The University of Tehran Press

Iranian Journal of Horticultural Science

Online ISNN: 2008-482X

Homepage: http:// ijhs.ut.ac.ir/

Morphological Evaluation of Some Caprifig (*Ficus carica* var. *caprificus*) Genotypes in Fars Province

Ardeshir Nadikaramzadeh[1], Hossein Ali Asadi-Gharneh[2]✉, Hamid Zare[3]

1. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) Branch, Isfahan, Iran. E-mail: ardeshirnk@gmail.com
2. Corresponding Author, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran. E-mail: h.asadi@khuisf.ac.ir
3. Fig Research Station, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Estahban, Iran. E-mail: hamidzare777@gmail.com

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 30 July 2023

Received in revised form: 22 January 2024

Accepted: 30 January 2024

Published online: Summer 2024

Keywords:

Blastophaga wasp,

Breeding program,

Cluster analysis.

ABSTRACT

Since the investigation of characteristics of genotypes and cultivars is the first step in breeding projects, this study was conducted to evaluate 41 morphological and physiological characteristics and 7 qualitative characteristics of caprifig cultivars (Sibi, Khakestooni, Atashi, Pouzdonbali, Daneh-Sefid, and Koohi), based on a completely randomized block design with three replications. The results showed that tree growth habit was in two forms of semi-erect (Khakestooni, Atashi, Pouzdonbali, Daneh-Sefid, and Koohi) and spread (Sibi). Cultivars formed three groups based on the dominant type of leaves, that included entire (without lobes) (Khakestooni), three-lobed (Pouzdonbali, Daneh-Sefid, and Koohi) and five-lobed (Atashi and Sibi). The fruit shape was predominantly pyriform, which was observed in Atashi, Daneh-Sefid and Koohi cultivars. The maximum fruit length and width were in Atashi cultivar (21.33 mm and 22.33 mm, respectively). The fruit neck length was long in Atashi cultivar and the fruit weight was the highest in Sibi cultivar. The Fruit skin ground colour showed strong diversity, including green-yellow in Sibi, Daneh-Sefid and Pozdenbali cultivars, purple in Koohi and Atashi cultivars, and violet in Khakestooni cultivar. The fruit number per branch was low in all cultivars except Koohi. The number of pollens inside the fruit was highly variable among cultivars, including low in Atashi and Sibi, moderate in Khakestooni and Daneh-Sefid, and high in Pouzdonbali and Koohi. There was the highest number of male and female *Blastophaga* wasp in Khakestooni cultivar. Our study demonstrated great morphological and physiological variation among the caprifig cultivars, which makes them valuable genetic resources to incorporate into breeding programs in addition to their use for caprification.

Cite this article: Nadikaramzadeh, A., Asadi-Gharneh, H. A. & Zare, H. (2024). Morphological Evaluation of Some Caprifig *(Ficus carica var. caprificus)* Genotypes in Fars Province. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 55 (2), 241-256. DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2024.361584.2115

© The Author(s).

Publisher: The University of Tehran Press.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2024.361584.2115

Extended Abstract

Introduction

Fig (*Ficus carica* L.) belongs to the Moraceae family. The fig trees are cultivated for their fruits in warm and dry climates. Fig is a gynodioecious species, and thus many varieties require pollination to produce fruits, a process known as caprification. Caprification is the pollination of long-styled female flowers of the edible fig by *Blastophaga psenes* L. wasps carrying the pollen from the profichi of the caprifig (*F. carica* var. *caprificus* Risso). Caprifig trees with high quality pollen are essential for good yields.

The development of new cultivars of fruits critically depends on breeders and growers having access to the genetic diversity in order to develop cultivars with higher yields, resistant to pests and diseases, tolerant to abiotic stresses, making more efficient use of resources, and producing new and better quality products. In fact, characterization based on morphological parameters is usually affected by ecological conditions and agronomic practices, however these attributes are a greatly suggested first step in advance of beginning biochemical or molecular evaluations.

Materials and methods

The experiment was carried out in the Fig Research Station, Estahban, Iran. In this research, 38 morphological characteristics and 7 qualitative characteristics of caprifig (Sibi, Khakestooni, Atashi, Pouzdonbali, Daneh-Sefid, and Koohi) cultivars were investigated. The experiment was conducted as a completely randomized block design with three replications. Data were analysed using the SAS software (Ver. 9.4) and significant differences among the mean values were compared by DMRT at $P \leq 0.05$.

Results and discussion

The results of morphological and physiological study showed that tree growth habit was semi-erect (Khakestooni, Atashi, Pouzdonbali, Daneh-Sefid, and Koohi cultivars) and spread (Sibi cultivar). Cultivars formed three groups based on the dominant type of leaves, that included entire (without lobes) (Khakestooni), three-lobed (Pouzdonbali, Daneh-Sefid, and Koohi) and five-lobed (Atashi and Sibi). The fruit shape was predominantly pyriform, which was observed in Atashi, Daneh-Sefid and Koohi cultivars. The maximum fruit length and width were in Atashi cultivar (21.33 mm and 22.33 mm, respectively). The longest fruit neck length was measured in Atashi cultivar and the highest fruit weight was obtained in Sibi cultivar. The fruit skin ground colour showed strong diversity, including green-yellow in Sibi, Daneh-Sefid and Pozdenbali cultivars, purple in Koohi and Atashi cultivars, and violet in Khakestooni cultivar. All cultivars except Koohi had a low fruit number per branch in. The number of pollens inside the fruit was highly variable, including low in Atashi and Sibi cultivars, moderate in Khakestooni and Daneh-Sefid cultivars, and high in Pouzdonbali and Koohi cultivars. There was the highest number of male and female *Blastophaga* in Khakestooni cultivar. The maximum chlorophyll a, b, total chlorophyll and carotenoid contents were recorded in the Sibi cultivar. The anthocyanin content in Atashi cultivar was the greatest in comparision with other cultivars (0.031 µmol/g). Extract fruit pH varied from 6.05 to 6.64 with the greatest value in Daneh-Sefid cultivar. Total soluble solids (TSS) ranged from 9.31 to 10.92 °Brix. The highest TSS was recorded in Khakestooni cultivar. Khakestooni (0.20%) and Pouzdonbali (0.07%) had the maximum and minimum content of titratable acidity, respectively.

This study provided critical insights into the morphological diversity of *Ficus carica* var. *caprificus* as a key pollinator species for edible figs. As figs are economically important in many regions, understanding the genetic variability among caprifigs can significantly impact fig fruit production and quality by enhancing breeding and cultivation practices. The fruit morphology showed considerable diversity, with predominantly pyriform shapes observed among several cultivars. This shape may affect the pollination efficiency and subsequent fruit set, emphasizing the need for extensive characterization to enhance breeding strategies. Interestingly, the Atashi cultivar exhibited the largest fruits, which could indicate a potential target for breeders aiming to enhance fig size in edible varieties. The findings regarding chlorophyll and carotenoid contents suggest that certain genotypes, like Sibi, have the potential for increasing photosynthetic efficiency, contributing to better growth and higher yields. Future breeding strategies can leverage this morphological and physiological knowledge to introduce desirable traits into edible fig varieties, ultimately enhancing agricultural productivity and sustainability.

Conclusion

Our study revealed significant morphological variation among the caprifig cultivars, which makes them valuable genetic resources for incorporation in breeding programs, in addition to their utilization for caprification.

انتشارات دانشگاه تهران

نشریه علوم باغبانی ایران، دوره ۵۵، شماره ۲

شاپا الکترونیکی: ۲۴۲۳-۷۹۳۰

Homepage: http://ijhs.ut.ac.ir//

بررسی ریخت‌شناسی برخی از نژادگان‌های برانجیر *(Ficus carica var. caprificus)* در استان فارس

اردشیرنادی‌کرم زاده[۱] | حسینعلی اسدی قارنه[۲]✉ | حمید زارع[۳]

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران. رایانامه: ardeshirnk@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران. رایانامه: h.asadi@khuisf.ac.ir

۳. ایستگاه تحقیقات انجیر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، استهبان، ایران. رایانامه: hamidzare777@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۰۸
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۱/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۰
تاریخ انتشار: تابستان ۱۴۰۳

کلیدواژه‌ها:
برنامه اصلاحی، تجزیه خوشه‌ای، زنبور بلاستوفاگا.

