

Investigation of the Grapevine's Leaf Traits and Identifying Grape Cultivars by Applying Image Processing

Bahmani^{*1}, A.

1. Assistant Professor, Department of Horticultural science, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran

*: Corresponding Author Email: bahmani@maragheh.ac.ir

Received: 2024/12/31

Accepted: 2025/04/16

Introduction

Grapevine is a plant belonging to the genus *Vitis* and belonging to the Vitaceae family, as one of the most common garden products in the world and in Iran. The high distribution of grapes in the world (Southern Europe, Asia Minor, East Asia and North and Central America) may be due to its high level of biodiversity. Grapes are one of the most important fruit products in Iran, which are very important for fresh consumption and raisins. With the production of about two million tons of grapes, Iran ranks ninth in the world among the countries that produce this product. In this way, identifying the most and most stable phenotypic traits in grapes is one of the main goals in evaluating the biodiversity of grapes. The unique aspect of grape leaves in terms of morphological diversity is having significant diversity compared to other products. Recently, a high heritability test for grape leaves has been carried out on a genetic basis based on leaf morphological characteristics. Identifying the most and most stable phenotypic traits in grapes is one of the main goals in evaluating the biodiversity of grapes, and it is necessary to conduct such studies with accurate biometric software. The purpose of this study is to investigate the diversity of leaf traits and to identify grape varieties through leaf shape using image processing in a computer environment.

Materials and Methods

In this part of the research, 3 mature and healthy leaves from the middle parts of the one-year branches were taken non-randomly and purposefully from 24 grape varieties that were identified from different orchards in Maragheh and the suburbs. The samples were photographed on a white background. Then, it was photographed with a 12 mega pixel camera using shadowless and coaxial light. The samples were photographed by special computer photography software in size 768x1024 with 300 dpi resolution. Finally, using ImageJ software, 14 variables for each photo (leaf area, leaf circumference, average red-green-blue color space (RGB), average intensity of red (R), average intensity of green (G), average intensity of blue (B), length, width, color, roundness, left, right, top and bottom) morphometrics were obtained, which were tested and analyzed in the next steps. The data obtained from the present study were analyzed using SPSS var21.0 software based on a completely randomized design. Image J8.0 software was used to analyze the images. In the first step, a simple analysis of variance was performed for the measured traits, and the average data was compared by Duncan's multiple range test. Excel software was used to draw graphs.

Results and Discussion

The results of the variance analysis of agricultural traits data showed that the difference between genotypes was significant among all traits, which indicates a high genetic diversity among the investigated genotypes. According to the simple correlation between the studied traits, the highest correlation between x7 and x8 traits was obtained with a value of 0.994 and the lowest correlation value between x5 and x14 traits or zero value was obtained. In the present study, the results of grouping by cluster analysis were consistent with the results of analysis into principal components. The results of this research showed that x9 variable (Hue) has a different discriminating power in terms of the separation of the studied germplasm, and in other words, it can create a distinct grouping.

Conclusions

In the results of this research, a large variety of changes among the genotypes or cultivars investigated in terms of the measured traits was observed, which indicates the high genetic potential among the cultivars. According to the variance analysis table of grape leaf traits, all traits were significant at the statistical probability level of 1%. The results of analysis into components showed that the first four components have characteristic root values above one and in total justify 95% of the changes in leaf morphometric data. Also, according to the grouping of studied genotypes, they have different leaf morphometric characteristics and therefore they are placed in different groups. For example, G7 is different from other genotypes and is placed in a separate group. The grouping of the morphometric variables measured in the leaves of the studied grape genotypes showed that the variable x9 (Hue) has different discriminating power in terms of the separation of the studied germplasm, and in other words, it can create a distinct grouping.

Keywords: Grape genetic diversity, leaf recognition, RGB color spectrum, hue color index

Citations: Bahmani, A. (2025). Investigation of the Grapevine`s Leaf Traits and Identifying Grape Cultivars by Applying Image Processing . *Plant Production Technology*, 25(1), 13-27.
<https://doi.org/10.22084/ppt.2025.30349.2147>

© 2022 The Author(s). Bu- Ali Sina University Publication. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Online ISSN: 2476-5651

Print ISSN: 2476-6321

بررسی تنوع صفات برگ و شناسایی رقم انگور از طریق شکل برگ با استفاده از پردازش تصویر

Investigation of the Grapevine's Leaf Traits and Identifying Grape Cultivars by Applying Image Processing

علی بهمنی^{*}

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۲۷

(مقاله پژوهشی)

چکیده

انگور (*Vitis vinifera*) یکی از رایج‌ترین محصولات باغی در جهان و ایران می‌باشد که دارای تنوع زیستی فراوانی در جهان است. ایران یکی از مراکز پیدایش و توزیع انگور در جهان است. شناسایی بیشترین و پایدارترین صفات فنوتیپی در انگور یکی از اهداف عمده در ارزیابی تنوع زیستی انگور بوده و نیاز است این گونه مطالعات با نرم‌افزارهای بیومتریک دقیق صورت بگیرد. در این پژوهش ویژگی‌های برگ ۲۴ ارقام مختلف انگور در شهرستان مراغه با استفاده از روش‌های پیشرفته آنالیز تصویری در قالب طرح کاملاً تصادفی ارزیابی شد. و صفات مساحت برگ، محیط برگ، میانگین فضای رنگی قرمز-سبز-آبی (RGB)، شدت طیف رنگی HUE، میانگین شدت قرمز (R)، میانگین شدت سبز (G)، میانگین شدت آبی (B)، طول، عرض، رنگ، گردی، چپ، راست، بالا و پایین مورفومتریک برگ اندازه‌گیری گردید. تجزیه واریانس داده‌های صفات مورفومتریک نشان داد که اختلاف بین ارقام در بین کلیه صفات معنی‌دار بود که حاکی از تنوع ژنتیکی بالا در بین ارقام موردبررسی است. با توجه به بررسی همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه، بیشترین همبستگی بین صفات طول برگ و عرض برگ با مقدار ۰/۹۹۴ و کمترین مقدار همبستگی بین صفات میانگین شدت رنگ و ابعاد پایین برگ با مقدار صفر به دست آمد. نتایج گروه‌بندی به روش تجزیه کلاستر با نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی همخوانی داشت. نتایج این تحقیق نشان داد که متغیر شدت طیف رنگی (Hue) از نظر تفکیک ژرمپلاسم مورد مطالعه دارای قدرت تمایز متفاوتی بوده و به عبارت دیگر می‌تواند گروه‌بندی متمایزی را ایجاد نماید.

واژه‌های کلیدی: تنوع ژنتیکی انگور، تشخیص برگ، طیف رنگی RGB، شاخص رنگی HUE

ارجاع به مقاله: بهمنی، ع. (۱۴۰۴). بررسی تنوع صفات برگ و شناسایی رقم انگور از طریق شکل برگ با استفاده از پردازش تصویر، مجله فناوری تولیدات گیاهی، ۲۵(۱)، ۱۳-۲۷. <https://doi.org/10.22084/ppt.2025.30349.2147>

حق نشر متعلق به نویسنده (گان) است و نویسنده تحت مجوز Commons Creative License

Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>) به مجله اجازه می‌دهد مقاله‌ی چاپ شده را در

سامانه به اشتراک بگذارد، منوط بر اینکه حقوق مؤلف اثر حفظ و به انتشار اولیه مقاله در این مجله اشاره شود.



