد مطالعه با عملکرد همبستگی معنی‌داری نشان ندادند. بر اساس مطالعه فتحی و همکاران (Fathi et al., 2015) همبستگی منفی بین مواد جامد محلول و اسیدیته در هلو وجود داشت.

ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گواوا (*Psidium guajava* L.) در ایران با استفاده از صفات ریخت‌شناسی

جدول ۴- ضرایب همبستگی ساده صفات کمی و کیفی ارزیابی‌شده برای ژنوتیپ‌های گواوا.

| صفات                       | اسید اسکوربیک | مواد جامد محلول کل/اسیدیتته قابل تیتراسیون | اسیدیتته قابل تیتراسیون | مواد جامد محلول کل | وزن ۱۰۰ دانه | وزن میوه | طول/قطر میوه   | قطر میوه    | طول میوه | طول دمبرگ | طول/عرض برگ | عرض برگ | طول برگ |
|----------------------------|---------------|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------|--------------|----------|----------------|-------------|----------|-----------|-------------|---------|---------|
| طول برگ                    | ۰/۱۶۵         | ۰/۲۰۰                                      | -/۱۳۴                   | ۰/۱۸۹              | ۰/۴۰۰        | -/۳۱۱    | -/۳۳۰          | ۰/۱۸۸       | -/۰۸۱    | ۰/۷۳۰**   | ۰/۲۷۴       | ۰/۸۵۲** | ۱       |
| عرض برگ                    | ۰/۱۷۴         | ۰/۲۱۰                                      | -/۲۵۹                   | ۰/۰۴۱              | ۰/۲۵۰        | ۰/۰۲۹    | -/۳۳۹          | ۰/۲۴۷       | -/۰۶۷    | ۰/۶۷۳**   | -/۲۶۴       | ۱       |         |
| طول /عرض برگ               | ۰/۰۳۳         | -/۰۶۱                                      | ۰/۲۳۴                   | ۰/۲۱۶              | ۰/۳۰۶        | -/۵۹۶**  | ۰/۰۱۱          | -/۰۶۲       | ۰/۰۰۷    | ۰/۱۳۴     | ۱           |         |         |
| طول دمبرگ                  | ۰/۲۴۰         | -/۱۱۸                                      | ۰/۱۰۰                   | ۰/۰۰۸              | ۰/۶۲۰**      | -/۰۰۷    | -/۲۴۱          | ۵۲**<br>۰/۸ | ۰/۲۸۵    | ۱         |             |         |         |
| طول میوه                   | ۰/۰۷۷         | ۰/۰۴۷                                      | -/۰۹۷                   | -/۰۱۶              | ۰/۳۲۸        | ۰/۶۱۶**  | ۰/۵۴۷**<br>۰/۸ | ۶۲**<br>۰/۸ | ۱        |           |             |         |         |
| قطر میوه                   | ۰/۰۶۳         | -/۰۹۲                                      | ۰/۱۶۰                   | ۰/۱۰۱              | ۰/۶۸۲**      | ۰/۴۹۸*   | -/۲۹۲          | ۱           |          |           |             |         |         |
| طول/قطر میوه               | ۰/۰۰۲         | ۰/۱۷۰                                      | -/۲۹۸                   | -/۱۲۸              | -/۳۲۵        | ۰/۲۴۱    | ۱              |             |          |           |             |         |         |
| وزن میوه                   | ۰/۰۰۷         | ۰/۰۵۹                                      | -/۲۴۶                   | -/۲۰۶              | -/۱۰۸        | ۱        |                |             |          |           |             |         |         |
| وزن ۱۰۰ دانه               | ۰/۱۵۹         | -/۱۷۸                                      | ۰/۳۱۸                   | ۰/۱۳۶              | ۱            |          |                |             |          |           |             |         |         |
| مواد جامدمحلول کل          | ۰/۰۲۶         | ۰/۵۹۰**                                    | -/۱۳۴                   | ۱                  |              |          |                |             |          |           |             |         |         |
| اسیدیتته قابل تیتراسیون    | ۰/۱۳۸         | -/۷۰۴**                                    | ۱                       |                    |              |          |                |             |          |           |             |         |         |
| مواد جامدمحلول کل/اسیدیتته | -/۱۱۲         | ۱                                          |                         |                    |              |          |                |             |          |           |             |         |         |
| اسید آسکوربیک              | ۱             |                                            |                         |                    |              |          |                |             |          |           |             |         |         |

