

Evaluation of Physiological and Biochemical Properties in some Grape (*Vitis vinifera* L.) Cultivars

A. Goodarzi¹, M. Yadegari^{2*}, S.A. Mousavi^{1,3}, S.H. Nourbakhsh^{1,4}

1- Department of Agriculture and Medicinal Plants, Shk.C., Islamic Azad University, Shahrekord, Iran

2- Research Center of Nutrition and Organic Products, Shk.C., Islamic Azad University, Shahrekord, Iran

3- Horticulture Crops Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shahrekord, Iran

4- Plant Protection Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shahrekord, Iran

(*- Corresponding author's Email: mehrabiyadegari@gmail.com; kazemkazem1357@iau.ac.ir)

Received: 25 August 2024
Revised: 28 January 2025
Accepted: 02 February 2025
Available Online: 02 February 2025

How to cite this article:

Goodarzi, A., Yadegari, M., Mousavi, A., & Nourbakhsh, H. (2025). Evaluation of physiological and biochemical properties in some grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars. *Journal of Horticultural Science*, 39(3), 403-419. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/jhs.2025.89578.1374>

Introduction

Grapes (*Vitis vinifera* L.) belong to a group of temperate fruits, which have high nutritional qualities, and many by-products are produced from different parts of their berries. The difference in quantity and quality properties of different cultivars is an opportunity to screen grapes based on their desirable characteristics and nutritional value. The morphological and yield traits of grapes usually vary depending on the cultivar, vineyard climate, light, temperature, viticultural operations, nutrition, irrigation management, pests, disease control, pruning, training practices, and crop load. Since the study of the nutrients state can be a real criterion for evaluating the growth and yield of the plant, therefore, the present study was carried out to evaluate and compare the growth, yield and concentration of macro and micro nutrients elements in the leaves of 12 commercial varieties of grapes in the climatic conditions of Saman region located in Chaharmahal Bakhtiari province, Iran.

Materials and Methods

The present study was conducted with the aim of investigating the morphological and pomological characteristics of 12 grape varieties in the grape collection garden of Chaharmahal province and Bakhtiari of Saman region in the base of a randomized complete block design with three replications. Saman region is located at 32.19° latitude, 50.51° longitude and 2060 meters above sea level. The studied area is a temperate mountainous region with an average temperature of 12.8°C and an average annual rainfall of 243 mm. The absolute maximum and absolute minimum temperature in the investigated garden are 42 and -32°C, respectively. In this research, three-year-old plants of Bidaneh-Ghermez, Flame, Perlette, Kashmiri 1, Shahrودي, Yaghouti, Kashmiri 2, Nasrallah daei's Asgari, Rish baba, Siahe-Mahali, Asgari, Siahe-Hasnabad were studied. In the fruit ripening stage, morphological traits, fruit yield and the concentration of nutrients in the leaves of the studied cultivars were measured in two growing seasons of 1400-1401 and 1402-1401.

Results and Discussion

Having precise selection power among plants is necessary for breeding and production of new varieties, which depends on the identification of existing varieties and their diversity. In the present study most of the traits showed significant variations among the studied cultivars. The results revealed significant differences among the



©2025 The author(s). This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

<https://doi.org/10.22067/jhs.2025.89578.1374>

studied cultivars in terms of growth characteristics, including stem diameter, current season shoot length, number and spacing of internodes, and leaf surface area. Yield-related traits—such as cluster length, cluster width, cluster weight, berry length, and berry width—were also significantly influenced by the grape cultivar. The highest yield was observed in the Flame cultivar, producing 7.19 kg per plant. Based on the results, the evaluated grape cultivars were significantly differed from each other in terms of the concentration of macro and micro nutrient elements in the leaves. Correlation results showed that the leaf area, cluster characteristics, and the concentration of nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium, iron, manganese, zinc, and boron significantly and positively correlated with the grape yield. Cluster analysis classified the studied grape cultivars into three groups, which were in accordance with the results of principal components analysis. Based on the results of this research, the cultivars Perlette, Flame, Bidaneh-Ghermez, Siahe-Hasnabad and Rish baba were superior to other cultivars in terms of the evaluated traits, which can be investigated for further studies and breeding programs. The amount of copper in the leaves of grape cultivars in the first year was higher than in the second year, and Asgari Dai Nasrallah and Siah Mahali cultivars had the highest (7.60 mg.kg^{-1} in leaf fresh weight) and the lowest (4.28 mg.kg^{-1}) respectively. Kg.leaf fresh weight⁻¹) had copper content. The amount of manganese in the first year was more than the second year and the different grape cultivars were significantly different from each other. The highest amount of manganese was in Siahe-Hasnabad cultivars (95.92 mg.kg^{-1} in leaf fresh weight) and Philim (93.50 mg.kg^{-1} in leaf fresh weight) and the lowest amount in Kashmiri 2 variety (60.22 mg.kg^{-1} /leaf fresh weight) was measured. In the present study, the amount of zinc element measured in the first year was higher than the second year and it varied between 84.80 and 25.05 mg.kg^{-1} in leaf fresh weight among different grape varieties. Fleim and Yaghuti cultivars had the highest and lowest amount of zinc element among the studied cultivars. Boron is one of the elements influencing the quantitative and qualitative characteristics of grapes, and the need for this element in grapes is more than other treasured fruit trees, and the presence of optimal amounts of boron is necessary for the formation of fruit and the growth and development of pods. Although the effect of the year on the boron content was not significant, its measured value was higher in the second year than in the first year. The highest (38.22 mg.kg^{-1} in leaf fresh weight) and the lowest (17.62 mg.kg^{-1} in leaf fresh weight) boron content were recorded in Pearlet and Kashmiri 2 cultivars, respectively. The recorded differences in the concentration of nutrients in the leaves of different grape cultivars can be attributed to several reasons: a) The ability to absorb nutrients may be different in the studied cultivars, so they act differently in the transfer and distribution of nutrients. b) Difference in the amount of active hormones in the root. c) Some nutrients are consumed in a larger amount by the roots, and as a result, the amount transferred to the branches and leaves decreases. The difference in the consumption of nutrients in the roots of different grape cultivars leads to the difference in the measured concentration of these elements in the leaves.

Conclusion

Significant differences were found among the 12 grape cultivars in terms of morphological, nutrient elements and yield traits. These findings confirmed that growth and berry yield of grape can be affected mainly by the cultivar-based genetic background. The results of this study can be used as a guide for selecting appropriate cultivars for further breeding programs.

Keywords: Cluster analysis, Commercial grape cultivars, Correlation analysis, Macronutrients, Vine yield

ارزیابی برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی میوه در بعضی از

ارقام انگور (*Vitis vinifera* L.)عبدالله گودرزی¹ - مهرباب یادگاری^{2*} - سید اصغر موسوی³ - سید حبیب الله نوربخش⁴

تاریخ دریافت: 1403/06/04

تاریخ پذیرش: 1403/11/14

چکیده

این پژوهش با هدف مطالعه صفات ریخت‌شناختی، عملکردی و غلظت برخی عناصر غذایی در 12 رقم تجاری انگور (*Vitis vinifera* L.) بی‌دانه قرمز، قلم سیدلس، پرت، کاشمیری 1، شاهرودی، یاقوتی، کاشمیری 2، عسگری دابی نصرالله، ریش بابا، سیاه محلی، عسگری و سیاه حسن آباد طی دو فصل رشد 1400-1401 و 1401-1402 در باغ کلکسیون ارقام انگور در ایستگاه تحقیقات باغبانی منطقه سامان در استان چهارمحال و بختیاری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. نتایج بیانگر تفاوت معنی‌دار ارقام مورد مطالعه از نظر خصوصیات رشدی (قطر تنه، طول شاخه یک‌ساله، تعداد و فاصله میان‌گره و سطح برگ) می‌باشد. همچنین صفات مربوط به عملکرد بوته شامل طول خوشه، عرض خوشه، وزن خوشه، طول حبه و عرض حبه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع رقم انگور بود و بیشترین عملکرد در رقم قلم سیدلس (7/19 کیلوگرم در بوته تاک) ثبت گردید. براساس نتایج حاصل، ارقام مورد ارزیابی انگور از نظر غلظت عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف در برگ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند. نتایج همبستگی بیانگر اثر مثبت و معنی‌دار سطح برگ، مشخصات خوشه، و غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم، آهن، منگنز، روی و بور بر عملکرد بوته تاک انگور می‌باشد. نتایج تجزیه خوشه‌ای، ارقام مورد مطالعه انگور را در سه گروه عملکرد بالا، متوسط و پایین طبقه‌بندی کرد. نتیجه تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نیز مطابق با نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای بود. براساس یافته‌های این پژوهش، ارقام پرت، قلم سیدلس، بی‌دانه قرمز، سیاه حسن آباد و ریش بابا از نظر صفات مورد ارزیابی نسبت به سایر ارقام برتر بوده که می‌توان برای مطالعات و برنامه‌های به‌نژادی بیشتر مورد بررسی قرار داد.

واژه‌های کلیدی: ارقام تجاری انگور، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه همبستگی، عملکرد بوته، عناصر غذایی پرمصرف

مقدمه

بالا بوده و از این لحاظ نقش بسیار مهمی را در اقتصاد کشورهای تولیدکننده این محصول ایفا می‌کند. در بین درختان میوه، انگور از لحاظ سطح زیرکشت و میزان تولید در جایگاه اول در ایران قرار دارد. کشت‌وکار این محصول در ایران قدمت زیادی دارد و به همین دلیل تنوع بالای انگور از لحاظ ارقام محلی در مناطق مختلف کشور گزارش شده است (Rasouli & Kalvandi, 2022; Rasoli et al., 2017). بررسی خصوصیات ریخت‌شناختی و فیزیولوژیکی و همبستگی این صفات با عملکرد میوه در ارقام مختلف انگور می‌تواند امکان انتخاب رقم مناسب با حداکثر میزان کمیت و کیفیت برای شرایط اقلیمی مختلف فراهم آورد. تنوع در رشد و عملکرد ارقام مختلف انگور در مناطق مختلف توسط محققان متعددی گزارش شده است (Abiri et al., 2020; Razi et al., 2021; Kasnazany et al., 2023). میزان عملکرد میوه انگور تحت تأثیر اندام‌های هوایی گیاه (فتوستز و تنفس)، ساختار ریشه (جذب آب و مواد غذایی) و همچنین خصوصیات خاک (بافت خاک، میزان آب و مواد غذایی) می‌باشد (Kazemi et

انگور با نام علمی *Vitis vinifera* L. از محصولات مهم باغی در ایران می‌باشد که ارزش آن به‌دلیل تولید فرآورده‌های متنوع، بسیار

1- گروه زراعت و گیاهان دارویی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

2- مرکز تحقیقات تغذیه و محصولات ارگانیک، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

(*) - نویسنده مسئول: Email: mehrabadyadegari@gmail.com; kazemkazem1357@iaau.ac.ir

3- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

4- بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

<https://doi.org/10.22067/jhs.2025.89578.1374>

2022, al.,). تفاوت در خصوصیات ریخت‌شناختی و عملکردی در ارقام مختلف انگور به اثر عوامل ژنتیکی (Villano et al., 2023)، شرایط اقلیمی (Frioni et al., 2020) و شرایط آدافیکی محل رویش (Karimi & Salimi, 2021) نسبت داده می‌شود. خصوصیات ژنتیکی با تحت تأثیر قرار دادن فرآیندهای فیزیولوژیکی هر گونه گیاهی، موجب تنوع در رشد و ساختار اندام‌های مختلف گیاهی به‌ویژه برگ، ساقه و ریشه می‌شود که منجر به تفاوت در میزان و کارایی جذب آب، عناصر غذایی و همچنین جذب نور می‌گردد (Vivin et al., 2017). در نتیجه، تأثیر متفاوت عوامل ژنتیکی بر خصوصیات ریخت‌شناختی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در هر گونه گیاهی به صورت تفاوت در کمیت و کیفیت محصول بروز می‌یابد (Doulati Baneh, 2015; Bigard et al., 2018).