چکیده

بررسی ویژگی‌های گوناگون ژنوتیپ‌ها و ارقام گام نخست در پژوهش‌های اصلاحی به شمار می‌رود. در این پژوهش به بررسی ۴۱ ویژگی ریخت‌شناسی و صفات فیزیولوژیک برانجیرهای سیبی، خاکستونی، آتشی، پوزدنبالی، دانه سفید و کوهی، در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار، پرداخته شد. نتایج نشان داد که عادت رشد درخت به دو صورت نیمه‌افراشته (خاکستونی، آتشی، پوزدنبالی، دانه سفید و کوهی) و گسترده (سیبی) بود. ارقام بر اساس تیپ غالب برگ سه گروه را تشکیل دادند که شامل برگ کامل (بدون لوب) (خاکستونی)، سه لوبی (دانه‌سفید، پوزدنبالی و کوهی) و پنج لوبی (آتشی و سیبی) بود. شکل غالب میوه گلابی شکل بود که در ارقام آتشی، دانه سفید و کوهی مشاهده شد. بیشترین طول و عرض میوه در رقم آتشی (به‌ترتیب ۲۱/۳۳ میلی‌متر و ۲۲/۳۳ میلی‌متر) بود. بیشترین طول گردن میوه در رقم آتشی، در حالی‌که بیشترین وزن میوه در رقم سیبی به‌دست آمد. رنگ زمینه پوست میوه دارای تنوع بالایی بود که شامل سبز–زرد در ارقام سیبی، دانه‌سفید و پوزدنبالی، بنفش در خاکستونی و ارغوانی رنگ در کوهی و آتشی بود. در تمامی ارقام به‌جز رقم کوهی تعداد میوه در شاخه کم بود. مقدار گرده درون میوه دارای تنوع بالایی بود که شامل کم در ارقام آتشی و سیبی، متوسط در ارقام خاکستونی و دانه سفید و زیاد در پوزدنبالی و کوهی بود. بیشترین تعداد زنبور بلاستوفاگای نر و ماده در رقم خاکستونی وجود داشت. این مطالعه تنوع صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک زیادی را در میان ارقام برانجیر نشان داد که باعث می‌شود این ارقام منابع ژنتیکی با ارزشی به‌منظور گنجاندن در برنامه‌های اصلاحی علاوه بر استفاده از آن‌ها برای بردهی باشند.

استناد: نادی کرم زاده، اردشیر؛ اسدی قارنه، حسینعلی و زارع، حمید (۱۴۰۳). بررسی ریخت‌شناسی برخی از نژادگان‌های برانجیر *(Ficus carica var. caprificus)* در استان فارس. *نشریه علوم باغبانی ایران*، ۵۵ (۲)، ۲۵۶-۲۴۱. DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2024.361584.2115

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2024.361584.2115

مقدمه

انجیر از اولین گیاهانی بوده است که[1] به‌صورت اهلی درآمده است. این گیاه در نواحی گرمسیری و نیمه‌گرمسیری رویش دارد. انجیر یک گونه ماده–دوپایه است[2] (Mirheidari *et al*., 2020; Pereira *et al*., 2015) و بنابراین بسیاری از ارقام آن برای تولید میوه نیاز به گرده‌افشانی دارند. بردهی به فرایند گرده‌افشانی گل‌های ماده[3] با خامه بلند انجیر خوراکی توسط زنبورهای *Blastophaga psenes* L. حامل گرده از میوه برانجیر گفته می‌شود (Mirheidari *et al*., 2020; Perĕira *et al*., 2015). فرآیند بردهی باید دو یا سه بار تکرار شود تا بازدهی اقتصادی حاصل شود، زیرا سیکونیوم درختان انجیر ماده به تدریج پذیرا می‌شود. بنابراین تعیین دو یا سه رقم برانجیر برای افزایش دوره بردهی ضروری است (Zare, 2008). درختان برانجیر که دارای گرده باکیفیت می‌باشند، برای بردهی خوب ضروری هستند (Koşar *et al*., 2022).

کشورهای ترکیه، مصر، الجزایر، مراکش و ایران به‌ترتیب با تولید ۳۵۰۰۰۰، ۲۹۹۴۵۰، ۱۱۶۱۴۳، ۱۴۴۲۴۶ و ۸۵۲۴۶ تن انجیر در سال، پنج کشور برتر تولیدکننده انجیر در سال ۲۰۲۲ میلادی می‌باشند که حدود ۶۴ درصد تولید کل این محصول باغی به این کشورها تعلق دارد. همچنین، کشورهای ترکیه (۷۳۰۰۰ تن)، ایران (۲۰۰۰۰ تن)، افغانستان (۱۰۰۰۰ تن)، اسپانیا (۹۰۰۰ تن) و آمریکا (۸۰۰۰ تن) به ترتیب بیشترین میزان تولید سالیانه انجیر خشک را به خود اختصاص داده‌اند (FAO, 2022).

تنوع ژنتیکی قابل توجه در گونه‌های انجیر منجر به ایجاد ژنوتیپ‌های جدید با خواص مطلوب شده‌است. بر اساس آخرین گزارش‌ها، در حال حاضر بیش از ۶۰۰ رقم و ژنوتیپ تولیدکننده میوه شناخته شده‌است که از نظر مورفولوژی برگ، قدرت رشد، رنگ داخلی و خارجی میوه، طعم و شاخص کیفیت میوه، شکل، قطر روزنه و ضخامت میوه متمایز هستند (Salimpour *et al*., 2019).

شناخت ارقام انجیر در احداث باغ، مدیریت منابع ژنتیکی و انتخاب والدین برای تلاقی در برنامه‌های به‌نژادی اهمیت ویژه‌ای دارد. ارقام انجیر از نظر باغبانی با توجه به نوع و ساختار گل و نیاز به گرده‌افشانی و تلقیح برای رشد و رسیدن میوه به دو گروه برانجیر و انجیر خوراکی تقسیم می‌شوند. انجیر خوراکی و برانجیر با زنبورهای بلاستوفاگا و تولید چرخه‌های متفاوت محصول با هم در ارتباط هستند. میوه‌های برانجیر به دلیل دارا بودن زنبور بلاستوفاگا و دانه گرده کافی به‌عنوان منبع گرده‌افشانی برای درختان انجیر خوراکی محسوب می‌شوند. همچنین، برانجیرها به‌عنوان منبع گرده هم برای ترویج تشکیل میوه در انجیر خوراکی و هم به عنوان ژرم‌پلاسم در برنامه‌های اصلاح نژاد انجیر ارزشمند هستند (Mirheidari *et al*., 2020).

کشت انجیر در سال‌های اخیر به دلیل سازگاری وسیع، زودبازده بودن و عملکرد بالا، مقاومت نسبی به آفات و بیماری‌ها و مدیریت ساده این محصول در نقاط مختلف جهان به سرعت توسعه یافته است (Jamali & Amin, 2022). این امر اهمیت حفاظت و توسعه ژرم‌پلاسم انجیر را افزایش می‌دهد. حفظ واریته‌های محلی، برای کشت تجاری نیازمند شناسایی ژرم‌پلاسم موجود است. ایران یکی از مناطق اصلی تنوع ژنتیکی انجیرهای وحشی و خوراکی در دنیا می‌باشد. بیش از ۹۵ درصد سطح زیرکشت انجیر ایران در باغ‌های استان فارس قراردارد (Ahmadi *et al*., 2020). اکثر مطالعات قبلی بر روی ارقام تجاری خوراکی متمرکز شده‌اند، در حالی‌که مطالعات روی ارقام برانجیر نادر است. برانجیر می‌تواند منبع ارزشمندی برای برنامه‌های اصلاحی باشد، زیرا به‌طور طبیعی در شرایط کم‌تر از بهینه رشد می‌کند و اهلی نمی‌شود. تقویت تحقیقات در مورد تنوع ژنتیکی–شیمیایی ژرم‌پلاسم برانجیر برای حفاظت از ژرم‌پلاسم، اصلاح کارآمد و تولید رضایت‌بخش از اهمیت علمی برخوردار است. از طرفی، استان فارس که به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مراکز تولید انجیر در کشور به شمار می‌رود، دارای ارقام و ژنوتیپ‌های مختلفی است که از دیدگاه اصلاحی دارای اهمیت ویژه‌ای هستند. بررسی این ژنوتیپ‌ها و ارقام گام نخست در پروژه‌های

1 *Ficus carica* L
2 Gynodioecious
3 Caprification
4 *Ficus carica* var. *caprificus* Risso

اصلاحی به شمار می‌رود. با توجه به بررسی‌های انجام‌شده تاکنون مطالعات کمی در این خصوص انجام شده است. بنابراین، در پژوهش حاضر ارزیابی تنوع مورفولوژیک و پومولوژیک ارقام مختلف برانجیر استهبان به‌عنوان مهم‌ترین منطقه تولید انجیر در ایران مورد ارزیابی قرار گرفته است.

پیشینهٔ پژوهش

توسعه ارقام جدید میوه اساساً به اصلاح‌گرها و پرورش‌دهندگانی که به تنوع ژنتیکی دسترسی دارند بستگی دارد، تا ارقامی با عملکرد بالاتر، مقاوم در برابر آفات و بیماری‌ها، متحمل به تنش‌های غیرزیستی، استفاده بهینه از منابع و تولید محصولات جدید و باکیفیت بهتر را توسعه دهند. در واقع، ویژگی‌های مورفولوژیک به‌طور کلی تحت تأثیر شرایط محیطی و اقدامات زراعی هستند، اما این ویژگی‌ها اولین گام توصیه‌شده قبل از شروع مطالعات بیوشیمیایی یا مولکولی به‌شمار می‌روند (Aradhya *et al*., 2010; Simsek *et al*., 2020). خصوصیات فنوتیپی باید در هر برنامه‌ای برای حفاظت و استفاده از منابع ژنتیکی گنجانده شود. برای حفظ و استفاده بهتر از منابع ژنتیکی، متغیرهای مناسب باید با دقت انتخاب شوند و توصیف تنوع مورفولوژیک در مجموع باید به‌طور دقیق انجام گردد (Caliskan *et al*., 2017).