\* و \*\* به ترتیب بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

### ۳-۳-۳ ژنوتیپ‌های برتر

#### ۳-۳-۱- ژنوتیپ شماره ۴

۱۲۴/۵ میلی گرم است. این ژنوتیپ تحت عنوان ژنوتیپ شماره ۲ در شهرستان کنارک قرار دارد.

#### ۳-۳-۵- ژنوتیپ شماره ۱۴

میوه در این ژنوتیپ شکل کشیده با قاعده برآمده، دارای ابعاد ۵/۶ سانتی متر طول و ۴/۷ سانتی متر قطر، وزن میوه ۱۰۴/۳ گرم دارای گوشت سفید، مقدار دانه زیاد، مقدار مواد جامدمحلول کل ۹/۸۳ درصد، اسیدیته قابل تیتراسیون ۰/۹۰ درصد، نسبت مواد جامدمحلول کل به اسیدیته قابل تیتراسیون ۱۱/۰ و اسید آسکوربیک ۱۱۱/۷ میلی گرم است. این ژنوتیپ تحت عنوان ژنوتیپ شماره ۶ در شهرستان کنارک قرار دارد.

#### ۳-۳-۶- ژنوتیپ شماره ۱۵

میوه در این ژنوتیپ کروی با قاعده گرد، دارای ابعاد ۴/۴ سانتی متر طول و ۵/۰ سانتی متر قطر، وزن میوه ۱۰۴/۵ گرم دارای پوست به رنگ سبز روشن، گوشت سفید، مقدار دانه زیاد، مقدار مواد جامدمحلول کل ۱۰/۴۵ درصد، اسیدیته قابل تیتراسیون ۰/۹۳ درصد، نسبت مواد جامدمحلول کل به اسیدیته قابل تیتراسیون ۱۱/۲ و اسید آسکوربیک ۱۱۷/۶ میلی گرم است. این ژنوتیپ تحت عنوان ژنوتیپ شماره ۷ در شهرستان کنارک قرار دارد.

#### ۳-۳-۷- ژنوتیپ شماره ۱۶

میوه در این ژنوتیپ گلابی شکل با قاعده کشیده، دارای ابعاد ۵/۸ سانتی متر طول و ۴/۴ سانتی متر قطر، وزن میوه ۹۳/۸ گرم دارای رنگ پوست زرد تا زرد مایل به سبز، گوشت سفید، مقدار دانه زیاد، مقدار مواد جامدمحلول کل ۱۰/۴۸ درصد، اسیدیته قابل تیتراسیون ۰/۸۶ درصد، نسبت مواد جامدمحلول کل به اسیدیته قابل تیتراسیون ۱۲/۳ و اسید آسکوربیک ۱۴۴/۲ میلی گرم است. این ژنوتیپ تحت عنوان ژنوتیپ شماره ۳ در شهرستان زرباد قرار دارد.

#### ۳-۳-۸- ژنوتیپ شماره ۱۸

میوه در این ژنوتیپ گلابی شکل با قاعده کشیده، دارای ابعاد ۵/۸ سانتی متر طول و ۵/۶ سانتی متر قطر، وزن میوه ۹۴/۸ گرم دارای پوست زرد و رنگ گوشت کرم، مقدار دانه زیاد، مقدار مواد جامدمحلول کل ۱۱/۲۳ درصد، اسیدیته قابل تیتراسیون ۰/۸۰ درصد، نسبت مواد جامدمحلول کل به