شاپا چاپی: ۲۴۷۶-۶۳۲۱

شاپا الکترونیکی: ۲۴۷۶-۵۶۵۱

۱. استادیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

* نویسنده مسئول Email: bahmani@maragheh.ac.ir

۱. مقدمه

انگور گیاهی از جنس *Vitis* و متعلق به خانواده Vitaceae به عنوان یکی از رایج ترین محصولات باغی در جهان و کشور ایران می باشد. پراکنش بالای انگور در جهان (جنوب اروپا، آسیای صغیر، شرق آسیا و آمریکای شمالی و مرکزی) ممکن است به دلیل سطح بالای تنوع زیستی آن باشد.

جهت تعیین و برآورد تنوع در گیاهان، می توان روش های مختلفی را به کار برد. از جمله این روش ها به کار بردن انواع نشانگرها مثل، نشانگرهای مورفولوژیک، نشانگرهای بیوشیمیایی و نشانگرهای مبتنی بر دی.ان.ای است. نشانگرهای مولکولی اغلب پایدارند و در همه بافت ها صرف نظر از مرحله رشد، تمایز، توسعه یا حالت دفاعی سلول قابل تشخیص هستند. به علاوه این نشانگرها تحت تأثیر پلئوتروپی، محیط و تأثیرات اپیستازی قرار نمی گیرند (Mondini et al., 2009). صفات مورفولوژیکی که در ظاهر افراد قابل تشخیص می باشند، عمدتاً توسط یک ژن کنترل می شوند و می توانند به عنوان نشانگرهای ژنتیکی مورد استفاده قرار گیرند (Pagnoux et al., 2015).

استفاده از نشانگرهای مورفولوژیکی دارای معایب و محدودیت هایی می باشند؛ اما در عین حال مزیت هایی نیز دارند که می توان به مواردی از جمله دامنه وسیع ژن های کنترل کننده صفات فنوتیپی اشاره کرد. همچنین جزء نخستین نشانگرها به شمار می آیند. از طرفی هزینه کمی داشته و کاربرد ساده ای دارند که این مسئله باعث شده که این نشانگرها جزو متداول ترین نشانگرها باشند. بررسی خصوصیات ریخت شناسی اولین قدم برای توصیف و طبقه بندی رقم های یک مجموعه می باشد، تنوع ژنتیکی رکن اصلی بیشتر برنامه های اصلاحی بوده و انجام گزینش منوط به وجود تنوع ژنتیکی مطلوب از حیث صفت مورد بررسی می باشد (Terral et al., 2010; Badenes et al., 2000). بررسی تنوع ژنتیکی جهت مطالعه ژرم پلاس، تهیه برنامه های اصلاحی، بررسی روند تکامل گونه، رده بندی و بسیاری مسائل دیگر اهمیت دارد (Pagnoux et al., 2015). در سال های اخیر، طبقه بندی و شناسایی انگور بر پایه مورفولوژیکی (Alba et al., 2014; Ma et al., 2016; Klein et al., 2017)، گرده شناسی (Najmaddin, 2014)، آناتومی (Calderon et al., 1995)، و برخی روش های بیولوژیکی و

مولکولی (Crespan et al., 2015) انجام گرفته است. تعداد کل ارقام انگور استفاده شده برای کشت بسیار متنوع می باشد که در مجموع ۱۵۰۰۰ رقم مختلف جهت کشت در سراسر جهان تخمین زده می شود (Alba et al., 2015). شناسایی و مقایسه تمام ارقام انگور از طریق ویژگی های مورفولوژیکی بسیار دشوار می باشد (Sefc et al., 2001). بدین ترتیب شناسایی بیشترین و پایدارترین صفات فنوتیپی در انگور یکی از اهداف عمده در ارزیابی تنوع زیستی انگور بوده و نیاز است این گونه مطالعات با نرم افزارهای بیومتریک دقیق صورت بگیرد. جنبه منحصربه فرد برگ های انگور از نظر تنوع مورفولوژیکی، داشتن تنوع قابل توجه در مقایسه با سایر محصولات است. به تازگی سنجش وراثت پذیری بالا برای برگ انگور بر پایه ژنتیکی براساس ویژگی های مورفولوژیکی برگ انجام گرفته است (Chitwood et al., 2014). در گذشته اندازه گیری سطح برگ بسیار مشکل بوده و امروزه این اندازه گیری ها توسط برنامه های ویژه با تهیه عکس هایی با کیفیت بالا در کامپیوتر صورت می گیرد. همچنین با دستگاهی با هزینه بالا که توسط شرکت های خصوصی طراحی شده نیز انجام می پذیرد. این دستگاه ها معمولاً در علوم کشاورزی و زیست شناسی مانند علوم طبیعی مورد استفاده قرار می گیرد. در تحقیقات کشاورزی و بیولوژیکی، اندازه گیری سطح برگ نشان دهنده اطلاعات قابل توجهی در مورد رشد و نمو گیاه است (Dogan et al., 2018). پردازش تصویر، ارزیابی تصاویر منتقل شده به کامپیوتر از طریق دوربین، اسکنر و سایر نرم افزارهای ویژه یا برنامه های کامپیوتری انجام می شود. این تکنیک ها معمولاً در صنایع، امور نظامی، زمین شناسی، پزشکی و رشته های مختلف کاربرد دارد. در صنایع کشاورزی از روش های مختلف در تجزیه و تحلیل رنگ میوه، طبقه بندی میوه ها، رشد ریشه، اندازه گیری سطح برگ، و کنترل علف های هرز استفاده می شود (Tosun and Senol, 2016). روش های رایجی که در گذشته مورد استفاده قرار می گرفت، به دلیل اینکه نیاز به ترسیم شکل برگ در کاغذهای میلی متری و شمارش تعداد مربعات در شکل، شمارش نقاط، اندازه گیری خطی برگ و شمارش تعداد برگ داشت، روش بسیار زمان بر و وقت گیری بود (Sestak et al., 1971). اما در حال حاضر با به کار بردن تکنیک های پردازش تصویر، کاربری محققان آسان تر شده است. روش های

و همکاران (Andrade et al., 2008) بر روی مقایسه مورفولوژی جمعیت مونسترا در جنگل آمازون و جنگل‌های شمال برزیل، از لحاظ شکل برگ با استفاده آنالیز تصویر انجام گرفت، روشن شد که شکل برگ در کل به شش کلاس قابل طبقه‌بندی هستند. در این میان، شکل نوک برگ یک صفت کمی عملی و مفید برای مطالعه تنوع مورفولوژیکی در سطح گونه و رقم است. استرانسکی و همکاران (Stransky et al., 2008) در تحقیقی که بر روی جداسازی دو گروه از ماهی‌ها با استفاده از آنالیز تصویر اتولیت ماهی انجام دادند به درصد تفکیک برابر با ۹۰ و ۸۹ درصد دست یافتند، که احتمال می‌رود به دست آوردن همچنین درصد تفکیک بالایی به دلیل استفاده از تعداد نمونه‌های بسیار زیاد (در حد صدها نمونه) باشد. مطالعات سه‌ساله دولتی بانه و همکاران (Doulati Baneh et al., 2010) در شناسایی و ارزیابی صفات مختلف ۵۰ رقم انگور محلی موجود در استان آذربایجان غربی براساس توصیف‌نامه IBPGR، تفاوت معنی‌داری را از نظر کلیه صفات زراعی مانند درصد تشکیل میوه، جوانه‌زنی گرده، اجزاء عملکرد، سیستم باردهی و زمان رسیدن میوه نشان داد و تنوع بسیار زیادی در صفات گیاه‌شناسی نظیر شکل برگ، تعداد لوب برگ، رنگ برگ جوان، شکل سینوس دمبرگی، شکل دندان‌ها حاشیه پهنک، اندازه، شکل و رنگ پوست حبه و میزان رشد رویشی بین ارقام مشاهده شد. سالویوا و همکاران با ارزیابی انگورهای جمهوری آذربایجان براساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی نتیجه گرفتند انگورهای زراعی و وحشی در گروه‌های مختلف قرار گرفتند (Salayeva et al., 2013). موسی‌زاده و همکاران با مطالعه صفات ریخت‌شناسی و فنولوژیکی برخی ارقام انگور بومی خراسان گزارش کردند تنوع بالایی در اکثر صفات مورد مطالعه وجود دارد (Moosazadch et al., 2012). مبنای مطالعات مورفولوژیک مبتنی بر صفات و ویژگی‌های چهار بخش اصلی و مهم در ساختار گیاه مانند درخت، برگ، میوه و هسته می‌باشد که در اندام‌های مورد بررسی ثابت بوده و تغییرات آنها کمترین تأثیر را از شرایط محیطی و عوامل غیرژنتیکی و ارثی می‌پذیرد. بر این اساس این صفات بیشتر تحت تأثیر ژنتیک گیاه بوده که تنوع و اختلاف در آنها نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی در بین ارقام مورد بررسی است؛ بنابراین یکی از صفات مهمی که به عنوان