در مطالعات قبلی تنوع مورفولوژیکی توده‌های انجیر گزارش شده‌است و استفاده از ویژگی‌های مورفولوژیکی قابل تکرار برای مشخص کردن توده‌ها تایید شده‌است (Caliskan & Polat, 2012; Caliskan *et al*., 2017; Giraldo *et al*., 2010). ارزیابی مورفولوژیکی همچنین اطلاعاتی در مورد تنوع انجیر ارائه کرده است. گزارش شده‌است که کلون‌های محلی انجیر مراکش منبع غنی تنوع هستند (Hssaini *et al*., 2020b). نتایج مشابهی برای انجیر وحشی ایرانی گزارش شده است (Fatahi *et al*., 2017). مطالعه انجام شده در کشور برزیل با استفاده از صفات مورفولوژیک تنوع زیادی را در توده‌های مختلف انجیر نشان داده است. استفاده از صفات مورفولوژیک ضمن شناسایی توده‌های برتر و دارای صفات مطلوب، امکان استفاده از آن‌ها در برنامه‌های اصلاحی انجیر را نیز فراهم ساخته است (Rodrigues *et al*., 2019).

ارقام معمول در شهرستان استهبان استان فارس عبارتند از: ۱۴ نژادگان خوراکی به‌نام‌های سبز، سیاه، شاه انجیر، متی، کشکی، رونو، کله گربه‌ای، گیلاسی، اتابکی، دم دراز، برگ انجیری، پیوس سیاه، مرواریدی و بنفش خارجی. همچنین، ۷ نژادگان برانجیر نیز به نام‌های آتشی، خاکستونی، سیبی، دانه سفید، پوزدنبالی، کوهی و مهارلویی در این منطقه موجود می‌باشد که از دو رقم پوزدنبالی و دانه سفید بیشتر برای گرده‌افشانی استفاده می‌شود. در رقم پوزدنبالی تعداد زنبور های بلاستوفاگا نسبت به رقم دانه سفید بیشتر بوده و زنبورها در طول مدت یک هفته به‌تدریج از میوه خارج می‌شوند. رقم پوزدنبالی غالب‌ترین رقم برانجیر در منطقه استهبان بوده که میوه آن غیر خوراکی و زودرس می‌باشد و به همین دلیل برای بردادن، بیشتر از این رقم استفاده می‌گردد. در رقم دانه سفید تعداد زنبور در داخل میوه کم است، همچنین میوه زمستانه دارای گرده کم بوده و میوه این رقم غیرخوراکی، دیررس و مقاوم به سرما می‌باشد.

روش‌شناسی پژوهش

مواد گیاهی

درپژوهش حاضر، درمجموع شش رقم برانجیر شامل آتشی، خاکستونی، سیبی، دانه سفید، پوزدنبالی و کوهی از منطقه استهبان با مختصات جغرافیایی ۲۸ درجه و ۵۰ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۳۵ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱۷۳۱ متر از سطح دریا واقع در استان فارس انتخاب و مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت.

اندازه‌گیری خصوصیات مورفولوژیک و پومولوژیک

شناسایی مواد گیاهی با استفاده از دستورالعمل ملی آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری انجیر انجام شد. در مجموع ۳۸ ویژگی مورفولوژیک و پومولوژیک مورد ارزیابی قرار گرفت که ۱۳ مورد کمی و ۲۵ مورد کیفی بود. برای هر رقم تعداد سه درخت سالم و مناسب به‌طور کاملاً تصادفی انتخاب و از ارقام مورد تحقیق یادداشت‌برداری یا نمونه‌برداری انجام شد. متغیرهایی شامل طول میانگره، طول پهنک برگ، عرض پهنک برگ، طول دمبرگ، ضخامت دمبرگ، طول میوه، و عرض میوه با کولیس دیجیتال اندازه‌گیری گردید. وزن تازه میوه با ترازوی دیجیتال با دقت۰/۰۱گرم اندازه‌گیری گردید. علاوه براین، ۲۵ صفت بر اساس رتبه بندی و کدگذاری به صورت کیفی برآورد شد که شامل پایک جوانه، اندازه جوانه انتهایی، عادت رشد درخت، قدرت رشد درخت، رنگ شاخه یک ساله، تراکم شاخه یک ساله، تعداد میان‌گره، گرایش شاخه دوساله، تیپ غالب برگ، تعداد برگ در هر شاخه، شکل لوب مرکزی برگ، شکل قاعده برگ (سینوس دمبرگ)، رنگ دمبرگ، شکل میوه، اندازه میوه، اندازه روزنه، طول دم‌میوه، طول گردن میوه، رنگ زمینه پوست میوه، رنگ روی پوست میوه، شکفتگی روزنه میوه، رگه‌های برجسته میوه، تعداد میوه در شاخه، سهولت پوست‌برداری میوه، و مقدار گرده درون میوه بود. همچنین، نسبت طول به عرض جوانه، نسبت طول لوب مرکزی به طول پهنک برگ، نسبت طول دمبرگ به طول پهنک و تعداد زنبور بلاستوفاگا نر و ماده اندازه‌گیری شد.

کلروفیل و کاروتنوئید

برای اندازه‌گیری مقدار کلروفیل a، b و کلروفیل کل و کاروتنوئید، ۰/۱ گرم نمونه تازه از برگ هر رقم مورد استفاده قرار گرفت. به هر لوله آزمایش حاوی نمونه، ۵ میلی‌لیتر دی متیل سولفوکسید اضافه شد و در لوله آزمایش در بسته به مدت ۲۴ ساعت در جای تاریک نگه‌داری گردید. سپس از روشناور برای اندازه‌گیری کلروفیل و کاروتنوئید استفاده گردید. آزمایش به روش اسپکتروفتومتری انجام و مقادیر جذب کلروفیل a، b و کاروتنوئید به‌ترتیب در طول موج های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر قرائت گردید. از دی متیل سولفوکسید به عنوان بلانک استفاده شد و با استفاده از رابطه‌های زیر مقدار کلروفیل بدست آمد (Hiscox & Israelstam ,1979).

رابطه ۱) $\text{کلروفیل a} = (19.3A_{663} - 0.86A_{645}) \times \text{حجم نهایی}/100 \times \text{وزن نمونه}$

رابطه ۲) $\text{کلروفیل b} = (19.3 \times A_{645} - 3.6A_{663}) \times \text{حجم نهایی}/100 \times \text{وزن نمونه}$

رابطه ۳) $\text{کلروفیل کل} = \text{کلروفیل a} + \text{کلروفیل b}$

رابطه ۴) $\text{کاروتنوئید} = (1000A_{470} - 1.8 \text{ کلروفیل a} - 85.2 \text{ کلروفیل b})/198$

میزان آنتوسیانین میوه

به‌منظور تعیین میزان آنتوسیانین میوه، ۱ گرم از گوشت میوه با ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی ساییده شد و عصاره‌ها برای ۲۴ ساعت در تاریکی و دمای ۴ درجه سلسیوس نگه‌داری شدند، سپس با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند و جذب محلول روشناور با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج های ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر قرائت گردید. نتایج به صورت میکرومول بر گرم وزن تازه میوه بیان شد (Kim *et al*., 2003).

میزان مواد جامد محلول، پی‌اچ، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون

برای اندازه‌گیری میزان مواد جامد محلول، پی‌اچ عصاره و اسیدیته قابل تیتراسیون به‌ترتیب از دستگاه رفراکتومتر، پی‌اچ متر و روش تیتراسیون استفاده شد. برای تهیه عصاره، پنج گرم از بافت میوه ارقام مورد مطالعه آسیاب شد و با ۳۰ میلی‌لیتر آب

مقطر مخلوط گردید. سپس نمونه‌های حاصله بوسیله پارچه کتانی فیلتر شدند و عصاره به دست‌آمده برای آنالیزهای بعدی مورد استفاده قرار گرفت. برای تعیین اسیدیته قابل تیتراسیون، به عصاره میوه استخراج شده قطره قطره سود یک دهم نرمال اضافه گردید و براساس مقدار سود مصرفی تا رسیدن به پی‌اچ برابر ۸/۳، میزان اسیدهای قابل تیتراسیون محاسبه گردید (Paul *et al.*, 2010)

تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار (SAS نسخه ۹/۴) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین داده ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P\leq$ ۰/۰۵) محاسبه شد.

یافته‌های پژوهش

بر اساس نتایج به دست آمده، تغییرات قابل‌توجهی در میان ارقام برانجیر مورد مطالعه بر اساس ویژگی‌های مورفولوژیک آشکار شد. عادت رشد درخت به‌صورت نیمه‌افراشته در ارقام خاکستونی، آتشی، پوزدنبالی، دانه سفید و کوهی و گسترده در رقم سیبی مشاهده شد. تراکم شاخه به سه صورت تنک (آتشی)، متوسط (دانه سفید و پوز دنبالی) و فشرده (خاکستونی، سیبی و کوهی) متغیر بود. رنگ شاخه یکساله تنوع متوسطی را نشان داد و شامل قهوه‌ای- خاکستری (آتشی، خاکستونی، سیبی و دانه سفید) و خاکستری (پوزدنبالی و کوهی) بود، درحالی‌که تعداد میان‌گره دارای تنوع بالایی بود و در بسیاری از ارقام، این تعداد متوسط (آتشی، سیبی، پوزدنبالی و دانه سفید) بود (جدول۱).