میوه در این ژنوتیپ شکل کشیده با قاعده برآمده، دارای ابعاد ۵/۲ سانتی متر طول و ۴/۲ سانتی متر قطر، وزن میوه ۹۵/۳ گرم دارای پوست زرد با لکه‌های مایل به نارنجی، گوشت کرم با مقدار دانه کم، مقدار مواد جامدمحلول کل ۹/۶۳ درصد، اسیدیته قابل تیتراسیون ۰/۴۷ درصد، نسبت مواد جامدمحلول کل به اسیدیته کل ۲۰/۸ و اسید آسکوربیک ۱۲۹/۳۵ میلی گرم است. این ژنوتیپ تحت عنوان ژنوتیپ شماره ۷ در شهرستان راسک قرار دارد.

#### ۳-۳-۲- ژنوتیپ شماره ۶

میوه در این ژنوتیپ شکل کشیده با قاعده برآمده، دارای ابعاد ۴/۸ سانتی متر طول و ۴/۶ سانتی متر قطر، وزن میوه ۱۰۰/۳ گرم دارای پوست زرد، گوشت سفید با مقدار دانه کم، مقدار مواد جامدمحلول کل ۹/۹۸ درصد، اسیدیته قابل تیتراسیون ۰/۴۷ درصد، نسبت مواد جامدمحلول کل به اسیدیته کل ۱۵/۷ و اسید آسکوربیک ۱۲۶/۲ میلی گرم است. این ژنوتیپ تحت عنوان ژنوتیپ شماره ۹ در شهرستان راسک قرار دارد.

#### ۳-۳-۳- ژنوتیپ شماره ۸

میوه در این ژنوتیپ شکل کشیده با قاعده برآمده، دارای ابعاد ۳/۸ سانتی متر طول و ۳/۷ سانتی متر قطر، وزن میوه ۵۹/۳ گرم دارای پوست زرد مایل به صورتی با گوشت صورتی تیره، مقدار دانه کم، مقدار مواد جامدمحلول کل ۱۰/۲۵ درصد، اسیدیته قابل تیتراسیون ۰/۷۱ درصد، نسبت مواد جامدمحلول کل به اسیدیته قابل تیتراسیون ۱۴/۴ و اسید آسکوربیک ۱۳۵/۵ میلی گرم است. این ژنوتیپ تحت عنوان ژنوتیپ شماره ۱۱ در شهرستان راسک قرار دارد.

#### ۳-۳-۴- ژنوتیپ شماره ۱۰

میوه در این ژنوتیپ گلابی شکل با قاعده کشیده دارای ابعاد ۵/۶ سانتی متر طول و ۴/۵ سانتی متر قطر، وزن میوه ۱۰۲/۵ گرم دارای پوست زرد مایل به سبز با گوشت سفید، مقدار دانه زیاد، مقدار مواد جامدمحلول کل ۱۰/۵۸ درصد، اسیدیته قابل تیتراسیون ۰/۵۳ درصد، نسبت مواد جامدمحلول کل به اسیدیته قابل تیتراسیون ۲۰/۳ و اسید آسکوربیک

ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گواوا (*Psidium guajava* L.) در ایران با استفاده از صفات ریخت‌شناسی

در مجموع ژنوتیپ‌های شماره ۸ و ۲۲ دارای میوه کشیده با قاعده برجسته و رنگ گوشت صورتی، ژنوتیپ‌های ۴، ۶، ۱۴ و ۲۳ دارای میوه کشیده با قاعده برجسته و رنگ گوشت سفید تا کرم، ژنوتیپ‌های ۱۰، ۱۶ و ۱۸ دارای میوه گلابی شکل با قاعده کشیده و ژنوتیپ‌های ۱۵ و ۲۰ دارای میوه گرد و گوشت سفید تا کرم به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر هستند.