امروزه در احداث تاکستان‌های جدید از ارقام قدیمی انگور به دلیل عملکرد پایین و حساسیت بالا به تنش‌های زیستی و غیرزیستی علی‌رغم داشتن طعم و کیفیت مطلوب کمتر استفاده می‌شود. با این وجود، در بین این ارقام ممکن است نمونه‌هایی با صفات مطلوب از جمله قابلیت رشد در شرایط نامناسب اقلیمی و خاکی با توانایی بالای جذب عناصر غذایی باشند که می‌توانند در برنامه‌های به‌نژادی و نیز تولید محصول سالم مورد استفاده قرار گیرند (Antolin et al., 2020). ارزیابی و اندازه‌گیری عناصر غذایی یکی از عوامل مهم در تعیین قابلیت جذب و انتقال عناصر غذایی توسط گیاه می‌باشد که به‌طور مستقیم رشد و عملکرد محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Leão & Oliveira, 2023). غلظت عناصر غذایی در قسمت‌های مختلف بوته انگور علاوه بر توانایی ریشه در جذب و انتقال عناصر غذایی، به قابلیت استفاده از آن‌ها در اندام‌های هوایی بستگی دارد (da Silva et al., 2018). اگرچه ریخت‌شناسی و ساختار ریشه نقش مهمی در میزان و کارایی جذب عناصر غذایی دارد، اما نتایج تحقیقات نشان دادند که اثر خصوصیات ژنتیکی در این زمینه بارزتر می‌باشد (Villano et al., 2023). برای مثال، توانایی جذب عناصر کلسیم، فسفر و منیزیم در انگورهای هیبرید، بین گونه‌های *Vitis berlandieri* و *Vitis riparia* بالا بوده، در حالی که قابلیت جذب پتاسیم در انگورهای دورگ *V. berlandieri* و *V. rupestris* پایین گزارش شد (Schaller & Löhnertz, 1990). استفاده از ارقام با کارایی بالای جذب عناصر غذایی یکی از راهکارهای مقابله با ناهنجاری‌های تغذیه‌ای و نیز مصرف بهینه کودهای شیمیایی همراه با کاهش هزینه می‌باشد (Zhou et al., 2017). تفاوت در میزان جذب و کارایی انتقال مواد غذایی در بین گونه‌های مختلف انگور ممکن است ناشی از اختلاف در ساختار ریشه و تراکم تارهای کشنده آن باشد که تحت کنترل عوامل ژنتیکی هستند (Jahnke et al., 2021). این تفاوت‌ها

می‌تواند به‌طور غیرمستقیم صفات کمی و کیفی میوه انگور را نیز تحت تأثیر قرار دهند (Karimi & Koulivand, 2019). وجود عناصر غذایی در یک حد بهینه موجب افزایش رشد و تولید در گونه‌های مختلف گیاهی می‌شود. بوته انگور برای تولید حداکثر عملکرد به نیتروژن، پتاسیم، روی و بور به‌میزان بیشتری از سایر عناصر غذایی ضروری نیاز دارد (Doulati Baneh et al., 2015). از این‌رو اندازه‌گیری غلظت عناصر غذایی برای پیشبرد صحیح برنامه‌های تغذیه‌ای و داشتن رشد و عملکرد مطلوب امری ضروری است. نتایج دولتی بانه و همکاران (Doulati Baneh et al., 2015) نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار رقم بر مقدار عناصر غذایی در انگور می‌باشد. حدادی‌نژاد و همکاران (Akram et al., 2013); اکرم و همکاران (Haddadinejad et al., 2013) و میرفتاح و همکاران (Mirfatah et al., 2024) تفاوت معنی‌داری از نظر رشد و عملکرد در بین ارقام مختلف انگور گزارش کردند که به تفاوت در قدرت جذب عناصر مختلف غذایی ژنوتیپ‌های انگور نسبت داده شد.

در حال حاضر، رقم غالب انگور در استان چهارمحال و بختیاری، عسگری می‌باشد که با توجه به مشکلات تولید آن از قبیل نرسیدن کامل به دلیل کوتاه بودن فصل رشد و گرما در تابستان و نیز قدرت حمل‌ونقل پایین میوه آن، رقم چندان مناسبی برای این استان نبوده و لازم است با شناسایی ارقام منطقه و مقایسه آن با رقم عسگری، رقم مناسب و سازگار با منطقه با عملکرد بالا جایگزین رقم عسگری گردد. مطالعه ارقام انگور از نظر خصوصیات رشدی و غلظت عناصر غذایی و بررسی ارتباط آن با عملکرد میوه از جمله موضوعاتی می‌باشد که برای توسعه و افزایش تولید انگور و محصولات مختلف حاصل از آن باید مورد توجه قرار گیرد. از آنجایی که مطالعه وضعیت عناصر غذایی می‌تواند یک شاخص دقیق برای ارزیابی رشد و عملکرد در گیاه باشد، بنابراین پژوهش حاضر با هدف ارزیابی و مقایسه رشد، عملکرد و غلظت عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف در برگ 12 رقم تجاری انگور در شرایط اقلیمی منطقه سامان واقع در استان چهارمحال و بختیاری انجام گردید.

مواد و روش‌ها

طرح آزمایش و مواد گیاهی

پژوهش حاضر با هدف بررسی صفات ریخت‌شناختی و پومولوژیکی 12 رقم انگور در باغ کلکسیون انگور استان چهارمحال و بختیاری منطقه سامان در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. منطقه سامان با موقعیت جغرافیایی 32/19 درجه عرض جغرافیایی، 50/51 درجه طول جغرافیایی و 2060 متر ارتفاع از سطح دریا در فاصله 22 کیلومتری شمال شرقی شهرکرد و 85 کیلومتری

برای تعیین خصوصیات فیزیوشیمیایی خاک زمین محل اجرای پروژه، نمونه‌برداری از خاک انجام و مورد آزمایش قرار گرفت (جدول 1). براساس نتایج آنالیز خاک، از کود دامی جهت تقویت و اصلاح خاک استفاده شد (Karami, 2014) و شرایط تغذیه‌ای برای همه بوته‌های مو در محل آزمایش یکسان بود. آبیاری با استفاده از آب چاه با pH برابر با 7/17 و هدایت الکتریکی 695 میکروزیمنس بر سانتی-متر صورت گرفت.

غرب اصفهان قرار دارد. منطقه مورد مطالعه، کوهستانی معتدل متمایل به سرد با متوسط درجه حرارت 12/8 درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالانه 243 میلی‌متر است. در دو سال 1401 و 1402 در منطقه مورد مطالعه به‌ترتیب حداقل دما در زمستان (17/1- و 11/6- درجه سانتی‌گراد)، حداکثر دما در تابستان (37/9 و 37/1 درجه سانتی‌گراد)، میزان بارندگی (384/6 و 255/6 میلی‌متر) و میانگین رطوبت نسبی در زمستان به‌ترتیب (77 و 56/5 درصد) و میانگین رطوبت نسبی در تابستان به‌ترتیب (24 و 28 درصد) بود.

جدول 1- خصوصیات فیزیکی-شیمیایی خاک مزرعه مورد مطالعه
Table 1- The soil physico-chemical properties of the studied filed

هدایت الکتریکی Electric conductivity (dS.m ⁻¹)	کل مواد خنثی Total neutralizing value (%)	کربن آلی Organic carbon (%)	کل نیتروژن Total nitrogen (%)	اسیدیته Acidity	پتاسیم Potassium (mg.kg ⁻¹)	فسفر Phosphorus (mg.kg ⁻¹)	بافت Tissue
2.17	26.0	0.293	0.016	7.74	164.0	5.6	لومی Loamy

بوته انتخاب و سطح هر برگ با استفاده از دستگاه سطح‌سنج (LI3100CAREA METER) تعیین شد (Karami, 2014).

اندازه‌گیری عناصر غذایی

در هر دو سال مورد مطالعه، عناصر غذایی پرمصرف (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم) و کم‌مصرف (آهن، مس، منگنز، روی و بور) در برگ بدون دمبرگ ارقام مختلف انگور به‌شرح ذیل اندازه‌گیری گردید.

نیتروژن

جهت اندازه‌گیری درصد نیتروژن، برگ خشک آسیاب‌شده در لوله هضم ریخته و کاتالیزور همراه با اسید سولفوریک غلیظ به آن افزوده شد. عصاره حاصل در لوله آزمایش به‌مدت دو ساعت روی دستگاه هضم قرار داده شد و بعد از سرد شدن محتویات لوله، سود 10 نرمال و محلول اسید بوریک اضافه گردید. تیتراسیون با اسید سولفوریک 0/005 نرمال انجام گرفت و براساس میلی‌لیتر اسید سولفوریک مصرف‌شده، میزان نیتروژن به‌صورت درصد نیتروژن موجود در نمونه با ماکروکجلدال اندازه‌گیری شد (Emami, 1996).