جدول ۱. برخی خصوصیات مورفولوژیکی شاخه شش رقم برانجیر در استان فارس

رقم	عادت رشد درخت	قدرت رشد درخت	تراکم شاخه	رنگ شاخه یکساله	تعداد میانگره	گرایش شاخه دوساله
آتشی	نیمه افراشته	متوسط	تنک	قهوه‌ای-خاکستری	متوسط	خطی
خاکستونی	نیمه افراشته	قوی	فشرده	قهوه‌ای-خاکستری	زیاد	خمیده
سیبی	گسترده	قوی	فشرده	قهوه‌ای-خاکستری	متوسط	خمیده
دانه سفید	نیمه افراشته	متوسط	متوسط	قهوه‌ای-خاکستری	متوسط	خمیده
پوزدنبالی	نیمه افراشته	متوسط	متوسط	خاکستری	متوسط	خمیده
کوهی	نیمه افراشته	قوی	فشرده	خاکستری	کم	خطی

پایک جوانه در ارقام آتشی و خاکستونی به‌ترتیب کوچک و متوسط بود، در حالی‌که بقیه ارقام فاقد پایک یا دارای پایک خیلی کوچک بودند. اندازه جوانه انتهایی در دو رقم خاکستونی و آتشی، بزرگ و در بقیه ارقام متوسط بود (جدول ۲). نسبت طول به عرض جوانه در ارقام پوز دنبالی (۲/۰۰) و خاکستونی (۱/۱۶) به‌ترتیب بیشترین و کم‌ترین میزان را داشت (جدول ۴). گرایش شاخه دوساله در ارقام آتشی و کوهی به‌صورت خطی و در سایر ارقام خمیده بود (جدول ۱). ارقام بر اساس تیپ غالب برگ در سه گروه یک‌پارچه (بدون لوب) (خاکستونی)، سه لوبی (دانه‌سفید، پوزدنبالی و کوهی) و پنج لوبی (آتشی و سیبی) قرار گرفتند (جدول ۲). تعداد برگ در هرشاخه در ارقام خاکستونی، دانه سفید و کوهی کم‌تر از ۴ برگ و در ارقام آتشی، سیبی و پوزدنبالی بین ۴-۸ برگ بود (جدول ۲). لوب مرکزی برگ در تمامی ارقام به‌شکل گوش فیلی ثبت شد، به‌جز رقم خاکستونی که قاشقی شکل بود . قاعده برگ به‌صورت تخت در ارقام آتشی و کوهی، قلبی در ارقام سیبی، دانه سفید و پوزدنبالی و مهمیزی در خاکستونی مشاهده شد. رنگ دمبرگ از سبز (آتشی و کوهی) تا زرد (خاکستونی، سیبی، دانه سفید و پوزدنبالی) متغیر بود (جدول ۲).

جدول ۲. برخی خصوصیات مورفولوژیکی برگ شش رقم برانجیر در استان فارس

رقم	پایک جوانه	اندازه جوانه انتهایی	تیپ غالب برگ	تعداد برگ درهر شاخه	شکل لوب مرکزی برگ	شکل قاعده برگ	رنگ دمبرگ
آتشی	کوچک	بزرگ	۵ لوبی	متوسط (۴-۸)	گوش-فیلی	تخت	سبز
خاکستونی	متوسط	بزرگ	یکپارچه	کم (کم‌تر از۴)	قاشقی	مهمیزی	زرد
سیبی	ندارد/خیلی کوچک	متوسط	۵ لوبی	متوسط (۴-۸)	گوش-فیلی	قلبی	زرد
دانه سفید	ندارد/خیلی کوچک	متوسط	۳ لوبی	کم (کم‌تر از۴)	گوش-فیلی	قلبی	زرد
پوزدنبالی	ندارد/خیلی کوچک	متوسط	۳ لوبی	متوسط (۴-۸)	گوش-فیلی	قلبی	زرد
کوهی	ندارد/خیلی کوچک	متوسط	۳ لوبی	کم (کم‌تر از۴)	گوش-فیلی	تخت	سبز

نسبت طول لوب مرکزی به طول پهنک برگ از صفر تا ۱/۷۵ متغیر بود که بیشترین نسبت در رقم پوزدنبالی مشاهده گردید. بیشترین طول پهنک برگ به‌ترتیب در ارقام خاکستونی و آتشی (۷/۳۳ و ۷/۲۳ سانتی‌متر) مشاهده گردید و کم‌ترین طول پهنک در رقم پوزدنبالی (۴/۲۳ سانتی‌متر) بود. عرض پهنک برگ از ۶/۳۷ سانتی‌متر در رقم خاکستونی تا ۲/۶۳ سانتی‌متر در رقم کوهی متغیر بود. طول دمبرگ در رقم خاکستونی (۳/۰۷ سانتی‌متر) بیشترین میزان را داشت و کم‌ترین طول دمبرگ در رقم کوهی (۱/۰۳ سانتی‌متر) مشاهده گردید (جدول ۴). ضخامت دمبرگ از ۱/۰۷ تا ۲/۳۷ میلی‌متر متغیر بود، به‌طوری‌که بالاترین ضخامت دمبرگ در رقم سیبی مشاهده شد. بیشترین و کم‌ترین نسبت طول دمبرگ به طول پهنک به‌ترتیب در ارقام سیبی (۰/۴۲) و دانه سفید (۰/۲۳) مشاهده گردید (جدول ۵).

جدول ۳. برخی خصوصیات مورفولوژیکی میوه شش رقم برانجیر در استان فارس

رقم	شکل میوه	اندازه میوه	طول گردن	اندازه روزنه	طول دم	رنگ زمینه پوست
آتشی	گلابی	بزرگ	بلند	بزرگ	بلند	ارغوانی
خاکستونی	واژ تخم‌مرغی	متوسط	متوسط	متوسط	بلند	بنفش
سیبی	کروی	متوسط	متوسط	متوسط	کوتاه	سبز-زرد
دانه سفید	گلابی	بزرگ	کوتاه	بزرگ	کوتاه	سبز-زرد
پوزدنبالی	کروی	بزرگ	کوتاه	بزرگ	کوتاه	سبز-زرد
کوهی	گلابی	کوچک	متوسط	کوچک	متوسط	ارغوانی

ادامه جدول ۳- برخی خصوصیات مورفولوژیکی میوه شش رقم برانجیر در استان فارس

رقم	رنگ روی میوه	رگه برجسته	شکفتگی روزنه	تعداد میوه در هر شاخه	سهولت پوست‌برداری	مقدار گرده درون میوه
آتشی	لکه نامنظم ارغوانی	متوسط	زیاد	کم	متوسط	کم
خاکستونی	نوار منظم زرد	متوسط	ندارد	کم	متوسط	متوسط
سیبی	لکه نامنظم ارغوانی	متوسط	کم	کم	مشکل	کم
دانه سفید	نوار منظم زرد	متوسط	کم	کم	آسان	متوسط
پوزدنبالی	نوار منظم سبز	ندارد	ندارد	کم	مشکل	زیاد
کوهی	نوار منظم سبز	ندارد	ندارد	متوسط	متوسط	زیاد

شکل میوه اغلب به‌صورت گلابی شکل بود که در ارقام آتشی، دانه‌سفید و کوهی مشاهده شد، اما در ارقام سیبی و پوزدنبالی کروی شکل و در رقم خاکستونی واژتخم مرغی بود (جدول ۳). اندازه میوه در سه رقم آتشی، دانه سفید و پوزدنبالی بزرگ، خاکستونی و سیبی متوسط و در رقم کوهی کوچک بود (جدول ۳). بیشترین طول و عرض میوه در رقم آتشی (به‌ترتیب ۲۱/۳۳ میلی‌متر و ۲۲/۳۳ میلی‌متر) گزارش شد و کمترین طول و عرض میوه در رقم کوهی مشاهده گردید (جدول ۵). طول گردن

میوه در رقم آتشی بلند، در پوزدنبالی و دانه سفید کوتاه و در سه رقم دیگر متوسط بود (جدول ۳). طول دم میوه تنوع بالایی را نشان داد که شامل کوتاه (سیبی، دانه سفید و پوز دنبالی)، بلند (آتشی و خاکستونی) و متوسط (کوهی) بود.

جدول ۴. طول میانگره، نسبت طول به عرض جوانه، نسبت طول لوب مرکزی به طول پهنک برگ، طول و عرض پهنک برگ، و طول دمبرگ در شش رقم برانجیر استان فارس.

رقم	طول میانگره (سانتی‌متر)	نسبت طول به عرض جوانه	نسبت طول لوب مرکزی به طول پهنک برگ	عرض پهنک برگ (سانتی‌متر)	طول پهنک برگ (سانتی‌متر)	طول دمبرگ (سانتی‌متر)
آتشی	۰/۵۳^{d}	۱/۴۰^{c}	۰/۸۶^{b}	۶/۲۷^{a}	۷/۲۳^{a}	۲/۱۳^{c}
خاکستونی	۱/۰۷^{b}	۱/۱۶^{d}	۰/۰۰^{f}	۶/۳۷^{a}	۷/۳۳^{a}	۳/۰۷^{a}
سیبی	۱/۵۳^{a}	۱/۷۵^{b}	۰/۶۶^{c}	۵/۳۰^{b}	۶/۰۷^{c}	۲/۶۰^{b}
دانه‌سفید	۰/۵۵^{d}	۱/۷۵^{b}	۰/۶۲^{d}	۴/۲۳^{c}	۶/۴۷^{b}	۱/۵۷^{d}
پوزدنبالی	۰/۷۳^{c}	۲/۰۰^{a}	۱/۷۵^{a}	۴/۱۰^{c}	۴/۲۳^{e}	۱/۵۳^{d}
کوهی	۰/۵۲^{d}	۱/۳۳^{c}	۰/۵۵^{e}	۲/۶۳^{d}	۴/۷۰^{d}	۱/۰۳^{e}

مقادیر میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، بر اساس آزمون دانکن می باشد.