#### ۴- نتیجه‌گیری کلی

تحقیق حاضر حاکی از تنوع بسیار بالا در برخی صفات رویشی و زایشی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود که در این میان صفات کمی مربوط به میوه مانند مواد جامد محلول کل، اسیدیت کل و اسید آسکوربیک از تنوع بالایی برخوردار هستند. این امر حاکی از تفرق بالا و وجود تفاوت در ژنوتیپ‌ها و پتانسیل بالای آن جهت بکارگیری در برنامه‌های اصلاحی از طریق انتخاب ژنوتیپ‌های امیدبخش و یا بکارگیری آنها در تولید ارقام جدیدی از طریق تلاقی است. همچنین ارزیابی صفات حاکی از همبستگی بین برخی صفات بود که این همبستگی می‌تواند در غربالگری‌های بعدی ژنوتیپ‌های وارداتی یا نتاج حاصل از تلاقی‌های هدفمند مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به عدم وجود رقم شناخته‌شده گواوا در ایران و از طرفی وجود تنوع در بین درختان موجود که هر کدام از آنها را به‌عنوان یک ژنوتیپ می‌توان در نظر گرفت، امکان گزینش ژنوتیپ‌های برتر را فراهم ساخته است که با گزینش و انتخاب ژنوتیپ‌هایی که دارای ویژگی‌های خاص از نظر عملکرد کمی و کیفی و بازارپسندی برتری دارند در آزمایشات تکمیلی، استفاده نمود. در مجموع در این آزمایش تعداد ۱۱ ژنوتیپ برتر شناسایی شد تا برای بررسی‌های تکمیلی استفاده شود.

اسیدیت قابل‌تیتراسیون ۱۴/۲ و اسید آسکوربیک ۱۳۱/۴ میلی‌گرم است. این ژنوتیپ تحت عنوان ژنوتیپ شماره ۳ در شهرستان میناب قرار دارد.

#### ۳-۳-۹- ژنوتیپ شماره ۲۰

میوه در این ژنوتیپ دارای میوه کروی با قاعده گرد، دارای ابعاد ۴/۶ سانتی‌متر طول و ۶/۶ سانتی‌متر قطر، وزن میوه ۱۰۲/۵ گرم دارای پوست با رنگ زرد مایل به سبز و گوشت سفید، مقدار دانه زیاد، مقدار مواد جامدمحلول کل ۹/۸۵ درصد، اسیدیت قابل‌تیتراسیون ۰/۸۵ درصد، نسبت مواد جامدمحلول کل به اسیدیت قابل‌تیتراسیون ۱۱/۶ و اسید آسکوربیک ۱۳۱/۰ میلی‌گرم است. این ژنوتیپ تحت عنوان ژنوتیپ شماره ۶ در شهرستان میناب قرار دارد.

#### ۳-۳-۱۰- ژنوتیپ شماره ۲۲

میوه در این ژنوتیپ کشیده با قاعده برآمده، دارای ابعاد ۵/۴ سانتی‌متر طول و ۵/۰ سانتی‌متر قطر، وزن میوه ۸۷/۵ گرم دارای رنگ پوست زرد کدر و گوشت صورتی، مقدار دانه زیاد، مقدار مواد جامدمحلول کل ۹/۷۵ درصد، اسیدیت قابل‌تیتراسیون ۰/۷۵ درصد، نسبت مواد جامدمحلول کل به اسیدیت قابل‌تیتراسیون ۱۱/۹ و اسید آسکوربیک ۱۲۹/۲ میلی‌گرم است. این ژنوتیپ تحت عنوان ژنوتیپ شماره ۱۱ در شهرستان میناب قرار دارد.

#### ۳-۳-۱۱- ژنوتیپ شماره ۲۳

میوه در این ژنوتیپ کشیده با قاعده برآمده، دارای ابعاد ۷/۶ سانتی‌متر طول و ۶/۱ سانتی‌متر قطر، وزن میوه ۹۶ گرم دارای رنگ پوست زرد کدر با گوشت سفید، مقدار دانه کم، مقدار مواد جامدمحلول کل ۱۱/۵ درصد، اسیدیت قابل‌تیتراسیون ۰/۷۸ درصد، نسبت مواد جامدمحلول کل به اسیدیت قابل‌تیتراسیون ۱۵/۱ و اسید آسکوربیک ۱۲۸/۵ میلی‌گرم است. این ژنوتیپ تحت عنوان ژنوتیپ شماره ۱۳ در شهرستان میناب قرار دارد.