فسفر

به‌منظور اندازه‌گیری فسفر در نمونه‌های برگ ارقام مختلف انگور، 0/5 گرم از برگ را داخل کروزه چینی قرار داده و به‌مدت چهار ساعت در کوره با دمای 500 درجه سانتی‌گراد گذاشته تا خاکستر گردد. سپس خاکستر حاصل را با 10 میلی‌لیتر اسید هیدروکلریک یک نرمال

در این پژوهش، تاک‌های چهارساله ارقام بی‌دانه قرمز، فلیم سیدلس، پرلت، کاشمری 1، شاهرودی، یاقوتی، کاشمری 2، عسگری دایی نصرالله، ریش بابا، سیاه محلی، عسگری و سیاه حسن آباد مورد مطالعه قرار گرفتند. در پژوهش حاضر فواصل کاشت 3×2 و سیستم کاشت روسیمی و سیستم تربیت کوردون دوطرفه بود. هرس باردهی با توجه به رقم شامل تعداد شاخه یکسان با شدت هرس در سه گروه بلند، کوتاه و متوسط انجام شد. در ارقام بی‌دانه قرمز، هرس بلند (بیش‌از چهار تا جوانه: پنج تا هفت جوانه)، ارقام فلیم و پرلت هرس کوتاه (تا دو جوانه) و مابقی ارقام هرس متوسط (سه تا چهار جوانه) انجام شد. در مرحله رسیدگی میوه، صفات ریخت‌شناختی، عملکرد میوه و غلظت عناصر غذایی در برگ ارقام مورد مطالعه در دو فصل رشد 1401-1402 و 1402-1401 اندازه‌گیری گردید.

صفات مورد ارزیابی

صفات رویشی

در پژوهش حاضر در هر دو سال مورد مطالعه، با حذف اثرات حاشیه‌ای در هر تکرار سه بوته انتخاب شد و صفات ریخت‌شناختی شامل قطر تنه، طول شاخه یک‌ساله، تعداد میان‌گره، طول میان‌گره و سطح برگ اندازه‌گیری گردید. طول شاخه‌ها و میان‌گره‌ها به‌وسیله متر و قطر تنه توسط کولیس اندازه‌گیری شد. برای این منظور، در هر تکرار سه بوته انتخاب و اندازه‌گیری صفات ریخت‌شناختی مزبور در هر بوته در سه شاخه انجام گردید. جهت اندازه‌گیری سطح برگ، تعداد پنج برگ بالغ از قسمت‌های مرکزی شاخه در هر رقم و از هر

اسید هیدروکلریک چهار مول به آن اضافه شد. محلول حاصل حرارت داده شد تا دی‌اکسیدکربن آن متصاعد گردد و سپس غلظت‌های مختلف آن تهیه گردید. میزان جذب کلسیم در هر یک از نمونه‌های عصاره و استاندارد در طول موج 422/7 نانومتر با شعله زرد اندازه‌گیری شد و مقدار کلسیم نمونه‌های مورد مطالعه براساس منحنی استاندارد محاسبه گردید (Lindsay & Norvell, 1978).

عناصر کم‌مصرف

برای اندازه‌گیری میزان آهن، منگنز، روی و مس در نمونه‌های برگ ارقام مختلف انگور، هشت میلی‌لیتر از محلول 3 به 1 اسید کلریدریک به اسید نیتریک غلیظ، به نمونه‌های برگ اضافه و در دمای اتاق قرار داده شدند. پس از 24 ساعت، به‌منظور خارج شدن بخارات اسیدی از محلول، عصاره حاصل به‌مدت 10 دقیقه حرارت داده و با آب مقطر به حجم 50 میلی‌لیتر رسانده شد و با استفاده از دستگاه جذب اتمی میزان آهن، منگنز، روی و مس نمونه‌ها اندازه‌گیری گردید (Emami, 1996; Lindsay & Norvell, 1978). مقدار بور در نمونه‌های مورد مطالعه با استفاده از معرف آزمونین‌اچ و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (Lindsay & Norvell, 1978).

عملکرد میوه

در مرحله رسیدگی کامل میوه‌ها، طول، عرض و وزن خوشه میوه، طول و عرض حبه و عملکرد میوه اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت ترکیبی از تکمیل رنگ زمینه در پوست و گوشت حبه و شاخص بریکس عصاره میوه (بریکس بالای 17) در نظر گرفته شد. طول، عرض و وزن تک خوشه در هر تکرار در چهار خوشه در هر رقم اندازه‌گیری و با میانگین‌گیری به دست آمد. طول و عرض تک خوشه توسط خط‌کش انجام گردید. طول و عرض تک حبه با اندازه‌گیری طول و عرض 20 حبه از هر رقم در هر تکرار به‌وسیله کولیس به دست آمد و میانگین آن‌ها آنالیز شد. عملکرد میوه در هر رقم با توزین خوشه‌های برداشت‌شده از چهار بوته در هر تکرار اندازه‌گیری و سپس میانگین‌گیری شد (Karami, 2014).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 و مقایسه میانگین داده‌ها براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. همبستگی بین صفات به‌روش پیرسون، تجزیه خوشه‌ای به روش وارد، براساس فاصله اقلیدوسی و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نیز با استفاده از نرم‌افزار SPSS ver.16 انجام گرفت.

داخل بشر 50 میلی‌لیتری ریخته و 10 دقیقه روی هیتر با دمای 80 درجه قرار داده شد. سپس محتویات بشر را با آب مقطر به حجم 50 میلی‌لیتر رسانیده و 0/5 میلی‌لیتر از عصاره فوق را مجدداً با آب مقطر به حجم 25 میلی‌لیتر رسانده و میزان جذب آن با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج 660 نانومتر قرائت شد (Emami, 1996).

پتاسیم

برای اندازه‌گیری میزان پتاسیم از روش هضم سوزاندن نمونه خشک گیاهی در کوره با دمای 600 درجه سانتی‌گراد به‌مدت هفت ساعت و واکنش با اسید کلریدریک 1/5 مولار استفاده گردید. مقدار پتاسیم براساس روش فلیم فتومتری تعیین گردید (Emami, 1996).

منیزیم

برای تهیه عصاره، 0/5 گرم از نمونه برگ خشک را در بوته چینی ریخته و در کوره الکتریکی در دمای 450 درجه سانتی‌گراد به‌مدت دو ساعت قرار داده شد. پس از خنک شدن، 10 میلی‌لیتر اسید هیدروکلریک اضافه نموده و در حمام آبی در دمای 80 درجه سانتی‌گراد نگه داشته شد تا اولین بخارات سفید خارج شود. محتویات داخل بوته چینی را از کاغذ صافی عبور داده و به حجم 100 میلی‌لیتر رسانده شد. جهت تهیه محلول استاندارد، 0/4 گرم سولفات منیزیم در 200 میلی‌لیتر آب حل و 10 میلی‌لیتر اسید هیدروکلریک به آن اضافه و به حجم یک لیتر رسانده شد. سپس 5، 10، 15، 20 و 25 میلی‌لیتر از محلول استاندارد در بالن 100 میلی‌لیتری ریخته و با اسید هیدروکلریک 0/12 مول به حجم رسانده شد و سری محلول‌های استاندارد تهیه شد. برای تهیه محلول لانتوم، 3/12 گرم نمک نیترات لانتوم در کمی آب حل شده و به حجم 1000 میلی‌لیتر رسید. 0/25 میلی‌لیتر از محلول عصاره و سری محلول‌های استاندارد به لوله آزمایش منتقل شدند و 4/75 میلی‌لیتر از محلول لانتوم اضافه و هم زده شد و میزان جذب هر یک در طول موج 285/2 نانومتر با شعله آبی استیلن-هوا اندازه‌گیری گردید. در نهایت مقدار منیزیم نمونه‌ها براساس منحنی تهیه‌شده از محلول‌های استاندارد تعیین گردید (Emami, 1996).

کلسیم

جهت اندازه‌گیری میزان کلسیم به‌روش جذب اتمی، ابتدا عصاره نمونه‌های برگ ارقام انگور مورد مطالعه، مانند روش ذکرشده برای اندازه‌گیری منیزیم تهیه گردید. برای تهیه محلول استاندارد، 2/5 گرم کلسیم کربنات در 150 میلی‌لیتر آب حل کرده و سپس 13 میلی‌لیتر

نتایج و بحث

صفات رویشی

براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر رقم بر قطر تنه، طول شاخه یک‌ساله، تعداد میان‌گره، فاصله میان‌گره و سطح برگ در بوته‌های انگور در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین صفات رشدی مورد مطالعه به‌جز فاصله میان‌گره در طول دو فصل رشد تغییرات معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشتند. در تمامی ارقام انگور، قطر تنه، طول شاخه یک‌ساله، تعداد میان‌گره، فاصله میان‌گره و سطح برگ در سال دوم بیشتر از سال اول بود (جدول 2). نتایج مقایسه میانگین بیانگر تفاوت معنی‌دار در خصوصیات ریخت‌شناختی ارقام انگور می‌باشد. طول ساقه در ارقام مختلف انگور تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند و بیشترین قطر تنه در ارقام ریش بابا¹ (6/14 سانتی‌متر) و شاه‌رودی² (5/46 سانتی‌متر) ثبت گردید. رقم عسگری³ کمترین قطر تنه (3/26 سانتی‌متر) را داشت. میزان رشد شاخه‌ها در هر دو فصل رشد در ارقام انگور متفاوت بود و در ارقام پُرت⁴ (176/44 سانتی‌متر) و کاشمیری⁵ (87/03 سانتی‌متر) به‌ترتیب بیشترین و کمترین طول شاخه‌های یک‌ساله ثبت گردید. تعداد و فاصله میان‌گره‌ها نیز در ارقام انگور اختلاف معنی‌داری داشتند. در ارقام ریش بابا¹ و شاه‌رودی² بیشترین تعداد میان‌گره و ارقام یاقوتی⁶ و عسگری³ بیشترین فاصله میان‌گره اندازه‌گیری شد. رقم عسگری³ کمترین تعداد میان‌گره و شاه‌رودی² و ریش بابا¹ کمترین فاصله میان‌گره را در شاخه‌های یک‌ساله داشتند. ارقام مورد مطالعه انگور تفاوت معنی‌داری از نظر سطح برگ با یکدیگر نشان دادند. ارقام فلیم سیدلس⁷ (328/59 سانتی‌مترمربع) و بی‌دانه قرمز⁸ (328/44 سانتی‌مترمربع) بیشترین سطح برگ را داشتند که با مقدار این صفت در ارقام پُرت⁴، عسگری³ دایب نصرالله⁹ و سیاه حسن آباد¹⁰ تفاوت معنی‌داری نداشتند. در مقابل، کمترین سطح برگ در ارقام یاقوتی⁶ (160/63 سانتی‌مترمربع) و کاشمیری⁵ (179/97 سانتی‌مترمربع) اندازه‌گیری گردید (جدول 2). با توجه به این‌که تمامی ارقام مورد مطالعه در یک شرایط اقلیمی و آدافیکی یکسان قرار دارند، بنابراین تفاوت‌های مشاهده‌شده در خصوصیات رشدی به تفاوت ژنتیکی بین آن‌ها نسبت داده می‌شود (Antolin et al., 2020). صفات ریخت‌شناختی که عمده‌تاً توسط یک ژن کنترل می‌شوند، می‌توانند به عنوان نشانگر دقیق برای بررسی ویژگی‌های ژنتیکی مورد استفاده قرار گیرند (Rasoli et al., 2017). تنوع بالایی در صفات فنوتیپی ارقام مختلف انگور گزارش شده است (Jahnke et al., 2021; Rasouli & Kalvandi, 2022; Kazemi et al., 2022; Haddadinejad et al., 2013). تفاوت‌های مشاهده‌شده در