وزن میوه در رقم سیبی به میزان ۳/۶۸ گرم بود که بالاترین وزن را داشت و کم‌ترین وزن در رقم کوهی مشاهده گردید، اگرچه اختلاف معنی‌داری با برخی از ارقام مورد مطالعه نداشت (جدول ۵).

رنگ زمینه پوست میوه دارای تنوع بالایی بود که شامل رنگ سبز– زرد در ارقام سیبی، دانه‌سفید و پوزدنبالی، رنگ بنفش در خاکستونی و ارغوانی رنگ در آتشی وکوهی بود. رنگ روی میوه هم تنوع بالایی داشت که در ارقام سیبی و کوهی نوارهای منظم ارغوانی، در آتشی لکه‌های نامنظم ارغوانی، در خاکستونی نوارهای منظم بنفش، در دانه سفید نوارهای منظم سبز و در پوز دنبالی نوارهای منظم زرد مشاهده گردید (جدول ۳).

رگه‌های برجسته میوه در بیشتر ارقام متوسط ثبت شد. ارقام خاکستونی، پوزدنبالی و کوهی، فاقد شکفتگی روزنه میوه بودند، در حالی‌که در ارقام سیبی و دانه سفید کم و در ارقام آتشی شکفتگی روزنه میوه زیاد بود. تعداد میوه در شاخه در تمامی ارقام به‌جز کوهی کم بود (جدول ۳). سهولت پوست‌برداری میوه در رقم دانه سفید آسان، در آتشی، خاکستونی و کوهی متوسط و در سیبی و پوزدنبالی مشکل بود. مقدار گرده درون میوه دارای تنوع بالایی بود که شامل کم در ارقام آتشی و سیبی، متوسط در خاکستونی و دانه سفید و زیاد در پوزدنبالی و کوهی مشاهده شد (جدول ۳). بیشترین تعداد زنبور بلاستوفاگای نر و ماده در رقم خاکستونی وجود داشت، در حالی که کم‌ترین میزان زنبور بلاستوفاگای نر و ماده را رقم کوهی داشت (جدول ۵).

جدول ۵. نسبت طول دمبرگ به طول پهنک، ضخامت دمبرگ، طول و عرض میوه، وزن میوه و تعداد زنبور بلاستوفاگا ماده و نر در شش رقم برانجیر استان فارس.

رقم	نسبت طول دمبرگ به طول پهنک	ضخامت دمبرگ (میلی‌متر)	طول میوه (میلی‌متر)	عرض میوه (میلی‌متر)	وزن میوه (گرم)	تعداد زنبور بلاستوفاگا ماده	تعداد زنبور بلاستوفاگا نر
آتشی	۰/۳۱ ^{d}	۲/۰۳ ^{d}	۲۱/۳۳ ^{a}	۲۲/۳۳ ^{a}	۳/۱۳ ^{ab}	۳/۶۷ ^{bc}	۳/۳۳ ^{b}
خاکستونی	۰/۴۰ ^{b}	۲/۳۰ ^{ab}	۱۹/۶۷ ^{b}	۱۶/۱۷ ^{c}	۲/۰۸ ^{d}	۵/۳۳ ^{a}	۴/۶۷ ^{a}
سیبی	۰/۴۲ ^{a}	۲/۳۷ ^{a}	۱۳/۱۷ ^{e}	۱۶/۵۰ ^{c}	۳/۶۸ ^{a}	۳/۳۳ ^{c}	۲/۶۷ ^{b}
دانه‌سفید	۰/۲۳ ^{e}	۲/۲۰ ^{bc}	۱۸/۵۰ ^{c}	۱۹/۵۰ ^{b}	۲/۴۰ ^{cd}	۳/۶۷ ^{bc}	۳/۳۳ ^{b}
پوزدنبالی	۰/۳۸ ^{c}	۲/۰۷ ^{cd}	۱۷/۳۳ ^{d}	۱۹/۳۳ ^{b}	۲/۴۶ ^{bcd}	۴/۳۳ ^{b}	۳/۰۰ ^{b}
کوهی	۰/۴۰ ^{b}	۱/۰۷ ^{e}	۳/۵۰ ^{f}	۸/۸۳ ^{d}	۲/۹۳ ^{bc}	۲/۳۳ ^{d}	۱/۶۷ ^{c}

مقادیر میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، بر اساس آزمون دانکن می باشد.

رنگیزه‌های فتوسنتزی و آنتوسیانین میوه

با توجه به جدول ۶ بیشترین میزان کلروفیل a (۱۴/۶۷ میلی‌گرم بر گرم)، کلروفیلb (۱/۵۸ میلی‌گرم بر گرم)، کلروفیل کل (۱۶/۳۴ میلی‌گرم بر گرم) و کاروتنوئید (۹/۷۱ میلی‌گرم بر گرم) در رقم سیبی مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری را با سایر ارقام داشت. کم‌ترین مقدار کلروفیل a (۶/۶۴ میلی‌گرم بر گرم) ، کلروفیل کل (۵/۲۴ میلی‌گرم بر گرم) و کاروتنوئید (۳/۹۸ میلی‌گرم بر گرم) در رقم کوهی و کم‌ترین مقدار کلروفیلb (۰/۴۰ میلی‌گرم بر گرم) در رقم خاکستونی مشاهده گردید. میزان آنتوسیانین از ۰/۰۰۶ تا ۰/۰۳۱ میکرومول بر گرم متغیر بود، به طوری‌که بیشترین مقدار در رقم آتشی مشاهده گردید (جدول ۶).

میزان مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتر و پی‌اچ

میزان مواد جامد محلول از ۹/۳۱ تا ۱۰/۹۲ درجه بریکس در بین ارقام متغیر بود، به‌طوری‌که بیشترین میزان را رقم خاکستونی داشت. میزان اسیدیته قابل تیتر اختلاف معنی‌داری را در بین ارقام نشان داد، به‌طوری‌که بیشترین و کم‌ترین میزان اسیدیته را به‌ترتیب ارقام خاکستونی (۰/۲۰ درصد) و پوز دنبالی (۰/۰۷ درصد) داشتند. میزان پی‌اچ میوه در رقم دانه سفید ۶/۶۴ بالاترین میزان را داشت و در رقم خاکستونی کم‌ترین میزان (۶/۰۵) مشاهده شد (جدول ۶).

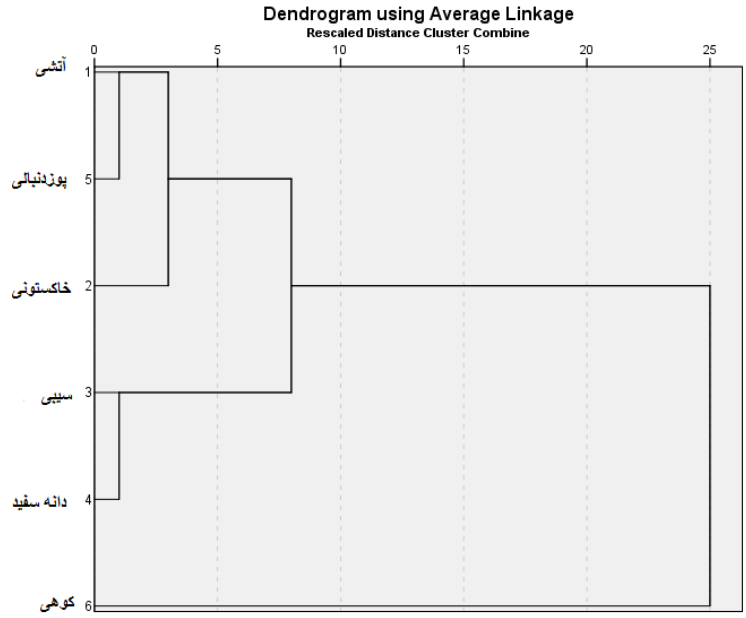
جدول ۶- رنگیزه‌های فتوسنتزی، میزان آنتوسیانین، pH میوه، مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون در شش رقم برانجیر استان فارس

رقم	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم)	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم)	کاروتنوئید (میلی‌گرم بر گرم)	آنتوسیانین (میکرو مول بر گرم)	pH میوه	مواد جامد محلول (بریکس)	اسیدیته قابل تیتراسیون (درصد)
آتشی	۸/۹۸^{c}	۰/۸۸^{c}	۹/۸۶^{c}	۵/۸۴^{d}	۰/۰۳۱^{a}	۶/۲۷^{c}	۱۰/۳۶^{ab}	۰/۱۱^{d}
خاکستونی	۵/۰۲^{e}	۰/۴۰^{f}	۵/۴۱^{e}	۵/۵۲^{e}	۰/۰۰۱۳^{b}	۶/۰۵^{d}	۱۰/۹۲^{a}	۰/۲۰^{a}
سیبی	۱۴/۷۶^{a}	۱/۵۸^{a}	۱۶/۳۴^{a}	۹/۷۱^{a}	۰/۰۰۰۷^{b}	۶/۳۹^{b}	۹/۳۱^{b}	۰/۱۵^{c}
دانه‌سفید	۱۳/۰۴^{b}	۱/۵۵^{b}	۱۴/۵۸^{b}	۷/۵۳^{b}	۰/۰۰۰۷^{b}	۶/۶۴^{a}	۹/۵۴^{b}	۰/۱۶^{b}
پوزدنبالی	۸/۱۹^{d}	۰/۸۳^{d}	۹/۰۲^{d}	۶/۹۸^{c}	۰/۰۰۰۶^{b}	۶/۴۳^{b}	۹/۶۱^{b}	۰/۰۷^{e}
کوهی	۴/۶۴^{f}	۰/۵۹^{e}	۵/۲۴^{f}	۳/۹۸^{f}	۰/۰۰۰۶^{b}	۶/۳۹^{b}	۱۰/۲۶^{ab}	۰/۱۰^{d}

مقادیر میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، بر اساس آزمون دانکن می باشد.