محاسباتی اصلی زیادی در سال‌های اخیر برای مورفومتریک و پردازش تصویر برگ گیاهان مورد استفاده قرار گرفته است که می‌توان به مواردی مثل اندازه‌گیری خطوط رگبرگ، شکل برگ، ساختار و بافت برگ، لبه‌برگ اشاره کرد (Cope et al., 2011). کامارگو و همکاران (۲۰۰۸) با استفاده از آنالیز تصویری براساس تبدیل فوریه توانستند چند گونه از گیاهان را براساس شکل برگ شناسایی نمایند. در مطالعه‌ای نتو و همکاران (Neto et al., 2006) تعدادی از گونه‌های گیاهی براساس شکل برگ با استفاده از پردازش تصویر با میانگین دقت ۴/۸۹ درصد شناسایی نمودند. برگ‌ها فرایندهای فیزیولوژیکی اولیه در گیاهان نظیر فتوسنتز، تنفس و ترشح را انجام می‌دهد. برگ‌ها ارگان‌های اولیه در انگور هستند که براساس رقم، ساختار مورفولوژیکی متفاوتی دارند (Kliewer, 1981). بازده فیزیولوژیکی برگ مربوط به اندازه و سطح برگ می‌شود. در مطالعات مطالعات فیزیولوژیکی از آنجا که طرفیت فتوسنتزی برگ به فتوسنتز تولیدشده در واحد سطح برگ بستگی دارد، دانستن سطح برگ یک مسئله بسیار مهم در رابطه با فرایندهای فیزیولوژیکی محسوب می‌شود. برآورد سطح برگ در مطالعات تغذیه‌ای گیاه، روابط رقابتی گیاهان، روابط خاک-آب گیاه، اقدامات حفاظت گیاهی، تنفس، بازیابی نور و انتقال انرژی در گیاهان ارزشمند است (Mohsenin, 1986). تنوع بالایی در اندازه و شکل بذر در میان گونه‌های مختلف گیاهی در سراسر جهان وجود دارد. اندازه بذور از کوچکترین سایز به حالت گرد و غبار از خانواده ارکیده (Orchidaceae) و در برخی از گونه‌ها (Parasitic و Saprophytic) که در حد نیم تا یک میلی‌متر طول دارد تا اندازه عظیم در خانواده نارگیل (Arecaceae)، به عنوان مثال گونه (Lodoicea maldivica) که بزرگ‌ترین دانه در جهان است، گزارش شده است (Leishman et al., 2000). ارزیابی کمی اشکال بذرها در زمینه‌های مختلف تحقیقاتی، از جمله زراعت، ژنتیک، بوم‌شناسی و طبقه‌بندی مورد نیاز می‌باشد (Iwata and Ukai, 2002). دولف و جانسون (Dolph, 1977; Johnson, 2004)، نشان دادند اندازه و مشخصات برگ به عنوان یک معیار مهم برای سازگاری گیاهان در مناطقی با آب و هوای مختلف وابسته نبوده و بیشتر به ژنتیک گیاه بستگی دارد، از این رو یکی از ابزارهای مفید در شناسایی ارقام محسوب می‌شود. در تحقیقی که توسط آندراده

بهمنی: بررسی تنوع صفات برگ و شناسایی رقم انگور از طریق شکل برگ...

شاخص ارزیابی و تفکیک گونه و رقم در انگور مورد استفاده قرار می‌گیرد مورفومتری شکل برگ می‌باشد.

باتوجه به مشکلات استفاده از نشانگرهای مولکولی اعم از هزینه بر بودن و زمانبر بودن آن نیاز به استفاده از روش‌های دیگر اجتناب‌ناپذیر است. هدف از این مطالعه بررسی تنوع صفات برگ و شناسایی رقم انگور از طریق شکل برگ با استفاده از پردازش تصویر در محیط کامپیوتری انجام شده است.

۲. مواد و روش‌ها

در این بخش از پژوهش از ۲۴ رقم انگور که از باغات مختلف مراغه و حومه روستاهای تازه کند سفلی، علیا و روستای چکان که موقعیت جغرافیایی آنها در (جدول ۱) ذکر شده

است، که قبلاً شناسایی شده بودند استفاده شد و در هر رقم تعداد ۳۳ برگ بالغ و سالم از بخش‌های میانی شاخه‌های یکساله به صورت غیر تصادفی و هدفمند برداشت گردید. عکس‌برداری از نمونه‌ها در یک پس‌زمینه سفید انجام گرفت. سپس با بهره‌گیری از نور بدون سایه و هم محور با دوربین ۱۲ مگا پیکسل عکس‌برداری شد. نمونه‌ها توسط نرم‌افزار مخصوص عکس‌برداری با کامپیوتر در اندازه ۱۰۲۴×۷۶۸ با رزولیشن ۳۰۰ dpi عکس‌برداری شد (جدول ۲). مراحل اندازه‌گیری به ترتیب، انتخاب برگ مناسب مرحله بعدی هشت بیتی کردن تصویر تنظیم مختصات بایناری کردن تصویر تنظیم آنالیز برگ و آنالیز نهایی برگ انجام گرفت (Cope et al., 2011; Neto et al., 2006).

Table 1: Geographical location of studied grapes in Maragheh city and suburbs.

number	Sampling sites	Coordinates	Altitude (m)
1	Khan Baghi	37°20'35.2"N 46°18'00.6"E	1516.9
2	Mesgar Baghi	37°20'35.9"N 46°18'11.6"E	1522.9
3	Haj Hasan Baghi	37°20'28.1"N 46°17'56.1"E	1504.2
4	Haj Karam Baghi	37°20'22.4"N 46°18'39.6"E	1535.0
5	Haj Ganbar Baghi	37°20'23.9"N 46°18'14.6"E	1523.6

۳. تجزیه و تحلیل آماری

شاخص‌های زیادی برای بررسی مورفولوژی برگ گیاهان وجود دارند که با فرمول‌های متفاوتی محاسبه می‌شوند. در نهایت از نرم‌افزار ImageJ به ازای هر عکس ۱۴ متغیر (مساحت برگ محیط برگ، میانگین فضای رنگی قرمز- سبز- آبی (RGB)، میانگین شدت قرمز (R)، میانگین شدت سبز (G)، میانگین شدت آبی (B)، طول، عرض، رنگ، گردی، چپ، راست، بالا و پایین) مورفومتریک به دست آمد که در مراحل

بعدی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. داده‌های حاصل از پژوهش حاضر با استفاده از نرم‌افزار SPSS 21 براساس طرح کاملاً تصادفی آنالیز گردید. برای آنالیز تصاویر هم از نرم‌افزار Image J8.0 استفاده شد. در مرحله اول تجزیه واریانس ساده جهت صفات اندازه‌گیری شده انجام گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون چند دامنه دانکن انجام گرفت. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

Table 2: List of grape genotypes used in this study with the sampling locations.