رشد و خصوصیات ریخت‌شناختی در بین ارقام مورد مطالعه انگور به تفاوت در خصوصیات ریشه از نظر رشد و ساختار (Akram et al., 2021)، راندمان جذب مواد مغذی (Haddadinejad et al., 2013) و کارایی فتوسنتز (Doulati Baneh & Nejatian, 2018) نسبت داده می‌شود. با وجود اینکه ارقام مورد بررسی در این پژوهش از یک گونه می‌باشند، ولی تفاوت‌های ژنتیکی ممکن است از طریق تأثیر بر جذب آب و مواد غذایی و همچنین ساختار فتوسنتسم‌ها در میزان جذب نور منجر به تفاوت در رشد و خصوصیات فنوتیپی در بین ارقام مورد مطالعه انگور گردد (Mirfatah et al., 2024). همچنین، تفاوت در قدرت رشد بین ارقام مختلف به تفاوت در پاسخ این ارقام به شرایط محیطی نسبت داده می‌شود که ناشی از تنوع ژنتیکی موجود در بین آن‌ها می‌باشد (Khandani et al., 2022).

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به غلظت عناصر غذایی پرمصرف اندازه‌گیری‌شده در برگ ارقام مختلف انگور بیانگر اثر معنی‌دار رقم بر مقدار نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم برگ انگور در سطح احتمال یک درصد می‌باشد. براساس نتایج حاصل، تنها مقدار فسفر و منیزیم در طول دو سال مورد مطالعه تغییر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد داشتند و اثر متقابل سال و رقم نیز بر مقدار هیچ یک از عناصر اندازه‌گیری‌شده در برگ انگور معنی‌دار نشد. در پژوهش حاضر، غلظت نیتروژن در برگ ارقام ریش بابا¹ (2/78 درصد) و سیاه حسن آباد² (2/65 درصد) به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر ارقام مورد مطالعه انگور بود. کمترین مقدار نیتروژن (1/51 درصد) در برگ رقم عسگری³ ثبت شد که تفاوت معنی‌داری با ارقام سیاه محلی⁴ و عسگری دایب نصرالله⁵ نداشت. مقدار فسفر اندازه‌گیری‌شده در برگ ارقام انگور در سال دوم بیشتر از سال اول بود. بیشترین (0/58 درصد) مقدار فسفر به‌ترتیب در رقم فلیم سیدلس⁶ ثبت شد و کمترین مقدار آن (0/19 درصد) در رقم عسگری³ بود که با رقم یاقوتی⁷ تفاوت معنی‌داری نداشت. رقم بی‌دانه قرمز⁸ بیشترین (2/02 درصد) و ارقام کاشمیری⁹ و یاقوتی¹⁰ کمترین مقدار پتاسیم را در برگ داشتند. در این مطالعه، مقدار کلسیم بین 1/90 و 1/20 گرم در کیلوگرم برگ تازه در بین ارقام مختلف انگور متغیر بود که در ارقام سیاه حسن آباد¹¹ و عسگری دایب نصرالله¹² بیشترین و در رقم سیاه محلی¹³ کمترین مقدار کلسیم ثبت شد. مقدار منیزیم در بین ارقام مورد مطالعه انگور در دو فصل رشد تفاوت قابل توجهی داشتند و بیشترین مقدار آن در سال اول و در برگ رقم پُرت¹⁴ (1/90 گرم در کیلوگرم برگ تازه) مشاهده گردید. رقم شاه‌رودی¹⁵ کمترین مقدار منیزیم برگ (0/62 گرم در کیلوگرم برگ تازه) را داشت که تفاوت معنی‌داری با ارقام کاشمیری¹⁶ و یاقوتی¹⁷ از نظر مقدار منیزیم نشان ندادند (جدول 3). وجود مقدار کافی نیتروژن در انگور باعث بهبود تعداد حبه در خوشه و عملکرد

در راستای نتایج حاصل از پژوهش حاضر، اختلاف در جذب و تجمع عناصر پرمصرف در ژنوتیپ‌های مختلف انگور توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Leão & Kazemi et al., 2022 ; Oliveira, 2023). طبق یافته‌های ویلانو و همکاران (Villano et al., 2023)، اگرچه ساختار ریشه نقش مهمی در میزان و کارایی جذب عناصر غذایی دارد، اما اثر عوامل ژنتیکی در قابلیت جذب عناصر غذایی توسط ریشه‌ها بارزتر می‌باشد. داسیلوا و همکاران (da Silva et al., 2018) مقدار عناصر پرمصرف در برگ‌های بوته انگور را به توانایی ریشه در جذب و انتقال آن‌ها به اندام‌های هوایی نسبت دادند.

می‌شود و همچنین دسترسی به مقادیر کافی منیزیم جهت رشد رویشی و تشکیل خوشه‌های سالم در انگور ضروری می‌باشد. عنصر فسفر در فعل‌وانفعال‌های شیمیایی مانند تشکیل آنتوسیانین در برگ انگور و تبدیل نشاسته به قند در حبه‌های انگور مؤثر است. در میان عناصر پرمصرف، انگور نیاز بیشتری به پتاسیم دارد، چراکه پتاسیم نقش مهمی در اندازه حبه‌ها و همچنین رنگ‌گیری و طعم حبه‌ها دارد. اگر چه وجود کلسیم برای دستیابی به رشد و عملکرد بالا در انگور ضروری است، ولی اثر پتاسیم در خصوصیات کیفی میوه انگور بارزتر می‌باشد (Doulati Baneh, 2015).

جدول 2- صفات رشدی ارقام مختلف انگور در دو سال مورد مطالعه (1401-1402 و 1400-1401)
Table 2- Growth traits of different grape cultivars in two studied years (2021 and 2022)

تیمار Treatment	قطر تنه Trunk diameter (cm)	طول شاخه یک‌ساله Cane shoot length (cm)	تعداد میان‌گره No. internode of branch current	فاصله میان‌گره Internode length (cm)	سطح برگ Leaf area (cm ²)
سال Year					
1401	3.76±0.83 b*	112.12±23.06 b	18.18±4.69 b	6.73±0.91 a	191.22±51.64 b
2022					
1402	5.07±0.95 a	132.49±23.32 a	21.37±4.24 a	6.70±0.88 a	301.57±50.23 a
2023					
رقم Cultivar					
بی‌دانه قرمز 'Bidaneh-Ghermez'	4.77±0.87 bc	141.94±15.56 b	17.37±1.90 de	7.09±0.04 d	328.44±56.36 a
فلیم سیدلس Flame seedless	4.55±0.79 bc	134.35±15.45 bc	20.76±2.57 bc	6.18±0.05 f	328.59±66.63 a
پرلت Perlette	4.34±0.83 cd	176.44±17.77 a	19.78±3.43 cd	7.06±0.12 d	286.41±60.14 ab
کاشمیری 1 Kashmiri 1	3.35±0.79 de	117.31±14.11 cde	22.24±1.75 bc	5.72±0.06 h	238.1±62.37 bcd
شاهرودی Shahrودي	5.46±0.84 ab	120.99±10.00 cd	26.39±1.51 b	5.45±0.12 i	221.55±64.43 bcd
یاقوتی Yaghouti	4.31±0.74 cd	117.63±19.31 cde	14.43±1.61 ef	7.89±0.11 a	160.63±62.32 d
کاشمیری 2 Kashmiri 2	4.47±0.1 bc	87.03±11.89 f	15.84±1.85 ef	7.59±0.16 b	179.97±57.98 cd
عسگری دایی نصرالله Asgari daei Nasrallah	3.71±0.88 cde	124.83±13.06 bcd	16.12±1.97 eff	7.43±0.13 c	259.64±64.26 abc
ریش بابا Rish-baba	6.14±1.19 a	115.49±10.42 cde	26.88±2.21 a	5.42±0.09 i	243.4±64.35 bc
سیاه محلی Siahe-Mahali	3.79±0.79 cde	117.51±11.37 cde	20.15±2.87 bcd	6.85±0.11 e	237.66±60.47 bcd
عسگری Asgari	3.26±0.71 e	114.32±15.20 de	14.23±3.03 f	7.84±0.13 a	222.2±63.07 bcd
سیاه حسن آباد Siahe-Hasnabad	4.77±0.62 bc	99.83±17.22 ef	23.13±2.91 b	6.03±0.05 g	250.18±60.53 abc

* در هر صفت و گروه مقایسه شده، تیمارهای با حروف یکسان اختلاف معنی‌داری ($p \leq 0.05$) با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن ندارند.

