The University of Tehran Press

Iranian Journal of Horticultural Science

Online ISNN: 2008-482X

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

Evaluation of Mineral Elements in Flowers of 'Thomson Navel' Orange Trees Compared with Those in Leaves

Seyed Esmaeil Sanavi Abbas Abadi [1], Hossein Sadeghi [2] ✉, Kamran Ghasemi [3]

1. Department of Horticultural Sciences and Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari. Iran. E-mail: esmaeilsanavi0@gmail.com
2. Correstponding Author, Department of Horticulture, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: h.sadeghi@sanru.ac.ir
3. Department of Horticultural Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University Sari, Iran. E-mail: k.ghasemi@sanru.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 21 December 2024

Received in revised form: 28 April 2025

Accepted: 11 May 2025

Published online: Winter 2025

Keywords:

Citrus,
essential elements,
flower analysis,
leaf analysis,
nutritional status.

ABSTRACT

To detect mineral deficiency in orange trees, as in other fruit trees, leaf analysis is usually used. According to existing protocols, sampling should be done from four- to seven-month-old leaves, but if an element is in the deficiency range at this time, compensating for it will not affect the yield and quality of the current year's crop. In the time interval between the start of vegetative growth and flowering, some of the stages of tree growth and development, such as cell division, flower and fruit set, and fruit dropping, have taken place. Therefore, in order to investigate the correlation between the nutritional elements in the flowers and leaves of 'Thomson Navel' oranges, this study was conducted by sampling 160 trees located in 20 orchards. The results showed that there was a significant correlation between the concentrations of nitrogen, potassium, phosphorus, and calcium in the flowers and the concentrations of these elements in the leaves (90 days later). However, no significant correlation was observed between the magnesium concentrations in the flowers and leaves. A negative correlation was observed between iron and copper in the flowers and boron in the leaves. Therefore, by analyzing these elements in the orange blossom in the spring instead of in the leaves in the middle of the growing season, this analysis can be used as a reliable and timely method to detect the nutritional status of orange trees. With timely fertilization, the current year's crop will not be affected by a specific element deficiency.

Cite this article: Sanavi Abbas Abadi, S. E., Sadeghi, H. & Ghasemi, K. (2025). Evaluation of Mineral Elements in Flowers of 'Thomson Navel' Orange Trees Compared with Those in Leaves *Iranian Journal of Horticultural Science*, 56 (4), 725-736. DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2025.386243.2237

© The Author(s).
DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2025.386243.2237

Publisher: The University of Tehran Press.

Extended Abstract

Introduction

The availability of nutrients and their balance throughout the tree's growth period is crucial to achieving maximum yield and maximum fruit quality in orange trees. Therefore, awareness of the nutritional status of trees is one of the most important aspects of orange orchard management. The most common, most accurate, and most direct method of diagnosing nutritional status is leaf analysis, but one of its most important limitations is the necessity of sampling leaves that are three to four months old. However, a deficiency of an element may be hidden, or sometimes two or three elements may have the same symptoms at different degrees of deficiency, and therefore, most often, visual symptoms will not effectively indicate a deficiency. On the other hand, when visible symptoms of deficiency are observed, this indicates that damage has already been caused and the yield has been decreasing for a long time. In comprehensive crop production management, this time is too late to diagnose the nutritional status, because compensating for any deficiencies does not have much effect on the yield of the current year. To overcome this challenge and diagnose the status of nutrients in a timely manner, flower analysis seems to be a suitable method. Several methods have been proposed to overcome the limitation of sampling time. The Dries method (ratio of nutrients instead of absolute concentration of nutrients without affecting the physiological age of the plant and the sampling location) is one of these methods. Mathematical calculations have also been used to analyze the elements at the time of sampling, such that it is possible to sample trees up to 60 days after flowering and use the results for correcting deficiencies. Another method for diagnosing the nutritional status of fruit trees is to use the analysis of macro- and micronutrients in the flowers of fruit trees after full bloom. Flowers are exposed to metabolic and management changes for a shorter period of time than leaves, so fewer changes are observed in their nutrient concentrations. Therefore, in order to evaluate this method and compare it with leaf analysis by examining the correlation between mineral elements in flowers and leaves of orange trees, this experiment was designed and conducted.