Number	Cultivar name	leaf shape	Number	Cultivar name	leaf shape
G1	Razegi		G13	Shani Germez	
G2	Shampain		G14	Sahebi Sefid	
G3	Paykami2		G15	Sahebi Germez	
G4	Paykami1		G16	Asgari	
G5	Paykami3		G17	Ghora Shirin Sefid	
G6	Tolughi		G18	Ghora shirin Germez	
G7	Jeghjegah		G19	Fakhri	
G8	Hosayni1 Sefid		G20	Gara uzum	
G9	Hosayni2 Sefid		G21	Gezil uzum	
G10	Hosaini Germez		G22	Keshmeshi Sefid	
G11	khalili		G23	Keshmeshi Germez	
G12	Dalak uzomi		G24	Garmian	

۴. نتایج و بحث

در این پژوهش بعد از آزمون وجود یا عدم وجود داده پرت، تعدادی داده پرت در مجموعه داده‌ها شناسایی گردید و حذف شدند. آزمون نرمال بودن خطاها انجام گرفت و نتایج نشان داد که داده‌ها نرمال می‌باشند. باتوجه به (جدول ۳)، تجزیه واریانس در قالب طرح کاملاً تصادفی نشان داد که اختلاف معنی‌دار بین رقم‌های مورد مطالعه از نظر تمام ویژگی‌های مرتبط با خصوصیات برگ در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. این

امر بیانگر وجود تنوع ژنتیکی در ژرمپلاسِم مذکور از نظر صفات مورفومتری برگ و امکان‌پذیری گزینش از نظر این صفات را در انگور ممکن می‌سازد. باتوجه به معنی‌دار بودن صفات فوق می‌توان استنتاج نمود که تنوع درون‌گونه‌ای قابل-توجهی برای ویژگی‌های برگ وجود دارد که می‌تواند امکان گزینش درون‌گونه‌ای جهت رسیدن به پیشرفت ژنتیکی را در برنامه‌های به‌نژادی انگور میسر سازد. گزارشات مختلفی در

Table 3: Analysis of leaf morphometric variance in studied grape germplasm

Source of variation	MS							
	df	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7
Genotype	23	4.26E+12**	59358525**	0.005**	0.01**	0.01**	0.003**	1104968**
Error	583	1.744E+11	2112317	0	0	0	0	44464
	MS							
	df	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14
Genotype	23	922766**	1287**	0.09**	242267**	246078**	427391**	217172**
Error	583	38790	16	0.002	14911	13072	25903	14959

*, ** and, ns respectively indicate significance at the statistical probability level of 1 percent, 5 percent and non-significance X1 .Area , x2 .Perimeter , x3 .Avg. Intensity , x4 .Red - Avg. Intensity , x5 .Green - Avg. Intensity G x6 .Blue - Avg. Intensity B x7 .Length , x8 .Width , x9 .Hue , x10. Roundness , x11 .Left , x12 .Right , x13. Top , x14. Bottom

نتایج ارتباط بین صفات برگ مورد مطالعه در (جدول ۴) ارائه شده است. باتوجه به همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه، بیشترین همبستگی بین صفات x7 و x8 (ابعاد طول و عرض) با مقدار ۰/۹۹۴ و کم‌ترین مقدار همبستگی بین صفات x5 و x14 (میانگین رنگ سبز و مختصات پایین برگ) با مقدار صفر (عدم وجود همبستگی) به دست آمد. نتایج همبستگی بین صفات نشان داد که ویژگی‌های مرفومتری برگ دارای ارتباط درونی پیچیده می‌باشند به طوری که دامنه‌ای از همبستگی‌های مثبت و منفی بین متغیرهای مرفومتری در ارقام مورد بررسی به دست آمد. باتوجه به (جدول ۴) همبستگی‌های معنی‌دار بین ویژگی‌های مرفومتری برگ انگور وجود دارد و بنابراین از نظر ژنتیکی می‌توان استنباط نمود که ژن‌های کنترل‌کننده این صفات مشترک می‌باشند (پلیوتروپی) و یا مکان‌های ژنی کنترل‌کننده این صفات در یک ناحیه ژنومی قرار دارند. وجود چنین همبستگی‌های معنی‌دار می‌تواند در به نژادی گیاهی انگور به واسطه گزینش همزمان برای چند صفت به کار رود و بدین وسیله کارایی گزینش افزایش می‌یابد.

باتوجه به (جدول ۳)، اثر رقم در صفات مورد ارزیابی در سطح احتمال آماری یک درصد معنی‌دار بود. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ارقام انگور مورد مطالعه به لحاظ خصوصیات برگ تنوع بالایی دارند. اختلاف بین ارقام مورد مطالعه از نظر کلیه صفات ذکر شده در بالا نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی قابل توجه در صفات مورد بررسی بوده و امکان بهره‌مندی از چنین ویژگی‌هایی برای بررسی تنوع ارقام انگور وجود دارد. باتوجه به پژوهش‌های انجام شده در طی سه سال توسط دولتی-بانه و همکاران (Doulati Baneh et al., 2010)، در شناسایی و ارزیابی صفات گوناگون ۵۱ رقم انگور محلی در استان آذربایجان غربی براساس دستورالعمل IBPGR، تنوع بسیار زیادی در صفات گیاه‌شناسی نظیر خصوصیات مورفولوژیکی برگ و میزان رشد رویشی بین ارقام مشاهده گردیده است. نتایج مطالعات دولتی بانه و همکاران (Doulati Baneh et al., 2010) تنوع بسیار بالایی در صفاتی نظیر شکل برگ، تعداد لوب برگ، رنگ برگ جوان، شکل سینوس برگ، شکل دندان، حاشیه پهنک برگ، در بین ۵۰ رقم انگور ایران نشان داد. صفات ریخت‌شناسی می‌توانند تحت تأثیر شرایط محیطی قرار بگیرند و این باعث بروز خطا در ارزیابی می‌شود. با این-حال ویژگی‌های ریخت‌شناسی که بیشتر به صورت ژنتیکی کنترل می‌شود می‌تواند در تفکیک ارقام انگور مورد استفاده قرار بگیرد (Nejatian et al., 2016). ویژگی‌های برگ انگور می‌تواند در تشخیص رقم و میزان قرابت بین ارقام استفاده شود.