* Values followed by the same letter in each trait have no significant difference base on Duncan's multiple range test ($p \leq 0.05$)

جدول 3- غلظت عناصر پرمصرف در برگ ارقام مختلف انگور در دو سال مورد مطالعه

Table 3- The concentration of macro elements in different grape cultivar leaf in two studied years

تیمار Treatments	نیتروژن Nitrogen (%)	فسفر Phosphorus (%)	پتاسیم Potassium (%)	کلسیم Calcium (g.kg ⁻¹ FW)	منیزیم Magnesium (g.kg ⁻¹ FW)
سال Year					
1401	2.04±0.44 a*	0.37±0.12 b	1.70±0.22 a	1.49±0.23 a	1.07±0.43 a
2022					
1402	2.08±0.45 a	0.39±0.13 a	1.66±0.23 a	1.50±0.23 a	1.03±0.42 b
2023					
رقم Cultivar					
بی‌دانه قرمز Bidaneh-Ghermez	2.22±0.21 cd	0.44±0.07 cd	2.02±0.09 a	1.37±0.06 ef	1.50±0.06 c
قلیم سیدلس Flame seedless	2.36±0.09 bc	0.58±0.07 a	1.85±0.04 bc	1.63±0.04 bc	1.62±0.07 b
پرلت Perlette	2.43±0.12 b	0.5±0.03 b	1.84±0.06 bc	1.58±0.07 c	1.90±0.07 a
کاشمیری 1 Kashmiri 1	2.00±0.06 e	0.30±0.03 fg	1.44±0.07 fg	1.29±0.04 g	0.82±0.12 fg
شاهرودی Shahrودي	2.10±0.09 de	0.38±0.02 e	1.73±0.07 d	1.33±0.05 fg	0.62±0.03 j
یاقوتی Yaghouti	1.71±0.11 f	0.22±0.02 hi	1.38±0.04 gh	1.43±0.06 d	0.70±0.05 hij
کاشمیری 2 Kashmiri 2	1.70±0.14 f	0.25±0.03 gh	1.34±0.12 h	1.30±0.05 g	0.67±0.06 ij
عسگری دایی نصرالله Asgari daei Nasrallah	1.65±0.20 fg	0.45±0.04 cd	1.78±0.05 cd	1.85±0.04 a	0.90±0.10 f
ریش بابا Rish-baba	2.78±0.21 a	0.49±0.02 bc	1.82±0.07 bc	1.68±0.04 b	1.03±0.13 e
سیاه محلی Siahe-Mahali	1.59±0.10 fg	0.33±0.03 f	1.58±0.07 e	1.20±0.03 h	0.78±0.09 gh
عسگری Asgari	1.51±0.16 g	0.19±0.03 i	1.51±0.10 ef	1.41±0.03 de	0.73±0.05 hi
سیاه حسن آباد Siahe-Hasnabad	2.65±0.18 a	0.40±0.05 de	1.91±0.07 b	1.90±0.07 a	1.35±0.07 d

* در هر صفت و گروه مقایسه شده، تیمارهای با حروف یکسان اختلاف معنی‌داری ($p \leq 0.05$) با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن ندارند.

* Values followed by the same letter in each trait have no significant difference base on Duncan's multiple range test ($p \leq 0.05$)

بهبود می‌بخشند. برخی دیگر از طریق احیاء آهن Fe^{3+} به Fe^{2+} ، انتقال آهن از ریشه به برگ‌ها را تسهیل می‌نمایند (Karimi & Salimi, 2021). براساس نتایج حاصل، مقدار عنصر آهن در ارقام مختلف انگور بین 268/28 و 97/80 میلی‌گرم در کیلوگرم در وزن تر برگ متغیر بود و مقدار اندازه‌گیری‌شده آن در سال اول بیشتر از سال دوم بود. رقم 'سیاه حسن آباد' بیشترین مقدار آهن را داشت و کمترین مقدار آن در ارقام 'سیاه محلی' و 'عسگری' ثبت شد که تفاوت معنی‌داری با رقم 'عسگری دایی نصرالله' نداشت. مس و منگنز به‌مقدار کم مورد نیاز گیاه بوده که فعل و انفعالات بیوشیمیایی و فتوسنتز را تنظیم

غلظت عناصر غذایی کم‌مصرف (آهن، مس، منگنز، روی و بور) در برگ ارقام انگور نیز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر رقم در سطح احتمال یک درصد قرار داشت. براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر سال بر مقدار عناصر آهن، مس، روی در سطح احتمال پنج درصد و عنصر منگنز در سطح احتمال یک درصد نیز معنی‌دار بود. جذب آهن از خاک توسط گیاهان به‌میزان زیادی تحت کنترل ژنتیکی می‌باشد. سازوکارهای متعددی برای جذب و انتقال آهن در ارقام مختلف انگور گزارش شده است. برخی از گونه‌ها و ارقام انگور با تغییر خصوصیات شیمیایی خاک در ناحیه ریزوسفیر، جذب عناصر غذایی از جمله آهن را

غلظت اندازه‌گیری‌شده این عناصر در برگ می‌گردد (da Silva et al., 2018).

عملکرد میوه

عملکرد یکی از صفات مهم در انگور محسوب می‌شود که مورد توجه تاک‌داران و به‌نژادگران انگور است و صفات مرتبط با عملکرد صفات مطلوبی محسوب می‌شوند (Rasoli, 2023). ارقام مختلف انگور از نظر طول، عرض و وزن خوشه، طول و عرض حبه و همچنین عملکرد میوه بوته در طول دو فصل رشدی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال بر طول خوشه، وزن خوشه و عملکرد بوته معنی‌دار بود. همچنین صفات مزبور (طول، عرض و وزن خوشه، طول و عرض حبه و همچنین عملکرد میوه بوته) به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع رقم نیز بود. رقم 'قلیم سیدلس' بیشترین طول خوشه (28/71 سانتی‌متر) را داشت که با ارقام 'پرلت' و 'سیاه حسن آباد' از نظر این صفت تفاوت معنی‌داری نداشتند. رقم 'پرلت' (13/10 سانتی‌متر) و به‌دنبال آن ارقام 'ریش بابا' و 'قلیم سیدلس' بزرگ‌ترین عرض خوشه را نشان دادند. کوچک‌ترین اندازه خوشه از نظر طول و عرض در ارقام 'یاقوتی' و 'کاشمری 2' ثبت گردید. بیشترین وزن خوشه در ارقام 'پرلت' (235/23 گرم) و 'قلیم سیدلس' (229/66 گرم) اندازه‌گیری شد و ارقام 'شاهرودی' (131/26 گرم) و 'یاقوتی' (125/85 گرم) کمترین وزن خوشه را داشتند. تفاوت اندازه حبه انگور از نظر طول و عرض نیز در بین ارقام مختلف معنی‌دار بود، ارقام 'ریش بابا' و 'سیاه محلی' به‌ترتیب بیشترین طول و عرض حبه را داشتند. در رقم 'یاقوتی' کمترین طول و در ارقام 'یاقوتی' و 'کاشمری 2' کمترین عرض حبه ثبت گردید (جدول 5).

ارقام مختلف انگور اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد میوه نشان دادند و بیشترین عملکرد بوته (7/19 کیلوگرم) در رقم 'قلیم سیدلس' حاصل شد. رقم 'یاقوتی' کمترین عملکرد را داشت که با ارقام 'عسگری'، 'کاشمری 2'، 'سیاه محلی' و 'کاشمری 1' تفاوت معنی‌داری را از نظر عملکرد بوته نشان ندادند (شکل 1). عملکرد در میوه انگور به میزان جذب آب و نور برای فرآیند فتوسنتز و جذب عناصر غذایی برای تأمین نیاز غذایی بستگی دارد که تحت تأثیر شرایط محیطی، ژنتیکی و اثرات متقابل این عوامل می‌باشد (Razi et al., 2021; Abiri et al., 2020). با توجه به یکسان بودن شرایط محیطی در مطالعه حاضر، تفاوت در خصوصیات عملکردی در ارقام مختلف انگور به اثر عوامل ژنتیکی (Villano et al., 2023) نسبت داده می‌شود. مطابق با نتایج پژوهش حاضر، کاسنازانی و همکاران (Kasnazany et al., 2023)؛ رسولی (Rasoli, 2023)؛ رازی و همکاران (Razi et al., 2021)؛ ابیری و همکاران (Abiri et al., 2020) تنوع در

می‌کنند و کمبود آن‌ها موجب تشکیل حبه‌های بدشکل و ریزش آن‌ها در انگور می‌گردد (Doulati Baneh et al., 2015). مقدار مس در برگ ارقام انگور در سال اول بیشتر از سال دوم بود و ارقام 'عسگری' دایی نصرالله' و 'سیاه محلی' به‌ترتیب بیشترین (7/60 میلی‌گرم در کیلوگرم در وزن تر برگ) و کمترین (4/28 میلی‌گرم در کیلوگرم در وزن تر برگ) مقدار مس را داشتند. مقدار منگنز در سال اول بیشتر از سال دوم بود و ارقام مختلف انگور تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. بیشترین مقدار منگنز در ارقام 'سیاه حسن آباد' (95/92 میلی‌گرم در کیلوگرم در وزن تر برگ) و 'قلیم سیدلس' (93/50 میلی‌گرم در کیلوگرم در وزن تر برگ) بود و کمترین مقدار در رقم 'کاشمری 2' (60/22 میلی‌گرم در کیلوگرم در وزن تر برگ) مشاهده گردید. عنصر روی از مهم‌ترین عناصر تأثیرگذار بر سطح هورمون‌های درونی گیاه می‌باشد که برای رشد طبیعی برگ‌ها، طویل شدن شاخه، گرده‌افشانی مؤثر و تراکم حبه‌ها روی خوشه انگور ضروری می‌باشد. در اثر کمبود روی، رشد شاخه‌های فصل جاری و توسعه برگ‌ها کاهش می‌یابد که منجر به کاهش سطح فتوسنتزکننده، تولید خوشه‌های با تراکم پایین حبه و در نتیجه کاهش عملکرد می‌گردد (Doulati Baneh et al., 2015). در پژوهش حاضر، مقدار عنصر روی اندازه‌گیری‌شده در سال اول بیشتر از سال دوم بود و بین 84/80 و 25/05 میلی‌گرم در کیلوگرم در وزن تر برگ در بین ارقام مختلف انگور متغیر بود. ارقام 'قلیم سیدلس' و 'یاقوتی' بیشترین و کمترین مقدار عنصر روی را در بین ارقام مورد مطالعه داشتند. بور یکی از عناصر تأثیرگذار روی خصوصیات کمی و کیفی انگور محسوب می‌شود که نیاز انگور به این عنصر بیشتر از سایر درختان میوه خزان‌دار است و وجود مقادیر بهینه بور برای تشکیل میوه و رشد و توسعه حبه‌ها ضروری می‌باشد (Doulati Baneh, 2015). اگرچه اثر سال بر مقدار عنصر بور معنی‌دار نشد، ولی مقدار اندازه‌گیری‌شده آن در سال دوم بیشتر از سال اول بود. بیشترین (38/22 میلی‌گرم در کیلوگرم در وزن تر برگ) و کمترین (17/62 میلی‌گرم در کیلوگرم در وزن تر برگ) مقدار بور به ترتیب در ارقام 'پرلت' و 'کاشمری 2' ثبت گردید (جدول 4).