تجزیه خوشه‌ای

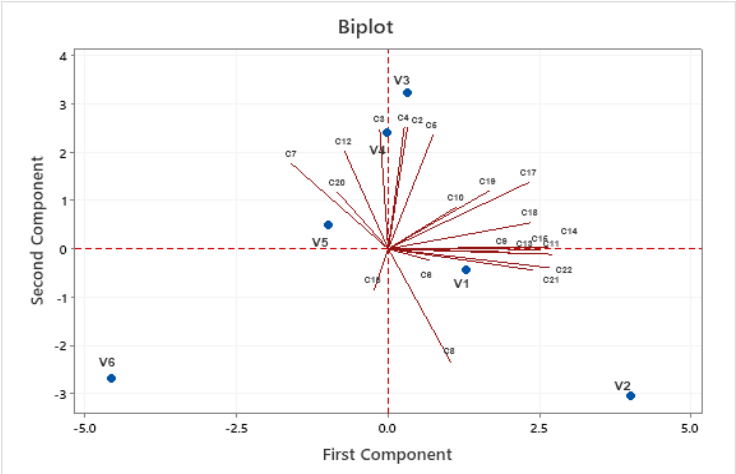
تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک مورد ارزیابی به روش وارد، ارقام برانجیر را در سه گروه مختلف قرار داد. گروه اول شامل ارقام آتشی، خاکستونی و پوزدنبالی (v1، v2 و v5) بودند. در گروه دوم ارقام سیبی و دانه سفید (v3 و v4) جای گرفتند و در گروه سوم نیز به تنهایی رقم کوهی (v6) قرار گرفت.



شکل ۱. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۶ رقم انجیر با استفاده از روش UPGAM. (منبع: یافته‌های تحقیق)

تجزیه به مولفه‌های اصلی

نتایج نشان دادند که ۸۳/۵۴ درصد تغییرات واریانس مربوط به سه محور اول بود، که ۳۷/۸۸ درصد واریانس مربوط به محور اول شد که صفات تعداد میان‌گره، تعداد زنبور نر و عرض پهنک برگ بیشترین تأثیر را داشتند، ۳۱/۵۴ درصد واریانس مربوط به محور دوم بود که صفات کلروفیل a، b، کل، کاروتنوئید و درصد مواد جامد محلول (بریکس) بیشترین تأثیر را برای جداسازی ارقام برانجیر داشتند. ۱۴/۱۲ درصد تغییرات واریانس مربوط به محور سوم بود که صفات طول میان‌گره و نسبت طول دم‌برگ به طول پهنک بیشترین همبستگی را نشان دادند. مهم‌ترین صفات برای جداسازی ارقام برانجیر از یکدیگر مربوط به صفات تعداد میان‌گره، تعداد زنبور نر، عرض پهنک برگ، کلروفیل a، b، کل، کاروتنوئید و درصد مواد جامد محلول (بریکس) بودند.



شکل۲. ماتریکس مؤلفه به روش استخراج با تجزیه مؤلفه اصلی (C2: کلروفیل a؛ C3: کلروفیل b؛ C4: کلروفیل کل؛ C5: کارتنوئید؛ C6: آنتوسیانین؛ C7: پی‌اچ؛ C8: درصد مواد جامد محلول؛ C9: اسیدیته؛ C10: طول میان‌گره؛ C11: تعداد میان‌گره؛ C12: نسبت طول به جوانه انتهایی؛ C13: طول پهنک برگ؛ C14: عرض پهنک برگ؛ C15: طول دمبرگ؛ C16: نسبت طول دمبرگ به طول پهنک برگ؛ C17: ضخامت دمبرگ؛ C18: طول میوه؛ C19: عرض میوه؛ C20: وزن میوه؛ C21: تعداد زنبور بلاستوفاگا نر؛ C22: تعداد زنبور بلاستوفاگا ماده؛ V1: آتشی؛ V2: خاکستونی؛ V3: سیبی؛ V4: دانه سفید؛ V5: پوزدنبالی؛ V6: کوهی. (منبع: یافته‌های تحقیق

بحث

با توجه به نتایج این پژوهش، عادت رشد درختان به‌صورت نیمه‌افراشته و گسترده بود. در راستای این پژوهش، Khadivi-Khub & Anjam (2014) و Mirheidari *et al*. (2020) نیز تنوع قابل توجهی را در عادت رشد درختان برانجیر ایرانی مشاهده و گزارش کردند. Podgornik *et al*. (2010) گزارش کردند که اکثر درختان انجیر از اسلوونی[1] دارای عادت باز و گسترش بودند. قدرت رشد درخت در بسیاری از ارقام مورد مطالعه بالا بود. همچنین، در تطابق با پژوهش حاضر، Essid *et al*. (2017) گزارش کردند که تراکم شاخه‌ها کم، نسبتاً متراکم و متراکم است.

ارقام بر اساس تیپ غالب برگ سه گروه را تشکیل دادند که شامل یکپارچه (بدون لوب)، سه لوبی و پنج لوبی بود. نتایج مشابهی توسط Chatti *et al*. (2004) در درختان انجیر تونس یافت شده است. در مطالعه ای دیگر Almajali *et al*. (2012) سطح بالایی از چندشکلی را در اشکال وحشی انجیر در تعداد لوب مشاهده کردند. مطالعه Khadivi-Khub & Anjam (2014) نشان داد که برانجیرهای ایران عمدتاً دارای سه لوب در هر برگ و اندازه برگ کوچک هستند.

برگ‌ها مهم ترین قسمت‌های گیاه هستند، زیرا به جذب نور خورشید برای فتوسنتز کمک می‌کنند. بنابراین، با افزایش اندازه برگ، سطح برگ نیز افزایش می‌یابد که به عرضه مؤثر متابولیت‌های اولیه برای تولید متابولیت‌های ثانویه کمک می‌کند (Khan *et al*., 2022). در پژوهش حاضر، رنگ برگ درختان برانجیر از سبز تا زرد متغیر بود. در راستای این پژوهش، Khadivi-Khub & Anjam (2014)چندین رنگ برای دمبرگ (سبز–سبز، زرد–سبز، قرمز–سبز، زرد–قهوه‌ای و قرمز) در ۵۳ برانجیر ایرانی یافتند.Essid *et al*. (2017) گزارش کردند که رنگ دمبرگ در ژنوتیپ‌های برانجیر تونس از سبز تا زرد متغیر بود. رنگ دمبرگ در ژنوتیپ‌های برانجیر گزارش شده توسط .Mirheidari *et al* (2020) متغیر بود که شامل کرم، سبز روشن، سبز، زرد–قرمز، قهوه ای و قهوه ای روشن می‌باشد.

Almajali *et al*. (2012) بیان کردند که علاوه بر تنوع در صفات مورفوپومولوژیک در ژرم‌پلاسم انجیر اردن، تنوع بالایی در صفات مربوط به برگ مانند اندازه برگ (طول، عرض و سطح) ، شکل برگ، شکل لوب، تعداد لوب در برگ نیز وجود دارد. صفات برگ برای ارزیابی نژاد بومی و در مطالعات گروه‌بندی و طبقه‌بندی بسیار مهم است (Papadopoulou *et al*., 2002). در پژوهشی دیگر Essid *et al*. (2017) محدوده۱۹/۳۰–۴۴/۰۰ میلی‌متر برای طول دمبرگ و ۳/۱۰–۴/۲۰ میلی‌متر برای ضخامت دمبرگ در ژنوتیپ های برانجیر تونس را گزارش کردند که در محدوه پژوهش حاضر بود.

شکل میوه برانجیر در این پژوش تنوع قابل توجهی داشت. گزارش کردند که شکل میوه برانجیر در پژوهش Mirheidari *et al*. (2020) (2020) به‌صورت دراز و کروی گزارش شد که با نتایج این پژوهش همسو بود. شکل میوه ممکن است با توجه به صفات ژنتیکی تغییر کند (Simsek& Yildirim, 2010).

دامنه طول و عرض میوه ارقام برانجیر در این پژوهش به‌ترتیب در محدوده ۳/۵۰ – ۲۱/۳۳ میلی‌متر و ۸۳/۸۳– ۲۲/۳۳ میلی‌متر بود که با نتایج گزارش شده از پژوهش Khadivi-Khub & Anjam (2014) در یک دامنه نبود. ژنوتیپ‌های برانجیر در منطقه استهبان در استان فارس توسط Khadivi-Khub & Anjam (2014) مطالعه شد و دامنه طول و عرض میوه را به‌ترتیب ۲۵/۳۰ تا ۵۵/۶۰ میلی‌متر و ۱۸/۶۰ تا ۳۴/۷۰ میلی‌متر گزارش کردند. محدوده ۳۲/۹۷–۵۱/۲۵ میلی‌متر برای طول میوه و ۲۷/۹۶–۳۸/۱۷ میلی‌متر برای عرض میوه در ژنوتیپ‌های برانجیر تونس توسط Essid *et al*. (2017) گزارش گردید. در مطالعه دیگری Khadivi-Khub & Anjam (2016) گزارش کردند که تعداد زنبورهای برانجیر در میوه‌های بزرگ‌تر ژنوتیپ‌های برانجیر، بیشتر از میوه‌های کوچک‌تر است و بنابراین پرورش‌دهندگان انجیر باید میوه‌های برانجیر بزرگ‌تر را برای بردهی انجیر خوراکی خریداری یا جمع‌آوری کنند.