Table 4: Simple correlation coefficient between leaf morphometric traits in studied grape germplasm

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14
x1	-1													
x2	-.80*	1												
x3	-.222	-.187	-1											
x4	-.230	-.171	-.892**	-1										
x5	-.011	-.072	-.846**	-.566**	-1									
x6	-.482*	-.297	-.791**	-.680**	-.490*	-1								
x7	-.976**	-.880**	-.262	-.250	-.048	-.495*	-1							
x8	-.981**	-.854**	-.250	-.253	-.018	-.496*	-.992**	-1						
x9	-.077	.045	-.417*	-.776**	-.035	-.182	-.065	-.087	-1					
x10	-.169	-.691**	-.078	-.080	-.004	-.172	-.301	-.242	-.033	-1				
x11	-.939**	-.827**	-.202	-.170	-.018	-.524**	-.957**	-.947**	-.031	-.263	-1			
x12	-.943**	-.868**	-.246	-.224	-.086	-.412*	-.962**	-.949**	-.050	-.330	-.866**	-1		
x13	-.847**	-.827**	-.245	-.257	-.103	-.315	-.888**	-.894**	-.151	-.305	-.781**	-.875**	-1	
x14	-.894**	-.706**	-.225	-.203	-.000	-.524**	-.870**	-.869**	-.008	-.152	-.852**	-.842**	-.616**	-1

X1 ,Area , x2 ,Perimeter , x3 ,Avg. Intensity , x4 ,Red - Avg. Intensity , x5 ,Green - Avg. Intensity G , x6 ,Blue - Avg. Intensity B , x7 ,Length , x8 ,Width , x9 ,Hue , x10 ,Roundness , x11 ,Left , x12 ,Right , x13 ,Top , x14 ,Bottom

بهمنی: بررسی تنوع صفات برگ و شناسایی رقم انگور از طریق شکل برگ...

(شدت رنگ آبی) در اغلب موارد دارای ضرایب عاملی مثبت می باشند این درحالی است که متغیرهای x7 الی x13 (به- ترتیب ابعاد طول و مختصات بالای برگ) دارای ضرایب عاملی مثبت در مؤلفه سوم و چهارم می باشند، بنابراین می توان نتیجه گیری نمود که هر جفت از مؤلفه ها قادر به شناسایی جنبه خاصی از ویژگی های مورفومتری در ارقام انگور می- باشند. از طرفی می توان هر جفت از مؤلفه های مذکور را به- عنوان یک متغیر جدید نام گذاری نموده و از آن در گروه- بندی ژرم پلاسِم انگور مذکور استفاده کرد.

در این پژوهش به منظور کاهش تعداد متغیرهای داده های آزمایشی و همچنین معرفی و خلاصه نمودن ویژگی های مورفومتری برگ انگور در شاخص های آماری چندمتغیری که بتواند به طور همزمان در بهبود چندین صفت نقش داده و همچنین افزایش راندمان گزینش را منجر شود، از تجزیه به مؤلفه های اصلی استفاده شد. نتایج تجزیه به مؤلفه های اصلی (جدول ۵) نشان داد که چهار مؤلفه اول دارای مقادیر ریشه مشخصه بالای یک بوده و در مجموع ۹۵ درصد از تغییرات داده های مورفومتری برگ را توجیه می نمایند. در مؤلفه اول و دوم صفات مورفومتری برگ شامل x1 (مساحت برگ) الی x6

Table 5: Main components, attribute coefficients in each component and variance justified by each component

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4
x1	-0.358	0.098	-0.168	0.132
x2	-0.337	0.148	0.286	-0.16
x3	-0.161	0.504	-0.011	0.191
x4	-0.154	0.492	-0.196	-0.202
x5	-0.073	0.414	-0.01	0.57
x6	-0.222	0.345	0.33	0.077
x7	-0.37	0.094	-0.074	0.038
x8	-0.367	0.092	-0.107	0.093
x9	-0.064	-0.307	0.45	0.629
x10	0.123	-0.197	-0.7	0.373
x11	-0.349	-0.119	0.168	-0.017
x12	-0.358	0.102	-0.024	-0.006
x13	-0.338	0.081	0.069	0.057
Eigenvalue	-7.003	3.0619	1.1651	1.1217
Proportion	-0.539	0.236	0.09	0.086
Cumulative	-0.539	0.774	0.864	0.95

X1 ,Area , x2 ,Perimeter , x3 ,Avg. Intensity , x4 ,Red - Avg. Intensity , x5 ,Green - Avg. Intensity G x6 ,Blue - Avg. Intensity B x7 ,Length , x8 ,Width , x9 ,Hue , x10 ,Roundness , x11 ,Left , x12 ,Right , x13 ,Top و x14 ,Bottom

می توانند در گروه بندی ژرم پلاسِم و تفکیک رقم های مورد مطالعه از همدیگر به کار روند. باتوجه به (شکل ۱) رقم های مورد مطالعه دارای ویژگی های مورفومتری برگ متنوعی بوده و از این در نظر در گروه های متفاوتی قرار می گیرند. برای مثال G7 (جغجغه) با سایر رقم ها متفاوت بوده و در یک گروه مجزا قرار می گیرد. در این پژوهش G2 (شامپاین)، G10 (حسینی قرمز)، G14 (صاحبی سفید)، G19 (فخری) و G1 (رازقی) در یک گروه و رقم های G15 (صاحبی قرمز)، G21 (قرل اوزوم)،

یکی از کاربردهای تجزیه به مؤلفه های اصلی استفاده از آن به منظور گروه بندی ژرم پلاسِم می باشد. تجزیه به مؤلفه های اصلی به عنوان یک روش کاهش داده ها جهت وضوح روابط بین دو یا بیش از دو صفت به تعداد متغیرهای محدود غیر همبسته نیز شناخته می شود. همچنین این تجزیه اجازه خواهد داد که تفاوت های بین افراد را تصور و گروه های ممکنه را شناسائی نمود. در این مطالعه دو مؤلفه اول ۷۷ درصد از تغییرات داده ها را توجیه می نمایند و بنابراین با کارایی بالایی

شیرین قرمز از نظر ویژگی‌های مورفولوژیکی و مورفومتری برگ شبیه هم بوده و احتمال اینکه از یک جد مشترک منشأ گرفته باشند، زیاد است. کارایی تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از پلات دو بعدی حاصل از دو مؤلفه اول توسط محققین مختلف در گیاهان مختلف به اثبات رسیده است.

G16 (عسگری)، G13 (شانی قرمز)، G11 (خلیلی) و G23 (کشمش قرمز) در گروه دیگر و G17 (غوره شیرین سفید) G3 (پیکامی ۱)، G4 (پیکامی ۲) و G5 (پیکامی ۳)، G12 (دلاک اوزومی)، G22 (کشمشی سفید)، G18 (غوره شیرین قرمز) و G24 (گرمیان) در گروه چهارم قرار گرفتند. نتایج این بررسی نشان داد که ارقام غوره شیرین سفید، پیکامی ۱، ۲، ۳ و غوره

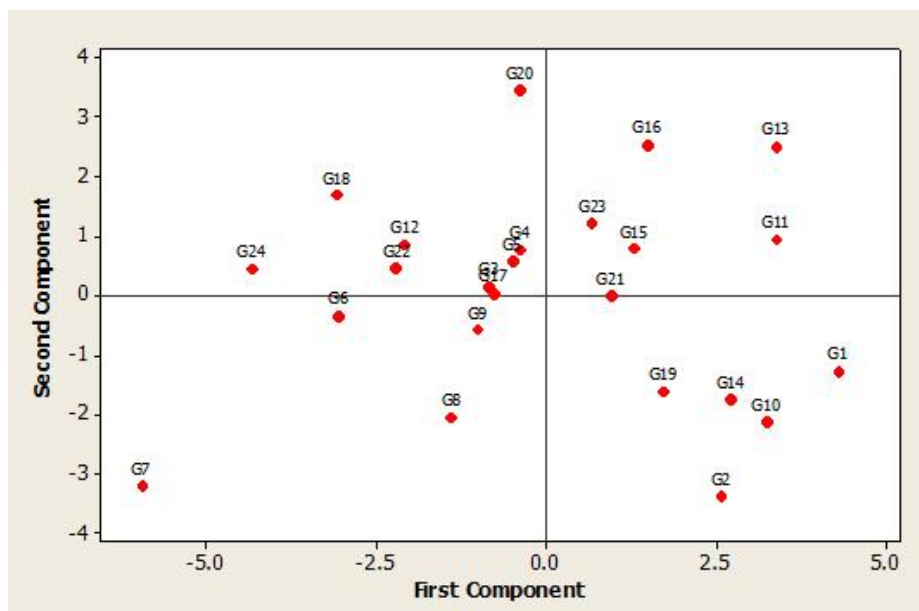


Fig. 1: Two-dimensional plot resulting from the first two components of principle component analysis using the morphometric characteristics of grape leaves.