تفاوت‌های ثبت‌شده در غلظت عناصر غذایی در برگ ارقام مختلف انگور را می‌توان به چند علت نسبت داد: الف- ممکن است توانایی جذب عناصر غذایی در ارقام مورد مطالعه متفاوت بوده، بنابراین در انتقال و توزیع مواد غذایی متفاوت عمل می‌کنند (Schaller & Löhnertz, 1990). ب- تفاوت در میزان هورمون‌های فعال در ریشه (Leão & Oliveira, 2023). ج- برخی از عناصر غذایی به‌مقدار بیشتری توسط ریشه مصرف می‌شوند و در نتیجه مقدار انتقال‌یافته آن‌ها به شاخه و برگ کاهش می‌یابد. تفاوت در میزان مصرف عناصر غذایی در ریشه ارقام مختلف انگور منجر به تفاوت در

اندازه خوشه، حبه و عملکرد ارقام مختلف انگور را گزارش کردند. براساس نتایج این محققان، تفاوت در اجزای عملکرد میوه انگور به تفاوت‌های ژنتیکی ارقام مورد مطالعه نسبت داده می‌شود. خصوصیات ژنتیکی با اثر بر رشد و جذب عناصر غذایی و فرآیندهای مختلف فیزیولوژیکی از جمله فتوسنتز و تنفس، عملکرد محصول را تحت

تأثیر قرار می‌دهد (Vivin et al., 2017). یافته‌های پژوهش حاضر نیز مؤید این نتایج است که تنوع مشاهده شده در خصوصیات ریخت‌شناختی و جذب عناصر غذایی در ارقام مورد مطالعه انگور همراه با تفاوت در عملکرد این ارقام بوده است.

جدول 4- مقایسه میانگین غلظت عناصر کم‌مصرف در برگ ارقام مختلف انگور در دو سال مورد مطالعه
Table 4- The concentration of leaves micro elements of different grape cultivars in two studied years

تیمار Treatments	آهن Iron (mg.kg ⁻¹ FW)	مس Copper (mg.kg ⁻¹ FW)	منگنز Manganese (mg.kg ⁻¹ FW)	روی Zinc (mg.kg ⁻¹ FW)	بور Boron (mg.kg ⁻¹ FW)
سال Year					
1401	163.42±61.30 a*	5.78±1.07 a	80.81±11.92 a	52.82±18.08 a	26.76±5.92 a
2022					
1402	155.57±57.83 b	5.68±1.06 b	78.13±11.88 b	51.05±17.65 b	27.46±6.45 a
2023					
رقم Cultivar					
بی‌دانه قرمز 'Bidaneh-Ghermez'	192.86±8.13 d	7.23±0.04 b	82.23±2.5 de	68.45±4.61 b	30.06±0.98 c
فلیم سیدلس Flame seedless	250.12±9.24 b	6.54±0.13 c	93.50±2.50 ab	84.80±2.30 a	34.01±2.24 b
پرلت Perlette	153.50±3.83 e	5.25±0.10 f	89.88±1.91 c	71.80±2.36 b	38.22±3.47 a
کاشمیری 1 Kashmiri 1	125.42±5.24 fg	4.92±0.09 gh	79.06±3.33 e	51.52±1.53 d	24.83±1.66 d
شاهرودی Shahrودي	137.57±4.87 f	5.13±0.05 fg	91.27±3.19 bc	38.96±3.26 e	28.21±1.30 c
یاقوتی Yaghouti	119.50±1.80 g	5.53±0.33 e	71.11±2.39 f	25.05±1.11 g	19.91±1.39 e
کاشمیری 2 Kashmiri 2	123.84±4.43 fg	6.19±0.07 d	60.22±2.16 i	33.07±1.82 f	17.62±0.81 f
عسگری دایی نصرالله Asgari daei Nasrallah	112.58±8.41 gh	7.60±0.44 a	73.85±3.36 f	49.34±4.60 d	25.53±0.83 d
ریش بابا Rish-baba	229.90±9.49 c	4.75±0.13 hi	84.61±2.83 d	62.95±4.9 c	32.95±2.20 b
سیاه محلی Siahe-Mahali	97.80±4.28 h	4.28±0.16 j	64.20±4.33 h	42.37±2.41 e	20.81±1.47 e
عسگری Asgari	102.54±6.15 h	4.69±0.22 i	67.74±2.05 g	33.57±2.89 f	24.24±2.31 d
سیاه حسن آباد Siahe-Hasnabad	268.28±39.68 a	6.70±0.11 c	95.92±2.96 a	61.36±1.55 c	28.96±1.02 c

* در هر صفت و گروه مقایسه‌شده، تیمارهای با حروف یکسان اختلاف معنی‌داری ($p \leq 0.05$) با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن ندارند.

* Values followed by the same letter in each trait have no significant difference base on Duncan's multiple range test ($p \leq 0.05$)

میوه با سطح برگ ($r=0/895$)، طول خوشه ($r=0/896$)، عرض خوشه ($r=0/632$) و وزن خوشه ($r=0/904$) همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم به‌ترتیب با ضریب 0/706، 0/946، 0/819 و 0/836 با عملکرد بوته همبستگی

همبستگی صفات

با توجه به اینکه در محصولی مانند انگور، عملکرد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد، بنابراین همبستگی عملکرد بوته با سایر صفت مورد ارزیابی بررسی گردید. با توجه به نتایج حاصل، عملکرد

مثبت و معنی‌داری نشان دادند. همچنین نتایج بیانگر همبستگی معنی‌دار و مثبت عملکرد بوته با غلظت عناصر آهن ($r=0/734$)، منگنز ($r=0/735$)، روی ($r=0/965$) و بور ($r=0/860$) بود (جدول 6). همبستگی عملکرد انگور با سطح برگ و عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف، پیش‌تر توسط رسولی و همکاران (Rasoli et al., 2017)؛ ابیری و همکاران (Abiri et al., 2020) نیز گزارش شد. سطح برگ با تعیین میزان سبزی‌نگی گیاه نقش مهمی در میزان فتوسنتز و در

نتیجه رشد و عملکرد دارد (Khandani et al., 2022). از طرف دیگر، عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف علاوه بر تأمین نیاز غذایی گیاه، با حضور در ساختار بسیاری از مولکول‌های زیستی و نقش کاتالیزوری در فرآیندهای مختلف بیوشیمیایی از جمله فعالیت آنزیم‌های مختلف، رشد و عملکرد محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Doulati Baneh et al., 2015).

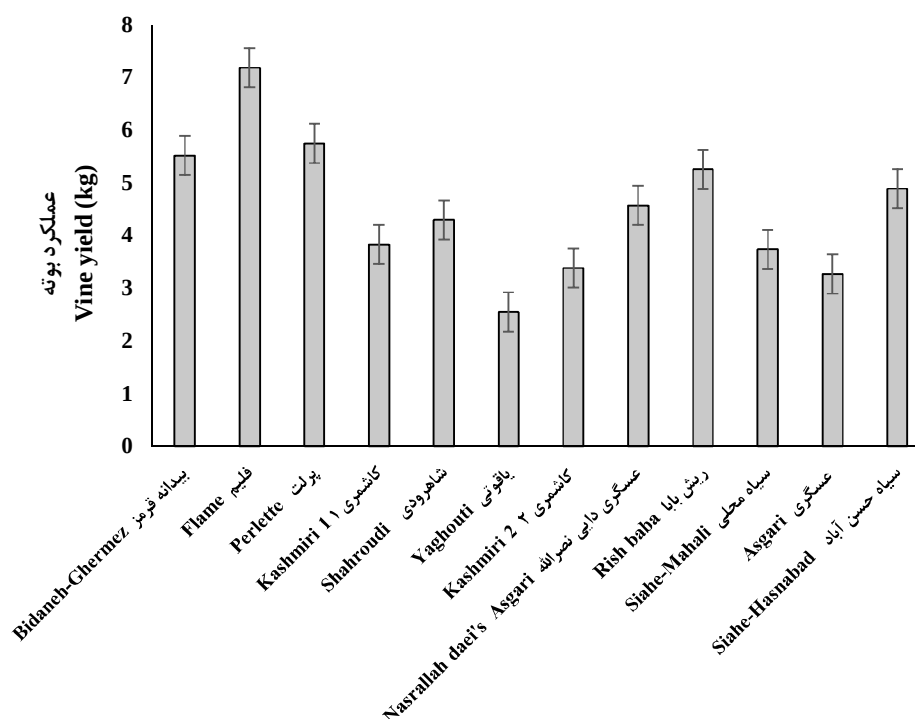
جدول 5- مقایسه میانگین خصوصیات خوشه ارقام مختلف انگور در دو سال مورد مطالعه

Table 5- Cluster traits of different grape cultivars in two studied years

تیمار Treatments	طول خوشه Cluster length (mm)	عرض خوشه Cluster width (mm)	وزن خوشه Cluster weight (g)	طول حبه Berry length (mm)	عرض حبه Berry width (mm)
سال Year					
1401	216.36±49.1 b*	109.8±17.80 a	151.12±40.24 b	18.48±3.99 a	14.49±2.76 a
2022					
1402	228.4±48.63 a	112.99±18.49 a	180.12±35.81 a	18.44±40 a	14.44±2.68 a
2023					
رقم Cultivar					
'بی‌دانه قرمز' 'Bidaneh-Ghermez'	258.18±9.77 bc	115.39±5.22 bc	186.12±26.31 b	13.5±0.44 h	11.89±0.78 e
'قلیم سیدلس' Flame seedless	287.06±28.14 a	123.01±7.12 abc	229.66±14.76 a	15.55±0.39 g	15.72±0.22 c
'پرلت' Perlette	275.17±16.75 ab	131.03±6.32 a	235.23±23.19 a	14.89±0.77 g	14.89±0.48 d
'کاشمیری 1' Kashmiri 1	228.25±11.44 d	103.78±6.94 d	144.52±19.22 cde	19.77±0.40 d	11.99±0.37 e
'شاهرودی' Shahrودي	228.66±14.44 d	116.64±10.46	131.26±9.19 e	20.95±0.79 c	17.33±0.22 b
'یاقوتی' Yaghouti	130.91±5.64 h	98.54±5.67 d	125.85±23.00 e	11.91±0.26 i	11.10±0.67 f
'کاشمیری 2' Kashmiri 2	169.09±14.14 g	64.17±8.19 e	147.61±23.66 cde	20.52±0.42 c	10.87±0.38 f
'عسگری دایی نصرالله' Asgari daei Nasrallah	191.04±10.02 ef	120.15±5.73 bc	161.87±28.41 bcd	18.62±0.29 e	14.12±0.12 d
'ریش بابا' Rish baba	249.66±16.28 c	123.74±5.24 ab	178.85±32.10 b	25.87±1.31 a	14.64±1.77 d
'سیاه محلی' Siahe-Mahali	200.52±16.63 e	104.5±9.30 d	138.66±16.45 de	23.24±0.26 b	19.70±0.42 a
'عسگری' Asgari	178.37±11.51 fg	114.5±3.83 c	136.24±15.01 de	17.01±0.10 f	14.11±0.31 d
'سیاه حسن آباد' Siahe-Hasnabad	271.64±11.08 ab	121.28±5.68 bc	171.56±18.98 bc	19.69±1.02 d	17.20±0.20 b

* در هر صفت و گروه مقایسه‌شده، تیمارهای با حروف یکسان اختلاف معنی‌داری ($p \leq 0.05$) با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن ندارند.