طول گردن میوه در این پژوهش از کوتاه تا متوسط بود. بیشترین مقدار طول گردن میوه در پژوهش Khadivi-Khub & Anjam (2014) در ژنوتیپ‌های برانجیر ۲۶/۷۰ میلی‌متر بود. این صفت را می‌توان به‌عنوان ویژگی مناسب برای طبقه‌بندی و

1Slovenia

انتخاب در نظر گرفت (Mirheidari *et al*., 2020). در مطالعات قبلی روی انجیر ماده، بلندترین طول گردن ۸/۸۶ میلی‌متر بود (Caliskan & Polat, 2008).

وزن یک صفت کمی است که به عوامل زراعی بستگی دارد و نیز تعیین‌کننده اندازه میوه هم می‌باشد (Almajali *et al*., 2012; Kokaj, 2021). وزن میوه در ارقام مورد مطالعه بین۲/۰۸– ۳/۶۸ گرم بود. در پژوهش Khadivi-Khub & Anjam (2014)تخمین زدند که وزن میوه از ۱۱/۵۲ تا ۳۸/۱۲ گرم، عرض میوه از ۱۸/۶۰ تا ۳۴/۷۰ میلی‌متر، طول میوه از ۲۵/۳۰ تا ۵۵/۶۰ میلی‌متر متغیر است. علاوه بر این، مقادیر میانگین اندازه میوه (وزن، طول و عرض) توده‌های برانجیر مورد استفاده در این مطالعه کم‌تر از انجیر خوراکی از ایران (Khadivi-Khub & Anjam, 2014)، اسلوونی (Podgornik *et al*., 2010)، تونس (Gaaliche *et al*., 2012) ، و ترکیه (Caliskan *et al*., 2017) بود. این تفاوت را می‌توان به تفاوت ژنوتیپ‌های مورد مطالعه و یا شرایط محیطی نسبت داد (Essid *et al*., 2017).

رنگ زمینه پوست و روی میوه در ارقام برانجیر مورد مطالعه تنوع قابل توجهی داشت. در پژوهشی Kokaj (2021) گزارش کرد که رنگ میوه در ارقام مورد مطالعه ایشان از رنگ سیاه تا قرمز، بنفش و سبز روشن تا سبز تیره متفاوت است. مطالعات پیشین نشان داد که بیشتر برانجیرها پوست سبز رنگ داشتند (Caliskan *et al*., 2018; Khadivi-Khub & Anjam 2014). همچنین، Caliskan *et al*. (2017) از ۴۴ ویژگی مورفولوژیکی برای ارزیابی تنوع مورفولوژیکی شش رقم و ۹۰ توده برانجیر رشد یافته در منطقه مدیترانه شرقی ترکیه استفاده کرد و نتایج تنوع مورفولوژیکی زیادی را در میان توده‌های برانجیر نشان داد. رگه‌های برجسته میوه در بیشتر ارقام متوسط ثبت شد که با نتایج بدست آمده از پژوهش Hssaini *et al*. (2020a) که بیان کردند حدود ۸۱ درصد از نمونه‌های انجیر دارای رگه روی پوست میوه بود همخوانی داشت. نتایج این پژوهش نشان داد که بیشتر ارقام تعداد میوه کمی داشتند. تعداد میوه در هر شاخه در انجیر خوراکی در پژوهش Caliskan & Polat (2012) از ۲/۴ تا ۸/۱ متغیر بود. نتایج Caliskan *et al*. (2017) نشان داد که عملکرد میوه برخی از برانجیرها مانند Adana06 وHatay06 (تعداد میوه در شاخه>۱۲) بیشتر از انجیر خوراکی بود. این دو ژنوتیپ را می‌توان برای بردهی و اصلاح برای عملکرد بیشتر در انجیر خوراکی استفاده کرد. در پژوهشی دیگر، Khadivi-Khub & Anjam (2014) نشان دادند که تعداد بلاستوفاگا در میوه‌های پروفیچی بین ۴/۰ تا ۲۶۷/۰ در برانجیر ایرانی بود که ارقام مورد مطالعه این پژوهش در این دامنه وجود داشت. همچنین Aljane & Ferchichi (2007) تغییرات متوسطی را برای کمیت بلاستوفاگاها در شش رقم نر تونسی برانجیر یافتند.

با توجه به نتایج پژوهش حاضر، از آنجایی که رقم سیبی دارای پوست زمینه سبز–زرد بود، می‌توان نتیجه گرفت که بیشترین میزان کلروفیل و کاروتنوئید را نسبت به سایر ارقام داشت. در انجیر تیره، میزان آنتوسیانین به‌طور قابل توجهی بیشتر از انجیرهای رنگ روشن بود که با نتایج Hssaini *et al*. (2020b) همسو بود. به‌طور کلی، آنتوسیانین به‌ویژه در پوست میوه متمرکز است (Del Caro & Piga, 2008; Solomon *et al*., 2006).

میزان مواد جامد محلول از ۹/۳۱ تا ۱۰/۹۲ درجه بریکس در بین ارقام متغیر بود و میزان اسیدیته قابل تیتر اختلاف معنی‌داری را در بین ارقام نشان داد که با نتایج .Sánchez *et al* (2003) ، Trad *et al*. (2013) و Jiménez-Gómez *et al*. (2016) هم‌خوانی دارد. قندهای محلول و اسیدیته معمولاً در بسیاری از میوه‌ها شاخص‌های رضایت‌بخش هستند. تغییر در این شاخص نشان‌دهنده تعادل بین افزایش غلظت قند و کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون در طول فرآیندهای رسیدن است (Hssaini *et al*., 2020b). همچنین درصد قند به زمان رسیدن، شدت خورشید و دما در زمان بلوغ بستگی دارد (Kokaj, 2021).

در تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، مشابه ارزیابی ما، شباهت و تفاوت ۱۷ گونه Ficus با تجزیه و تحلیل خوشه‌ای در مصر ارزیابی شد. بر این اساس، دندروگرام به دو گروه اصلی تقسیم شد (Teleb and Salah-El-din, 2014). همچنین در یک پژوهش با استفاده از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای، ۱۲ ژنوتیپ انجیر در دو گروه تقسیم‌بندی شدند (Bilgin *et al*., 2020) که مشابه با نتایج این پژوهش بود. نتایج ما نشان داد که پراکندگی ارقام، وابسته به متغیر بوده و در بین پارامترهای مورد مطالعه متفاوت است.

بر اساس تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی، کلروفیل a، b، کل، کاروتنوئید و بریکس بیشترین مقدار را داشتند که طول خطوط و نزدیکی به محورهای اول و دوم موید این مطلب می‌باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی‌های انجام‌شده، این یکی از اولین مطالعاتی است که تنوع مورفولوژیک ارقام برانجیر را بررسی می‌کند و می‌تواند به انتخاب گرده‌افشان مناسب به باغدار کمک کند. مطالعه حاضر تنوع قابل توجهی را در ویژگی‌های مورفولوژیک ارقام برانجیر استان فارس نشان داد. ارزیابی و حفظ مواد ژنتیکی محلی برای انجیر، نه تنها برای بردهی، بلکه برای مطالعات اصلاح نژاد انجیر نیز مهم است. ارقام برانجیری که در این مطالعه بررسی شدند، مقدار گرده متفاوت درون میوه، تعداد زنبور بلاستوفاگای متفاوت، تنوع رنگ زمینه‌ای و وزن میوه متفاونی را نشان دادند. به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان کرد که رقم خاکستونی دارای میزان مواد جامد محلول بالاتر بود. رقم سیبی دارای بیشترین میزان کلروفیل و کارتنوئید بود. رقم آتشی بیشترین میزان آنتوسیانین را داشت. در مقابل، اکثر مطالعات قبلی در مورد انجیر خوراکی بر انتخاب و توصیف پارامترهای ریخت‌شناسی و کیفیت میوه متمرکز شده‌اند. با این حال، در سال‌های اخیر، به دلیل تأثیرات آشکار برانجیر بر کیفیت میوه و ویژگی‌های فیتوشیمیایی انجیر خوراکی، داده‌های ارائه‌شده در اینجا برای محققانی که ژرم‌پلاسم برانجیر را ارزیابی می‌کنند، قابل توجه خواهد بود. علاوه‌براین، تنوع مورفولوژیک زیاد مشاهده شده در ارقام برانجیر مورد مطالعه نشان می‌دهد که این ارقام منابع ژنتیکی باارزشی برای گنجاندن در برنامه‌های اصلاحی علاوه بر استفاده برای بردهی می‌باشند.

پیشنهادها

پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی جهت بررسی تنوع ژنتیکی برانجیر، از نشانگرهای مولکولی جهت شناسایی ارقام و ارزیابی آن‌ها استفاده گردد.

منابع

احمدی، کریم.، عبادزاده، ح.، حاتمی، فرشاد.، و عبدشاه، هلدا. (۱۴۰۱). آمارنامه کشاورزی، محصولات باغبانی. مرکز فنآوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی.