کلاستر انجام می‌شود تا بتوان تعداد دقیق گروه‌های موجود را شناسایی نمود. باتوجه به شکل تجزیه کلاستر به روش UPGMA، ارقام انگور از نظر مورفومتری برگ در سه گروه قرار می‌گیرند. در خوشه اول ارقام جفجغه، غوره شیرین قرمز ۱، حسینی سفید ۱، غوره شیرین قرمز ۲، کشمش سفید، دلاک اوزومی، گرمیان و تولوخی قرار گرفتند. این نتایج نشان داد که در خوشه ۱ رقم ۷ (جفجغه) نسبت به بقیه رقم‌های آن خوشه متمایز می‌باشد. در خوشه دوم ارقام عسگری، شانی قرمز، خلیلی، قره اوزوم، قزل اوزوم، کشمش قرمز، صاحبی قرمز، پیکامی ۱، پیکامی ۲ و پیکامی ۳ در گروه دوم گرفتند و ارقام شامپاین، فخری، صاحبی سفید، حسینی قرمز و رازقی در خوشه سوم قرار گرفتند. نتایج این بررسی نشان داد که در خوشه ۳ رقم ۲ (شامپاین) نسبت به بقیه رقم‌های آن خوشه متمایز می‌باشد. همچنین نتایج این بررسی نشان داد که ارقام پیکامی ۱ و ۲ و ۳ که از باغات مختلف مراغه جمع‌آوری شده بودند، به علت تشابه ژنتیکی بسیار بالا و مشابهت زیاد در یک

ازجمله یکی از روش‌های چند متغیر آماری برای تجزیه و تحلیل ژرم پلاسم روش تجزیه خوشه‌ای می‌باشد. تجزیه خوشه‌ای، یک گروهی از تکنیک‌های چند متغیره است که در ابتدا هدف آن گروه‌بندی افراد یا مواد براساس صفات آنهاست، سپس افراد با صفات مشابه را با زبان ریاضی در یک خوشه قرار می‌دهد. در تجزیه خوشه‌ای افراد داخل یک خوشه بیشترین شباهت و یکنواختی را دارند و بین خوشه‌ها حداکثر تفاوت و غیریکنواختی وجود دارد؛ بنابراین اگر گروه‌بندی موفقیت‌آمیز باشد، اجزاء یا افراد داخل کلاستر در صورت ترسیم نمودار از لحاظ ژنتیکی به هم نزدیک‌ترند و کلاسترهای دورتر متفاوت‌تر خواهند بود. این روش به طور مؤثری در ارزیابی ژرم پلاسم و گروه‌بندی آن و همچنین شناسایی گروه‌های هتروژنیک در گیاهان مختلف به کار رفته است. در پژوهش حاضر نتایج گروه‌بندی به روش تجزیه کلاستر با نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی همخوانی داشت. البته ذکر این نکته ضروری است که اغلب تجزیه مؤلفه‌های اصلی قبل از تجزیه

بهمنی: بررسی تنوع صفات برگ و شناسایی رقم انگور از طریق شکل برگ...

انگور از طریق تلاقی بین گروه‌های دور از هم (هتروتیک) استفاده گردد. نتایج حاصل از این روش با نتایج تجزیه مؤلفه‌های اصلی همخوانی داشته و آن‌ها را تأیید نمود.

گروه قرار گرفته و این نشان‌دهنده این است که هر سه رقم در واقع یک رقم می‌باشد. نتایج این گروه‌بندی می‌تواند در برنامه‌های تلاقی به منظور به‌نژادی ویژگی‌های مرفومتری برگ

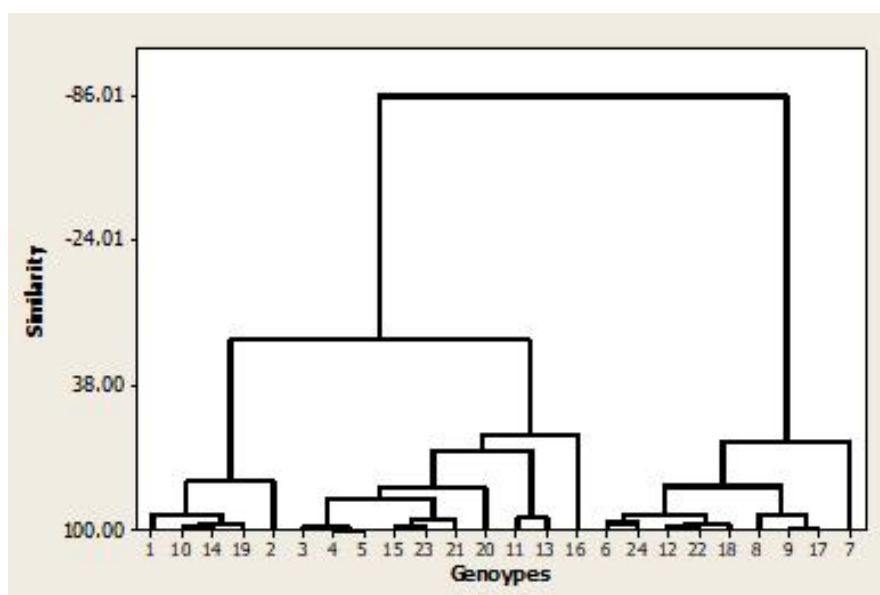


Fig. 2: Grouping of studied grape genotypes based on leaf morphometric characteristics using UPGMA algorithm.

x8, x12, x13, x2 (مساحت، طول، عرض، مختصات سمت راست، بالا و محیط برگ) در یک گروه قرار گرفته‌اند بدین مفهوم که قدرت تمایز کنندگی ژرم‌پلاسِم انگور با استفاده از متغیرهای ذکر شده تفاوتی با همدیگر ندارند. باتوجه به شکل ۳ متغیرهای اندازه‌گیری شده x3, x4, x5, x6, x11, x14 و x10 نیز با همدیگر می‌توانند گروه‌بندی یکسانی را در ژرم-پلاسِم مذکور ایجاد نمایند.