Materials and Methods

Correlation between traits is used to examine the relationship between nutrients in the flower and nutrients in the leaves of 'Thomson Navel' orange (Citrus sinensis cv. Thomson navel) grafted on citrange rootstock (Citrus × aurantium). Sampling was carried out on 10- to 15-year-old trees from 20 commercial 'Thomson Navel' orange orchards located in eastern Mazandaran province. Eight trees were randomly selected from each orchard, and a total of 160 trees were sampled. The soil pH of the sampled orchards ranged from 7.5 to 8. A total of four branches from each tree were marked from four directions of the tree (north, south, east, and west). These trees were free of obvious signs of pests, diseases, and mechanical damage (Obreza et al., 2008). Flowers were sampled from selected branches at a height of 1.5 to 2 m above the ground and immediately transported to the laboratory and dried in an oven at 72°C. After 90 days, leaf samples were taken from the same marked branches. The sampled leaves were immersed in a 1% sodium hypochlorite solution for one minute to eliminate possible sample contamination and then rinsed three times with sterile water. Then, the samples were completely dried and ground in an oven at 72°C. Laboratory measurements in this study were performed using the following methods: Samples were digested with sulfuric acid, salicylic acid, and hydrogen peroxide in special digestion tubes, and nitrogen was measured by titration after distillation. Phosphorus and potassium were measured by dry combustion and dissolved in hydrochloric acid. Potassium was measured by flame photometry. Magnesium and calcium were measured by titration with EDTA. In order to determine the trace elements in plant samples, the dry combustion digestion method and an HCl mixture were used. After preparing the extract, the elements zinc, iron, manganese, and copper were measured by the flame atomic absorption method using an atomic absorption spectrophotometer. Data analysis was performed using SPSS software. The correlation between different elements in leaf and flower tissues was examined first.

Results

The results showed that the sampled trees were deficient in one of the elements nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron, manganese, zinc, copper, and boron. Based on the analysis of the results, it was determined that there is a significant correlation between the elements nitrogen, potassium, phosphorus, calcium, copper, and boron in flowers and leaves. Therefore, measuring these six elements in flowers can be used as a reliable and timely method to analyze the nutritional status of orange trees and timely correct nutrient deficiencies.

Conclusion

Flower analysis is performed 90 days earlier than leaf tissue analysis, so it is possible to detect mineral deficiencies at an appropriate time. It is recommended that flower analysis be used instead of leaf analysis in 'Thomson Navel' oranges.

Author Contributions

All authors contributed equally to the development of this manuscript from the initial draft to the final submitted version, including all subsequent revisions.

Seyed Esmaeil Sanavi Abbas Abadi: Investigation, data collection, and conducting the research as part of his M.Sc. thesis.

Hossein Sadeghi: Writing – original draft, manuscript preparation, and writing – review and editing.

Kamran Ghasemi: Supervision and writing – review and editing.

All authors read and approved the final version of the manuscript.

Data Availability Statement

The data supporting the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

Acknowledgements

This research was supported by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.

Ethical considerations

The authors confirm that no data fabrication, falsification, plagiarism, or other forms of research misconduct occurred during this study.

Conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

انتشارات دانشگاه تهران

نشریه علوم باغبانی ایران، دوره ۵۶، شماره ۴

شاپا الکترونیکی: ۲۴۲۳-۷۹۳۰

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

ارزیابی عناصر معدنی گل در درختان پرتقال تامسون ناول در مقایسه با عناصر معدنی برگ

سید اسماعیل ثانوی عباس آبادی[۱] | حسین صادقی[۲]✉ | کامران قاسمی[۳]

۱. گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری ، ایران. رایانامه: esmaeilsanavi0@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، گروه باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: h.sadeghi@sanru.ac.ir

۳. گروه باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: k.ghasemi@sanru.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۰۱
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۲/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۲۱
تاریخ انتشار: زمستان ۱۴۰۴

کلیدواژه‌ها:
تجزیه برگ، تجزیه گل، عناصر ضروری مرکبات، وضعیت تغذیه‌ای.

چکیده

برای تشخیص کمبود عناصر معدنی درختان پرتقال، مانند سایر درختان میوه معمولاً از تجزیه برگ استفاده می‌شود. بر اساس پروتکل‌های موجود، نمونه‌برداری باید از برگ‌های چهار تا هفت ماهه انجام شود؛ اما اگر در این زمان، عنصری در محدوده کمبود قرار گرفته باشد جبران آن، تأثیری بر عملکرد و کیفیت محصول سال جاری نخواهد داشت. زیرا در فاصله زمانی بین شروع رشد رویشی و گلدهی، بخشی از مراحل رشد و نمو درخت مانند تقسیم سلولی، تشکیل گل، میوه و ریزش میوه چه انجام شده است. لذا به منظور بررسی همبستگی بین عناصر غذایی موجود در گل و برگ درختان پرتقال تامسون ناول با نمونه‌برداری از ۱۶۰ درخت که در بیست باغ قرار داشتند این پژوهش انجام شد. نتایج نشان داد بین غلظت‌های نیتروژن، پتاسیم، فسفر و کلسیم در گل، با غلظت‌های همین عناصر طی ۹۰ روز بعد در برگ، همبستگی معناداری وجود دارد. اما بین مقادیر منیزیم گل و برگ همبستگی معناداری مشاهده نشد. غلظت مس در سطح ۵٪ درصد و غلظت بور هم در سطح یک درصد در گل و برگ همبستگی معناداری داشتند. بین آهن و مس گل و بور برگ همبستگی منفی مشاهده شد. بنابراین با تجزیه این عناصر در گل پرتقال در بهار به‌جای تجزیه آن‌ها در برگ، در اواسط دوره رویش، می‌تواند به‌عنوان روشی قابل اعتماد و به‌موقع برای تشخیص وضعیت تغذیه‌ای درختان پرتقال مورد استفاده قرار گیرد. با تغذیه به‌موقع، محصول سال جاری هم تحت تأثیر این عناصر قرار نمی‌گیرد.