REFERENCES

Aljane, F., & Ferchichi, A. (2007). Characterization and evaluation of six cultivars of caprifig" *Ficus carica*" L.) in Tunisia. *Plant Genetic Resources Newsletter*, (151), 22-26.

Almajali, D. A., Abdel-Ghani, A. H., & Migdadi, H. (2012). Evaluation of genetic diversity among Jordanian fig germplasm accessions by morphological traits and ISSR markers. *Scientia Horticulturae*, 147, 8-19.

Aradhya, M. K., Stover, E., Velasco, D., & Koehmstedt, A. (2010). Genetic structure and differentiation in cultivated fig (*Ficus carica* L.). *Genetica*, 138, 681-694.

Bilgin, N. A., Misirli, A., Belge, A., & Özen, M. (2020). The pollen and fruit properties of *Ficus carica* Caprificus. *International Journal of Fruit Science*, 20(3), 1696-1705.

Çalişkan, O., & Polat, A. A. (2008). Fruit characteristics of fig cultivars and genotypes grown in Turkey. *Scientia horticulturae*, 115(4), 360-367.

Çalişkan, O., & Polat, A. A. (2012). Morphological diversity among fig (*Ficus carica* L.) accessions sampled from the Eastern Mediterranean Region of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36(2), 179-193.

Caliskan, O., Bayazit, S., Ilgin, M., & Karatas, N. (2017). Morphological diversity of caprifig (*Ficus carica* var. caprificus) accessions in the eastern Mediterranean region of Turkey: Potential

utility for caprification. *Scientia Horticulturae*, 222, 46-56.
Caliskan, O., Bayazit, S., Ilgin, M., & Karatas, N. (2018). Characterization of caprifig (*Ficus carica* var. caprificus) accessions selected from various locations in the eastern Mediterranean region of Turkey. *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences, JAFES*, 72(1), 203-207.
Chatti, K., Salhi-Hannachi, A., Mars, M., Marrakchi, M., & Trifi, M. (2004). Analyse de la diversité génétique de cultivars tunisiens de figuier (*Ficus carica* L.) à l'aide de caractères morphologiques. *Fruits*, 59(1), 49-61.
Del Caro, A., & Piga, A. (2008). Polyphenol composition of peel and pulp of two Italian fresh fig fruits cultivars (*Ficus carica* L.). *European Food Research and Technology*, 226, 715-719.
Essid, A., Aljane, F., & Ferchichi, A. (2017). Morphological characterization and pollen evaluation of some Tunisian ex situ planted caprifig (*Ficus carica* L.) ecotypes. *South African Journal of Botany*, 111, 134-143.
Fatahi, S., Cheghamirza, K., Arji, I., & Zarei, L. (2017). Evaluation of genetic variation of common fig (Ficus carica L.) in West of Iran. *Journal of Medicinal plants and By-product*, 6(2), 229-240.
Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). FAOSTAT Database. Rome, Italy. FAO. Retrieved from: https://www.fao.org/faostat/en/#data
Gaaliche, B., Saddoud, O., & Mars, M. (2012). Morphological and pomological diversity of fig (*Ficus carica* L.) cultivars in northwest of Tunisia. *International Scholarly Research Network, Agronomy*, 1-9.
Giraldo, E., López-Corrales, M., & Hormaza, J. I. (2010). Selection of the most discriminating morphological qualitative variables for characterization of fig germplasm. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 135(3), 240-249.
Hiscox, J. D., & Israelstam, G. F. (1979). A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. *Canadian Journal of Botany*, 57(12), 1332-1334.
Hssaini, L., Charafi, J., Razouk, R., Hernández, F., Fauconnier, M. L., Ennahli, S., & Hanine, H. (2020a). Assessment of morphological traits and fruit metabolites in eleven fig varieties (*Ficus carica* L.). *International Journal of Fruit Science*, 20(2), 8-28.
Hssaini, L., Hanine, H., Razouk, R., Ennahli, S., Mekaoui, A., Guirrou, I., & Charafi, J. (2020b). Diversity screening of fig (*Ficus carica* L.) germplasm through integration of morpho-agronomic and biochemical traits. *International Journal of Fruit Science*, 20(4), 939-958.
Jamali, B., & Amin, H. (2022). Comparison of 18 Iranian caprifig cultivars based on some morphological and biochemical parameters. *Advances in Horticultural Science*, 36(4), 303-314.
Jiménez-Gómez, C. P., Cecilia, J. A., Durán-Martín, D., Moreno-Tost, R., Santamaría-González, J., Mérida-Robles, J., & Maireles-Torres, P. (2016). Gas-phase hydrogenation of furfural to furfuryl alcohol over Cu/ZnO catalysts. *Journal of Catalysis*, 336, 107-115.
Khadivi-Khub, A., & Anjam, K. (2014). Characterization and evaluation of male fig (caprifig) accessions in Iran. *Plant Systematics and Evolution*, 300, 2177-2189.
Khadivi-Khub, A., & Anjam, K. (2016). The relationship of fruit size and light condition with number, activity and price of *Blastophaga psenes* wasp in caprifigs. *Trees*, 30, 1855-1862.
Khan, M. R., Khan, M. A., Habib, U., Maqbool, M., Rana, R. M., Awan, S. I., & Duralija, B. (2022). Evaluation of the characteristics of native wild Himalayan fig (*Ficus palmata* Forsk.) from Pakistan as a potential species for sustainable fruit production. *Sustainability*, 14(1), 468.
Kim, D. O., Jeong, S. W., & Lee, C. Y. (2003). Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry*, 81(3), 321-326.
Kokaj, T. (2021). Investigation and value of qualitative and quantitative characteristics 10 of genotypes of figs. *International Journal of Food Science and Agriculture*. 5(3), 448-454.
Koşar, D. A., Koşar, M. B., & Ertürk, Ü. (2022). Effect of pollen sources on fruit set and quality of edible fig (*Ficus carica* L.) cv. 'Bursa Siyahı'. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 50(3), 12831-12831.
Mirheidari, F., Khadivi, A., Moradi, Y., & Paryan, S. (2020). Phenotypic variability of naturally

grown edible fig (Ficus carica L.) and caprifig (*Ficus carica* var. *caprificus* Risso) accessions. *Scientia Horticulturae*, 267, 109320.

Papadopoulou, K., Ehaliotis, C., Tourna, M., Kastanis, P., Karydis, I., & Zervakis, G. (2002). Genetic relatedness among dioecious *Ficus carica* L. cultivars by random amplified polymorphic DNA analysis, and evaluation of agronomic and morphological characters. *Genetica*, 114(2), 183-194.

Paul, V., Singh, A., and Pandey, R. (2010). Determination of Titrable acidity (TA). *Post-Harvest Physiology of Fruits and Flowers*, 44-45.

Pereira, C., Serradilla, M. J., Martín, A., del Carmen Villalobos, M., Pérez-Gragera, F., & López-Corrales, M. (2015). Agronomic behaviour and quality of six fig cultivars for fresh consumption. *Scientia Horticulturae*, 185, 121-128.

Podgornik, M., Vuk, I., Vrhovnik, I., & Mavsar, D. B. (2010). A survey and morphological evaluation of fig (*Ficus carica* L.) genetic resources from Slovenia. *Scientia Horticulturae*, 125(3), 380-389.

Rodrigues, M. G. F., Santos, T. P. D., Ferreira, A. F. A., Monteiro, L. N. H., Nakanishi, E. S., & Boliani, A. C. (2019). Morphological characterization of active germoplasm bank fig tree accessions. *Revista Brasileira de Fruticultura*, *41*, e-074.Salimpour, A., Shamili, M., Dadkhodaie, A., Zare, H., & Hadadinejad, M. (2019). Evaluating the salt tolerance of seven fig cultivars (*Ficus carica* L.). *Advances in Horticultural Science*, 33(4), 553-566.

Sánchez, M. J., Melgarejo, P., Hernández, F., & Martínez, J. J. (2003). Chemical and morphological characterization of four fig tree cultivars (*Ficus carica* L.) grown under similar culture conditions. *Acta Horticulturae*, 605, 33-36.

Simsek, E., Kilic, D., & Caliskan, O. (2020). Phenotypic variation of fig genotypes (*Ficus carica* L.) in the Eastern Mediterranean of Turkey. *Genetika*, 52(3), 957-972.

Simsek, M., & Yildirim, H. (2010). Fruit characteristics of the selected fig genotypes. *African Journal of Biotechnology*, 9(37), 6056-6060.

Solomon, A., Golubowicz, S., Yablowicz, Z., Grossman, S., Bergman, M., Gottlieb, H. E., & Flaishman, M. A. (2006). Antioxidant activities and anthocyanin content of fresh fruits of common fig (*Ficus carica* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(20), 7717-7723.

Teleb, S. S., & Salah-El-din, R. M. (2014). Pollen morphology of some species of genus *Ficus* from Egypt. *Egyptian Journal of Botany*, 54(1), 87-102.

Trad, M., Gaaliche, B., Renard, C. M. G. C., & Mars, M. (2013). Plant natural resources and fruit characteristics of fig (*Ficus carica* L.) change from coastal to continental areas of Tunisia. *Journal of Agricultural Research and Development*, 3(2), 022-025.

Zare H. (2008). Comparison of fig caprification vessels, period and caprifig cultivar usable in Iran. *Acta Horticulture* 798, 233-240.