به‌منظور شناسایی صفات تأثیرگذار در گروه‌بندی ژرم‌پلاسِم انگور از تجزیه کلاستر متغیرهای مورد مطالعه استفاده شد. نتایج نشان داده که ویژگی‌های مرفومتری برگ انگور در سه گروه مجزا قرار می‌گیرند. باتوجه به شکل ۲ متغیر x9 (Hue) از نظر تفکیک ژرم‌پلاسِم مورد مطالعه دارای قدرت تمایز متفاوتی بوده و به عبارت دیگر می‌تواند گروه‌بندی متمایزی را ایجاد نماید. در این پژوهش، متغیرهای x1, x7, x24

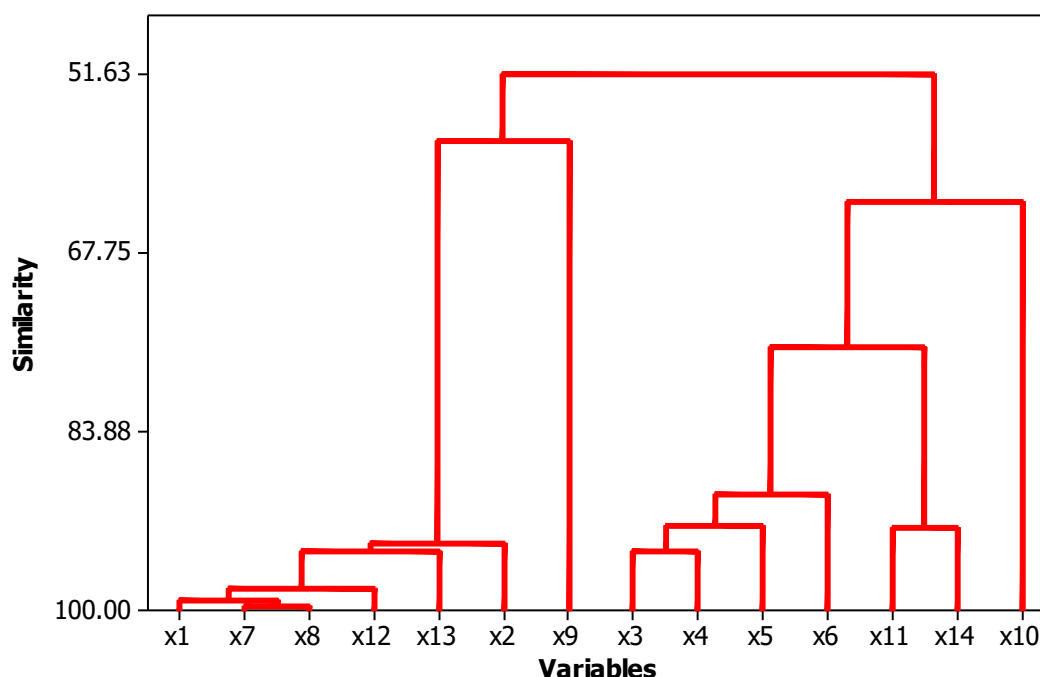


Fig. 3: Grouping of morphometric variables measured in the leaves of studied grape genotypes

۵. نتیجه گیری

در نتایج حاصل از این تحقیق تنوع زیادی از تغییرات در ارقام مورد بررسی از نظر صفات اندازه گیری شده مشاهده گردید، که نشان دهنده پتانسیل ژنتیکی بالا در بین ارقام می باشد. باتوجه به جدول تجزیه واریانس صفات برگ انگور تمامی صفات در سطح احتمال آماری یک درصد معنی دار شدند. نتایج تجزیه به مؤلفه های نشان داد که چهار مؤلفه اول دارای مقادیر ریشه مشخصه بالایی یک بوده و در مجموع ۹۵ درصد از تغییرات داده های مرفومتری برگ را توجیه می نمایند. همچنین باتوجه به گروه بندی رقم های مورد مطالعه، دارای ویژگی های مرفومتری برگ متنوعی بوده و از این نظر در گروه های متفاوتی قرار می گیرند. برای مثال G7 (جغغه) با سایر رقم ها متفاوت بوده و در یک گروه مجزا قرار می گیرد. گروه بندی متغیرهای مرفومتری اندازه گیری شده در برگ های رقم های مورد مطالعه انگور نشان داد، که متغیر x9 (Hue) از نظر تفکیک ژرم پلاس مورد مطالعه دارای قدرت تمایز متفاوتی بوده و به عبارت دیگر می تواند، گروه بندی متمایزی را ایجاد نماید.

گلو و همکاران (Gulve et al., 2015) با استفاده از پردازش تصویر در فضای رنگی RGB به بررسی بیماری روی برگ گیاه پنبه پرداختند. آن ها با استفاده از سطح خاکستری تصاویر توانستند به نتیجه مطلوبی در تشخیص بیماری روی برگ گیاه پنبه برسند. آل بشیش و همکاران (Al Bashish et al., 2011) با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، بیماری های روی برگ و ساقه گیاهان مختلف را طبقه بندی کردند. هدف از مطالعه آنها طراحی و ارزیابی سیستم پردازش تصویر و آنالیز تصاویر در فضای رنگی RGB برای تشخیص هوشمند بیماری های گیاهان بیان شد. همچنین مونگولچارت و کچام (Mongkolchart et al., 2014) نیز از سطوح خاکستری تصویر در فضای رنگی RGB برای تشخیص ملخ قهوه ای استفاده کردند و دقت الگوریتم طراحی شده ۶۹/۷۶ درصد گزارش شد.