* Values followed by the same letter in each trait have no significant difference base on Duncan's multiple range test ($p \leq 0.05$)

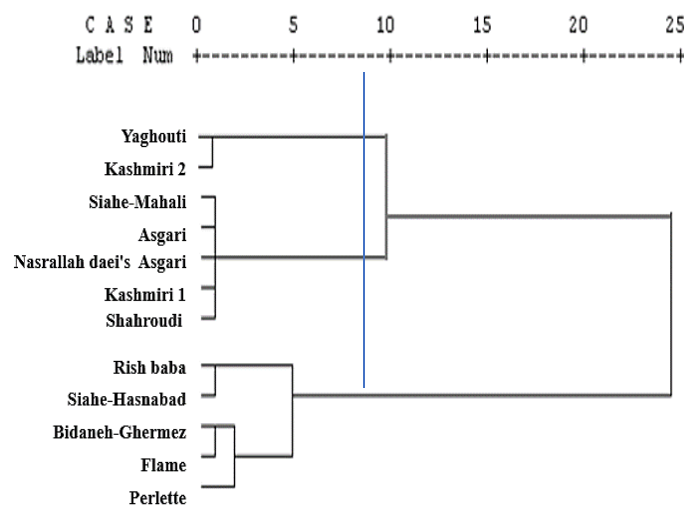


شکل 1- عملکرد بوته ارقام مختلف انگور در دو سال مورد ارزیابی (1401-1402 و 1400-1401)
Figure 1- The yield of different grape cultivars in two evaluated years 2021 and 2022 (DMRT, $p \leq 0.05$)

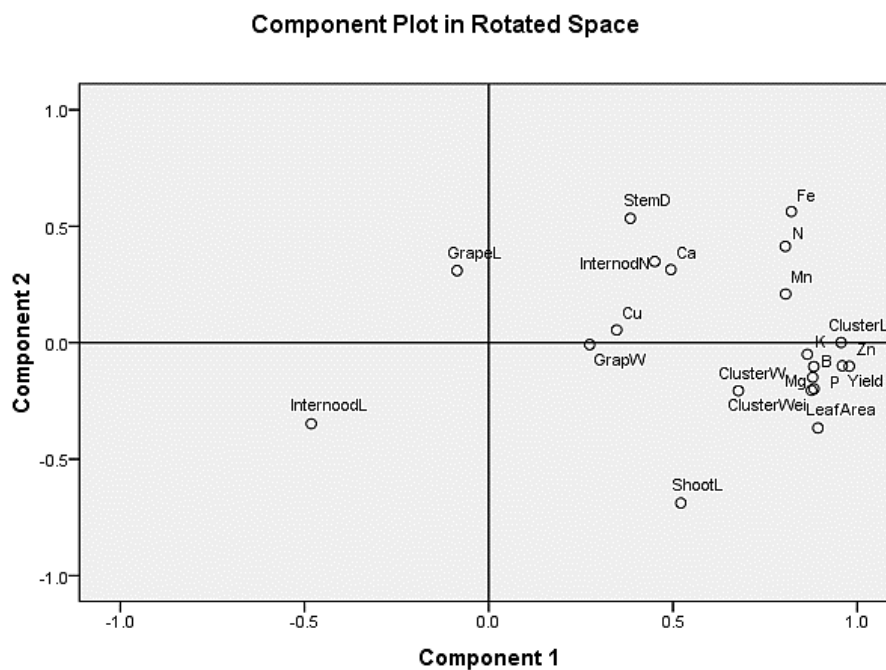
نتایج PCA، دو مؤلفه اول آزمایش 90/50 درصد از کل واریانس متغیرها را شامل شدند. اولین مؤلفه اصلی (PC1) دربرگیرنده 74/54 درصد از واریانس کل شامل صفات طول شاخه یک‌ساله (0/887 درصد)، سطح برگ (0/873 درصد)، وزن خوشه (0/891 درصد)، عملکرد بوته (0/839 درصد)، غلظت منیزیم (0/917 درصد)، غلظت روی (0/863 درصد) و غلظت بور (0/883) می‌باشد. قطر تنه (0/826 درصد)، تعداد میان‌گره (0/849 درصد) و فاصله میان‌گره (0/833- درصد) در دومین جزء اصلی (PC2) قرار گرفتند که 15/96 درصد از واریانس کل را شامل شد (شکل 3). این نتایج بیانگر تنوع بالا در صفات مزبور می‌باشد که بیشترین اثر را در ایجاد تفاوت در ارقام مورد مطالعه انگور داشتند. مقایسه نتایج تجزیه کلاستر و تجزیه به عامل‌ها بیانگر تطابق بالای نتایج این دو روش می‌باشد، چرا که گروه‌بندی در تجزیه کلاستر نیز بیشتر براساس تفاوت صفاتی بود که بیشترین نقش را در واریانس کل داشتند که در اولین و دومین مؤلفه اصلی قرار گرفتند.

تجزیه کلاستر و تجزیه به عامل‌ها

تجزیه کلاستر، ارقام مورد مطالعه انگور را در سه گروه قرار داد. گروه اول شامل ارقام پُرت، فلیم سیدلس، بی‌دانه قرمز، سیاه حسن آباد و ریش بابا می‌باشد که در صفاتی مانند سطح برگ، طول و وزن خوشه، عملکرد و غلظت عناصری مانند منیزیم و روی برتر از سایر ارقام مورد مطالعه بودند. ارقام شاهرودی، کاشمیری 1، عسگری دایی نصرالله، عسگری و سیاه محلی با عملکرد متوسط میوه در گروه دوم قرار گرفتند. گروه سوم شامل ارقام کاشمیری 2 و یاقوتی می‌باشد که در بیشتر صفات مورد مطالعه به‌ویژه عملکرد پایین‌تر از سایر ارقام بودند (شکل 2). تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA)، برای بررسی تفاوت بین صفات مورد مطالعه استفاده می‌شود و تنوع نسبی هر یک از اجزای تعیین‌شده، اهمیت آن‌ها را در واریانس کل صفات مورد سنجش نشان می‌دهد (Szűgyi-Reiczigel et al., 2022). در پژوهش حاضر، آزمون تجزیه به عامل‌ها جهت بررسی تنوع صفات اندازه‌گیری‌شده در ارقام مورد مطالعه انگور انجام گردید، با توجه به



شکل 2- تجزیه کلاستر ارقام انگور براساس صفات مورد ارزیابی
Figure 2- Cluster analysis (HCA) of grape cultivars based on evaluated traits



شکل 3- تجزیه به عامل‌ها براساس صفات مورد مطالعه در بین ارقام انگور
Figure 3- Biplot of the principal component analysis (PCA) based on the assayed traits among the grape cultivars

جدول ۶- همبستگی بین صفات رشدی، عملکردی و غلظت عناصر غذایی در ارقام مختلف انگور
Table 6- Correlation between growth and yield traits and concentration of nutrients in different grape cultivars

صفات Characters	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1 قطر تنه (۱) Trunk diameter (1)	1																				
2 طول شاخه یکساله (۲) Cane shoot length (2)	-0.10	1																			
3 تعداد میان‌گره (۳) No. internode (3)	.653*	.016	1																		
4 فاصله میان‌گره (۴) Internode length (4)	-.553	.028	-.968**	1																	
5 سطح برگ (۵) Leaf area (5)	.098	.629*	.203	-.266	1																
6 طول خوشه (۶) Cluster length (6)	.391	.480	.621*	-.642*	.826**	1															
7 عرض خوشه (۷) Cluster width (7)	.204	.645*	.407	-.380	.645*	.655*	1														
8 وزن خوشه (۸) Cluster weight (8)	.235	.678*	.171	-.166	.795**	.789**	.540	1													
9 طول چپه (۹) Berry length (9)	.317	-.470	.627*	-.566	-.202	.080	-.084	-.249	1												
10 عرض چپه (۱۰) Berry width (10)	.143	.079	.522	-.428	.232	.386	.470	.090	.460	1											
11 عملکرد بوته (۱۱) Vine yield (11)	.386	.549	.406	-.435	.895**	.896**	.632*	.904**	-.071	.273	1										
12 نیتروژن (۱۲) Nitrogen (12)	.717**	.273	.715**	-.687*	.487	.826**	.551	.642*	.161	.190	.706*	1									
13 فسفر (۱۳) Phosphorus (13)	.475	.558	.491	-.483	.807**	.825**	.665*	.838**	.047	.330	.946**	.710**	1								
14 پتاسیم (۱۴) Potassium (14)	.465	.508	.404	-.377	.828**	.811**	.770**	.673*	-.057	.374	.819**	.694*	.828**	1							
15 کلسیم (۱۵) Calcium (15)	.240	.087	.155	-.141	.305	.384	.559	.459	-.009	.144	.469	.518	.545	.566	1						
16 منیزیم (۱۶) Magnesium (16)	.177	.717**	.123	-.115	.809**	.801**	.592*	.946**	-.384	.106	.836**	.652*	.753**	.737**	.444	1					
17 آهن (۱۷) Iron (17)	.608*	.053	.510	-.538	.537	.761**	.446	.613*	.043	.184	.734**	.880**	.666*	.691*	.604*	.629*	1				
18 مس (۱۸) Copper (18)	.041	.029	-.286	.208	.408	.182	.050	.325	-.402	-.280	.377	.113	.374	.459	.536	.354	.356	1			
19 منگنز (۱۹) Manganese (19)	.509	.423	.656*	-.671*	.579*	.837**	.733**	.600*	-.086	.329	.735**	.840**	.720**	.745**	.530	.647*	.765**	.218	1		
20 روی (۲۰) Zinc (20)	.292	.565	.394	-.438	.908**	.924**	.632*	.915**	-.086	.209	.965**	.746**	.900**	.796**	.461	.890**	.748**	.336	.721**	1	
21 بور (۲۱) Boron (21)	.425	.726**	.492	-.463	.752**	.868**	.828**	.845**	-.100	.257	.860**	.793**	.837**	.798**	.485	.829**	.632*	.111	.831**	.857**	1

*: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و **: معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد
** and *: significant at 1% and 5% of probability levels, respectively

نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر، خصوصیات ریخت‌شناختی، عملکرد و غلظت برخی عناصر غذایی در 12 رقم انگور (بی‌دانه قرمز، 'قلیم سیدلس'،

'پرلت'، 'کاشمری 1'، 'شاهرودی'، 'یاقوتی'، 'کاشمری 2'، 'عسگری دایی نصرالله'، 'ریش بابا'، 'سیاه محلی'، 'عسگری' و 'سیاه حسن آباد') طی دو فصل رشد مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. نتایج بیانگر تفاوت

اول آزمایش 90/50 درصد از کل واریانس متغیرها را شامل شدند که مطابق با نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای بود. براساس یافته‌های این پژوهش، ارقام 'پرلت'، 'قلیم سیدلس'، 'بی‌دانه قرمز'، 'سیاه حسن آباد' و 'ریش بابا' از نظر صفات مورد ارزیابی به‌ویژه عملکرد نسبت به سایر ارقام برتر بود که پیشنهاد می‌شود برای انجام مطالعات و برنامه‌های به‌نژادی بیشتر مورد بررسی قرار گیرند.