**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 غیر مستقیم با اثر منتشر شده است رد می‌نمایند.

## منابع

- بی نام. (۱۴۰۲). آمار نامه کشاورزی، جلد سوم: محصولات باغی، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصاد، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، ۴۰۰ ص.
- گنجی مقدم، ا.، قهرمانی، آ. و سید معصومی خیای، س. ی. (۱۴۰۰). ارزیابی صفات پومولوژیکی و مورفولوژیکی برخی از ارقام و ژنوتیپ‌های هلو (*Prunus persica* (L.) BatSch) در شرایط اقلیمی خراسان رضوی. *علوم باغبانی*، ۱، ۸۷-۱۰۲.
- Azam, M. G., Uddin, M. S., Chowdhury, S. K. H., Rashid, A. H., Barua, H., Chhanda, R. A., Rahman, S., Bagum, S. A., Shamsunnahar, M., & Islam, M. N. (2020). Variability studies of guava (*Psidium guajava* L.) genotypes for growth, yield and quality attributes in Chattogram region of Bangladesh. *Journal of Agricultural Science & Engineering Innovation (JASEI)*, 2, 3-9.
- Bose, S. K., Ahmed, S., Howlader, P., & Ali, M. (2019). Flowering, fruiting behavior and nutritional quality of selected guava genotypes. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 6(1), 11-25.
- Dubey, M. C., Kumar, R., Kumar, J., & Kumar, A. (2016). Morphological and physico-chemical characteristics of guava genotypes. *Research on Crops*, 17(2), 276-282.
- FAO. (2023). FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Fathi, H., Jeldari J. Y., & Bozari, N. (2015). Study on the compatibility of vegetative and reproductive traits of some peach cultivars in Meshkinshahr climate. *Journal of Production and Processing of Crop and Gardening*, 13, 118-103.
- Kareem, A., Jaskani, M. J., Mehmood, A., Awan, F. S., & Sajid, M. W. (2018). Morpho-genetic profiling and phylogenetic relationship of guava (*Psidium guajava* L.) as genetic resources in Pakistan. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40, 1-11.
- Li, Z., Wang, W., Zhang, H., Liu, J., Shi, B., Dai, W., Liu, K., & Zhang, H. (2022). Diversity in fruit morphology and nutritional composition of *Juglans mandshurica* Maxim in northeast China. *Frontiers in Plant Science*, 13, ۱۱-۱.
- Mehmood, A., Jaskani, M. J., Khan, I. A., Ahmad, S., Ahmad, R., Luo, S., & Ahmad, N. M. (2014). Genetic diversity of Pakistani guava (*Psidium guajava* L.) germplasm and its implications for conservation and breeding. *Scientia Horticulturae*, 172, 221-232.
- Nagar, P. K., Satodiya, B. N., Prajapati, D. G., Nagar, S. K., & Patel, K. V. (2018). Assessment of genetic variability and morphological screening of guava (*Psidium guajava* L.) hybrids. *The Pharma Innovation Journal*, 7, 35-40.
- Nasution, F., & Hadiati, S. (2014). Characterization and clustering of some guava germplasm collections based on leaf and fruit characters. *Agrivita. Journal of Agricultural Science*, 36, 91-100.
- Rajan, S., Misra, A. K., & Ravishnkar, H. (2011). Guava descriptors. Rehmankhara, Kakori, Lucknow, India, 10 p.
- Ran, S., Ram, J., & Jakhar, M. (2017). Assessment of genetic diversity and diversity relationship in different varieties of guava using morphological characterization. *Plant Archives*, 1, 307-311.
- Singh, D., Gill, M. I. S., Boora R. S., & Arora, N. K. (2015). Genetic diversity analysis in guava (*Psidium guajava* L.) on the basis of morphological and physico-chemical traits. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 85, 678-83.