- Alba, V., Bergamini, C., Cardone, M. F., Gasparro, M., Perniola, R., Genghi, R. and Antonacci, D. (2014). Morphological variability in leaves and molecular characterization of novel table grape candidate cultivars (*Vitis vinifera* L.). *Molecular Biotechnology*, 56(6), 557-570. <https://doi.org/10.1007/s12033-013-9729-6>
- Alba, V., Bergamini, C., Genghi, R., Gasparro, M., Perniola, R. and Antonacci, D (2015). Ampelometric leaf trait and SSR loci selection for a multivariate statistical approach in *Vitis vinifera* L. biodiversity management. *Molecular Biotechnology*, 57(8), 709-719. <https://doi.org/10.1007/s12033-015-9862-5>
- Al Bashish D, Braik M, Bani-Ahmad S.2011. Detection and classification of leaf diseases using K-means-based segmentation and neural networks based classification. *Information Technology Journal*, 10, 2:267-275. <https://doi.org/10.1192/bjp.111.479.1009-a>
- Andrade, I. M., Mayo, S. J., Kirkup, D. and Van Den Berg, C. (2008). Comparative morphology of populations of *Monstera Adans.* (Araceae) from natural forest fragments in Northeast Brazil using elliptic Fourier Analysis of leaf outlines. *Kew Bulletin*, 63, 193-211. <https://doi.org/10.1007/s12225-008-9032-z>
- Badenes, M. L., Martinez-Calvo, J. and Llacer, G (2000). Analysis of a germplasm collection of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.). *Euphytica*, 114(3), 187-194. <https://doi.org/10.1023/A:1003950215426>
- Calderon, A. A., Zapata, J. M. and Ros Barcelo, A (1995). Peroxidase isoenzymes as markers of cell de-differentiation in grapevines (*Vitis vinifera*). *Vitis*, 34(4), 207-210. DOI: <https://doi.org/10.5073/vitis.1995.34.207-210>
- Chitwood, D. H., Ranjan, A., Martinez, C. C., Headland, L. R., Thiem, T., Kumar, R. and Sinha, N. R. (2014). A modern ampelography: a genetic basis for leaf shape and venation patterning in grape. *Plant Physiology*, 164(1), 259-272. <https://doi.org/10.1104/pp.113.229708>
- Cope, J. S., Corney, D., Clark, J. Y., Remagnino, P. and Wilkin, P. 2011. Plant Species Identification using Digital Morphometrics: a Review. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.01.073>
- Crespan, M., Botta, R. and Milani, N (1999). Molecular characterization of twenty seeded and seedless table grape cultivars (*Vitis vinifera* L.). *Vitis-Geilweilerhof*, 38, 87-92.
- Doulati Baneh, H., (1386). Evaluation of genetic diversity of some grape cultivars in West Azerbaijan province using molecular markers and their relationship with agronomic traits. PhD thesis, Faculty of Agriculture, Tabriz University. (In Persian)
- Dogan, A., Uyak, C., Keskin, N., Akcay, A., Sensoy, R. I. G. and Ercisli, S (2018). Grapevine leaf area measurements by using pixel values. *Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences*, 71(6), 772-779.
- Dolph, G. E (1977). The effect of different calculational techniques on the estimation of leaf area and the construction of leaf size distributions. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 264-269 <https://doi.org/10.2307/2484308>.
- Doulati Baneh, H., Nazemia, A., Mohammadi, S. A., Hassani, G. and Henareh, M (2010). Identification and evaluation of west Azarbaijan grape cultivars by ampelography and ampelometry. *Plant Products Technology*, 10, 13- 23.
- Gerrath, J., Posluszny, U., & Melville, L. (2015). Taming the wild grape: Botany and horticulture in the Vitaceae. *Iranian Journal of Horticultural Science*, (42), 82-87. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-24352-8>
- Gulve, P. P, Tambe, S. S, Pandey, M. A, Kanse, M. S. 2015. Leaf disease detection of cotton plant using image processing techniques. *IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering (IOSR-JECE)*, 50-54.
- Iwata, H., & Ukai, Y (2002). SHAPE: a computer program package for quantitative evaluation of biological shapes based on elliptic Fourier descriptors. *Journal of Heredity*, 93(5), 384-385 <https://doi.org/10.1093/jhered/93.5.384>.
- Iwata, H., Ebana, K., Uga, Y., Hayashi, T., & Jannink, J. L (2010). Genome-wide association study of grain shape variation among *Oryza sativa* L. germplasms based on elliptic Fourier analysis. *Molecular Breeding*, 25(2), 203-215. <https://doi.org/10.1007/s11032-009-9319-2>
- Kandiannan, K., Parthasarathy, U., Krishnamurthy, K. S., Thankamani, C. K. and Srinivasan, V. (2009). Modeling individual leaf area of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) using leaf length and width. *Scientia Horticulturae*, 120(4), 532-537. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.11.037>
- Kliwer, W. M. and Weaver, R. J. (1971). Effect of Crop Level and Leaf Area on Growth, Composition, and Coloration of Tokay Grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*, 22(3), 172-177.
- Karami, M.J. 2009. Study of characteristics of irrigated grape cultivars grown in Kurdistan. *Seed Plant*. 25: 1-31. (In Persian)
- Leao, P. C. D. S., Cruz, C. D. and Motoike, S. Y. (2011). Genetic diversity of table grape based on morphoagronomic traits. *Scientia Agricola*, 68(1), 42-49. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162011000100007>
- Leishman, M. R., Wright, I. J., Moles, A. T. and Westoby, M (2000). The evolutionary ecology of seed size. *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*, 2, 31-57. <https://doi.org/10.1079/9780851994321.0031>
- Moosazadch, R., Shoor, M., Tehranifar, A., Davarinczhad, G. H. and Mokhtaryan, A (2012). Identity of some grape cultivars based on fruits and their seeds morphological characteristics. *Plant Science. Research*, 4, 1-9.
- Moosazadeh, R., Shoor, M., Tehranifar, A., Davarinezhad, G. and Mokhtaryan, A. (2013). Identity of some grape cultivars based on fruits and their seeds morphological characteristics. *Quart. Journal. Plant Science, Research*, 28, 1-8.
- Mohsenin, N. N (1986). Physical Properties of Plant and Animal Materials, Gordon and Breach Science Publishers, New York, NY, USA

- Mongkolchart N, Ketcham M. 2014. The measurement of brown planthopper by image processing. In International Conference on Advanced Computational Technologies & Creative Media (ICACTCM 2014). August 14 – 15, Pattaya, Thailand.
- Mondini, L., Noorani, A. and Pagnotta, M. A. (2009). Assessing plant genetic diversity by molecular tools. *Diversity*, 1: 19-35.
- Najmaddin, C (2014). Leaf anatomy and palynological differences among selected cultivars of *Vitis vinifera* and *Parthenocissus quinquefolia* (Vitaceae). *History*, 9(21), 6-12.
- Neto, J. C., Meyer, G. E. Jones, D. D. and small, A. K. 2006. Plant species identification using Elliptic Fourier leaf shape Analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 50(2)121-134. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2005.09.004>
- Nejatian, M.A. & Doulati Baneh, H. (2016). Identification, distinctness and registration of commercial and native grape cultivars of Iran. *Iranian Journal of Horticultural Sciences*, 47(3), 581-594. (In Persian). <https://doi.org/10.22059/ijhs.2016.59820>
- Pagnoux, C., Bouby, L., Ivorra, S., Petit, C., Valamoti, S. M., Pastor, T. and Terral, J. F. (2015). Inferring the agrobiodiversity of *Vitis vinifera* L.(grapevine) in ancient Greece by comparative shape analysis of archaeological and modern seeds. *Vegetation History and Archaeobotany*, 24, 75-84. <https://doi.org/10.1007/s00334-014-0482-y>
- Rafiei, M., Erfani Moghadam, Javad and Fazeli, Arash (2015). Investigating the genetic diversity between the cohorts of different grape cultivars in Arak city based on morphological characteristics. *Journal of Production Research*, 13, 115-134. (In Persian). <https://doi.org/10.22069/jopp.2017.9482.1900>
- Salayeva, S. J., Ojaghi, J. M., Eshghi, R. A. and Akparov, Z.I (2013). Morphological variation and relationships of Azerbaijan cultivated and wild grape populations. In *International Caucasica Forestry Symposium*. 1055-1063.
- Sefc, K. M., Lefort, F., Grando, M. S., Scott, K. D., Steinkellner, H., & Thomas, M. R (2001). Microsatellite markers for grapevine: a state of the art. In *Molecular Biology & Biotechnology of the Grapevine*. Springer, Dordrecht, 433-463. https://doi.org/10.1007/978-94-017-2308-4_17
- Sestak, Z., Catsky, J. and Jarvis, P. G. (1971) Plant photosynthetic production. Manual of methods. The Hague: Junk N.V. Publishers.
- Singleton, V.L., Zaya, J. and Trousdale, E.K. (1986). Caftaric and coumaric acids in fruit of *Vitis*. *Phytochemistry*, 25, 2127–2133. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(86\)80078-4](https://doi.org/10.1016/0031-9422(86)80078-4)
- Stransky, Christoph, Hannes Baumann, Svein-Erik Fevolden, Alf Harbitz, Hans Høie, Kjell H. Nedreaas, Arnt-Børre Salberg, and Tuula H. Skarstein. "Separation of Norwegian coastal cod and Northeast Arctic cod by outer otolith shape analysis." *Fisheries Research* 90, no. 1-3 (2008): 26-35. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2007.09.009>
- Terral, J. F., Tabard, E., Bouby, L., Ivorra, S., Pastor, T., Figueiral, I. and Tardy, C (2010). Evolution and history of grapevine (*Vitis vinifera*) under domestication: new morphometric perspectives to understand seed domestication syndrome and reveal origins of ancient European cultivars. *Annals of botany*, 105(3), 443-455. <https://doi.org/10.1093/aob/mcp298>
- Tosun, O. and Şenol, R (2016). Görüntü işleme metotlarıyla yaprak alanı tayini ile bitki gelişiminin gözlenmesi. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 3(1). <https://doi.org/10.31202/ecjse.67161>