معنی‌دار ارقام مورد مطالعه از نظر خصوصیات رشدی، اجرای عملکرد بوته و غلظت عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف بود. براساس نتایج سطح برگ، مشخصات خوشه و غلظت برخی عناصر غذایی (نیترژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم، آهن، منگنز، روی و بور) همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد بوته انگور داشتند. ارقام مورد مطالعه انگور براساس تجزیه خوشه‌ای در سه گروه با عملکرد بالا، متوسط و پایین قرار گرفتند. در تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA)، دو مؤلفه

References

1. Abiri, K., Rezaei, M., Tahanian, H., Heidari, P., & Khadivi, A. (2020). Morphological and pomological variability of a grape (*Vitis vinifera* L.) germplasm collection, *Scientia Horticulturae*, 266, 109285. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109285>
2. Akram, M.T., Qadri, R., Khan, M.A., Hafiz, I.A., Nisar, N., Khan, M.M., & Hussain, K. (2021). Morpho-phenological characterization of grape (*Vitis vinifera* L.) germplasm grown in northern zones of Punjab, Pakistan. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 58(4), 1223-1236. <https://doi.org/10.21162/PAKJAS/21.91>
3. Antolin, M.C., Toledo, M., Pascual, I., Irigoyen, J.J., & Goicoechea, N. (2020). The exploitation of local *Vitis vinifera* L. biodiversity as a valuable tool to cope with climate change maintaining berry quality. *Plants*, 10(1), 71. <https://doi.org/10.3390/plants10010071>
4. Bigard, A., Berhe, D.T., Maoddi, E., Sire, Y., Boursiquot, J.M., Ojeda, H., Péros, J.P., Doligez, A., Romieu, C., & Torregrosa, L. (2018). *Vitis vinifera* L. fruit diversity to breed varieties anticipating climate changes. *Frontiers in Plant Science*, 9, 455. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00455>
5. Bodor-Pesti, P., Taranyi, D., Deák, T., Nyitrai Sárdy, D.Á., & Varga, Z. (2023). A review of ampelometry: Morphometric characterization of the grape (*Vitis* spp.) leaf. *Plants*, 12(3), 452. <https://doi.org/10.3390/plants12030452>
6. da Silva, M.J.R., Paiva, A.P.M., Junior, A.P., Sánchez, C.A.P.C., Callili, D., Moura, M.F., & Tecchio, M.A. (2018). Yield performance of new juice grape varieties grafted onto different rootstocks under tropical conditions. *Scientia Horticulturae*, 241, 194-200. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.06.085>
7. Doulati Baneh, H., & Nejatian, M.A. (2018). Adaptability and comparison of bunch and berry characteristic of some commercial foreign and Iranian grape cultivars in Urmia. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 49(3), 681-692. (in Persian). <https://doi.org/10.22059/ijhs.2017.231217.1237>
8. Doulati Baneh, H., Taheri, M., Majidi, A., & Taheri, M. (2015). Amount of macronutrients and micronutrients in petiole of some Iranian and imported grape cultivars. *Journal of Horticultural Science*, 29(3), 397-405. (in Persian). <https://doi.org/10.22067/jhorts4.v0i0.28029>
9. Doulati Baneh, H. (2015). *Grapes (Comprehensive Management of Cultivation, Breeding, Production and Processing)*. Kurdistan University Press, Sanandaj, Iran. 674 p. (in Persian)
10. Emami, A. (1996). Plant decomposition methods. Vol. 1. Technical leaflet No. 982. Soil and Water. Research Institute, Tehran, Iran. (in Persian)
11. Frioni, T., Bertoloni, G., Squeri, C., Garavani, A., Ronney, L., Poni, S., & Gatti, M. (2020). Biodiversity of local *Vitis vinifera* L. germplasm: A powerful tool toward adaptation to global warming and desired grape composition. *Frontiers in Plant Science*, 11, 608. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00608>
12. Haddadinejad, M., Ebadi, A., Moghaddam, M.R.F., & Nejatian, M.A. (2013). Primary morphological screening of 698 grapevine genotypes to select drought tolerant rootstocks. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 44(2), 193-207. (in Persian). <https://doi.org/10.22059/ijhs.2013.35052>
13. Jahnke, G., Nagy, Z.A., Koltai, G., Oláh, R., & Májer, J. (2021). Morphological, phenological and molecular diversity of woodland grape (*Vitis sylvestris* Gmel.) genotypes from the Szigetköz, Hungary. *Mitteilungen Klosterneuburg*, 71, 90-98.
14. Karami, R. (2014). Evaluation morphological of turkmenistan and Iran cultivar grapevine and comparison of their vegetative and reproductive traits. M.Sc Thesis in Persian Gulf University. Bushehr, Iran. 77 p.
15. Karimi, R., & Salimi, F. (2021). Iron-chlorosis tolerance screening of 12 commercial grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars based on phytochemical indices. *Scientia Horticulturae*, 283, 110111. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110111>
16. Karimi, R., & Koulivand. (2019). Soluble sugars, phenolic acids and antioxidant capacity of grape berries as affected by iron and nitrogen. *Acta Physiologiae Plantarum*, 41(7), 1-11. <http://dx.doi.org/10.1007/s11738-019-2910-1>

17. Kasnazany, S.A.S., Noori Mirza, A., Raouf Mahmood, A.M., Abdul Rahman, S.S., Shamsadden Hameed, J., & Nasrulla, K.B. (2023). A comparison of nine grape *Vitis vinifera* L. cultivars growing in Iraq's Kurdistan region in terms of their vegetative growth and physicochemical traits. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1213, 012044. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1213/1/012044>
18. Kazemi, M., Rasouli, M., Maleki, M., Abdoli, M., & Rostami -Borujeni, M. (2022). Evaluation of phenotypic and genetic diversity of some native and foreign grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars and genotypes based on morphological, phenological, biochemical and fruit characteristics (Case study: Khuzestan province, south-west of Iran). The 22nd National and 10th International Congress on Biology, Shahrekord University, Shahrekord, Iran. 31 August to 2 September 2022.
19. Khandani, Y., Gholami, M., Sarikhani, H., & Chehregani Rad, A. (2022). Response of some vegetative and physiological traits of Iranian and foreign grape cultivars to drought stress. *Plant Process and Function*, 11(51), 10. <http://dorl.net/dor/20.1001.1.23222727.1401.11.51.10.7>
20. Leão, P.C.D.S., & Oliveira, C.R.S.D. (2023). Agronomic performance of table grape cultivars affected by rootstocks in semi-arid conditions. *Bragantia*, 82, e20220176. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20220176>
21. Lindsay, W.L., & Norvell, W.A. (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42, 421-428. <https://doi.org/10.2136/sssaj1978.03615995004200030009x>
22. Mirfatah, S.M.M., Rasouli, M., Gholami, M., & Mirzakhani, A. (2024). Phenotypic diversity of some Iranian grape cultivars and genotypes (*Vitis vinifera* L.) using morpho-phenological, bunch and berry traits. *Journal of Horticulture and Postharvest Research*, 7(2), 115-140. <https://doi.org/10.22077/jhpr.2024.7165.1355>
23. Rasoli, V. (2023). Yield stability of fifteen foreign introduced grapevine varieties in deficit irrigation conditions. *Research in Horticultural Sciences*, 1(2), 241-252. (in Persian). <https://doi.org/10.22092/rhsj.2023.129172>
24. Rasoli, Y., Ghaderi, N., & Khadivi, A. (2017). Morphological variation and marker-fruit trait associations in a collection of grape (*Vitis vinifera* L.). *Scientia Horticulturae*, 225, 771-782. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.08.007>
25. Rasouli, M., & Kalvandi, Z. (2022). Investigating the morphological and pomological diversity of some grape cultivars and genotypes collected from different regions of Iran. The First National Conference on Production and PostHarvest Technology of Horticultural Plants, Birjand University, Birjand, Iran. <https://civilica.com/doc/1533228>
26. Razi, M., Darvishzadeh, R., Doulati Baneh, H., Amiri, M.E., & Martinez-Gomez, P. (2021). Estimating breeding value of pomological traits in grape cultivars based on REMAP molecular markers. *Plant Productions*, 44(4), 515-530. <https://doi.org/10.22055/ppd.2020.34003.1925>
27. Schaller, K., & Löhnertz, O. (1990). Investigations on the nutrient uptake efficiency of different grape root-stock species and cultivars. In: El Bassam, N., Dambroth, M., & Loughman, B.C. (eds) Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition. Developments in Plant and Soil Sciences, vol 42. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-009-2053-8_13
28. Szűgyi-Reiczigel, Z., Ladányi, M., Bisztray, G.D., Varga, Z., & Bodor-Pesti, P. (2022). Morphological traits evaluated with random forest method explains natural classification of grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars. *Plants*, 11, 3428. <https://doi.org/10.3390/plants11243428>
29. Villano, C., Corrado, G., Basile, B., Di Serio, E., Mataffo, A., Ferrara, E., & Aversano, R. (2023). Morphological and genetic clonal diversity within the 'Greco Bianco' grapevine (*Vitis vinifera* L.) variety. *Plants*, 12(3), 515. <http://dx.doi.org/10.3390/plants12030515>
30. Vivin, P., Lebon, E., Dai, Z.W., Duchêne, E., & Marguerit, E. (2017). Combining ecophysiological models and genetic analysis: A promising way to dissect complex adaptive traits in grapevine. *Oeno One*, 51, 181-189. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2017.51.2.1588>
31. Zhou, Y., Massonnet, M., Sanjak, J., Cantu, D., & Gaut, B.S. (2017). The evolutionary genomics of grape (*Vitis vinifera* ssp. *vinifera*) domestication. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114, 11715-11720. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1709257114>