استناد: *ثانوی عباس آبادی، سید اسماعیل؛ صادقی، حسین و قاسمی، کامران* (۱۴۰۴). ارزیابی عناصر معدنی گل در درختان پرتقال تامسون ناول در مقایسه با عناصر معدنی برگ. *نشریه علوم باغبانی ایران*، ۵۶ (۴)، ۷۳۶-۷۲۵. DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2025.386243.2237

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2025.386243.2237

مقدمه

پرتقال تامسون ناول[i] یکی از ارقام پرتقال است که به دلیل عملکرد قابل قبول و کیفیت خوب و سازگاری با عوامل محیطی در شمال کشور توسعه یافته است. بر اساس آمار موجود حدود ۶۰ هزار هکتار از ۸۰ هزار هکتار مساحت تحت کاشت پرتقال در مازندران به این رقم اختصاص دارد (Statistics of the Ministry of Agricultural Jihad, 2022). درختان پرتقال مانند سایر گیاهان و درختان میوه برای رشد و نمو رویشی و محصول‌دهی اقتصادی به مقادیر کافی عناصر غذایی نیاز دارند، زیرا همراه با برداشت محصول بخش زیادی از این عناصر از خاک خارج می‌شوند و جبران آن‌ها از طریق یک برنامه کوددهی سالیانه ضروری است. ۱۶ عنصر در تغذیه گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرند که هرکدام از این عناصر در ساختار و فیزیولوژی درخت تأثیر بسزایی دارند و به دو گروه پرمصرف و کم‌مصرف دسته‌بندی می‌شوند. فراوانی این عناصر در گیاه به نوع خاک، منطقه و روش پرورش مرکبات بستگی دارد. تعیین میزان کوددهی به تعیین دقیق میزان این عناصر در خاک و گیاه بستگی دارد. تشخیص میزان عناصر درخت با روش‌های مختلفی مانند مشاهده علائم ظاهری، تجزیه خاک، تجزیه برگ، تجزیه آب میوه، تجزیه شیره خام و تجزیه بیوشیمیایی شیره پرورده انجام می‌شود که البته هر کدام محدودیت خاص خود را دارد. مشاهده علائم کمبود، در برگ‌های یک درخت، روشی سریع است که می‌توان مشکلات آنی موجود را تشخیص داد. با این وجود، کمبود یک عنصر ممکن است پنهان باشد و یا گاهی اوقات دو یا سه عنصر در درجات مختلف کمبود، علائم یکسانی داشته باشند و لذا علائم بصری به‌طور مؤثری نشان‌دهنده کمبود نخواهد بود. از طرفی زمانی که علائم بصری ظاهر شوند بیانگر این موضوع است که خسارت از قبل ایجاد شده و عملکرد و یا کیفیت محصول از مدت‌ها قبل در حال کاهش بوده است (Havling *et al.*, 2017). تجزیه خاک هم لزوماً بیانگر وضعیت تغذیه گیاه نیست، اما اطلاعات مهمی در مورد بافت خاک، pH خاک، شوری، سدیم قابل تبادل، ظرفیت تبادل کاتیونی، ماده آلی به دست می‌آید. عوامل ذکر شده در تغذیه گیاه، انتخاب منابع کودی و همچنین مدیریت باغ حائز اهمیت هستند اما برای ارزیابی وضعیت تغذیه درخت کارایی کافی ندارند. تجزیه و تحلیل عناصر معدنی برگ یک روش شناخته شده و کاربردی درختان میوه است که از سالیان دور برای ارزیابی وضعیت تغذیه مورد استفاده بوده است. برای تشخیص وضعیت عناصر موجود از طریق آزمایش برگ می‌بایست از استانداردهایی از قبل تعیین شده و بر اساس پروتکل موجود نمونه‌برداری انجام شود و این روش‌ها به‌طور دائم آسان‌تر و به روز می‌شوند (Bussotti, and Pollastrini, 2015). هرچند تجزیه برگ به‌طور متداول به‌منظور تشخیص وضعیت تغذیه‌ای درختان میوه مورداستفاده قرار می‌گیرد، ولی محدودیت‌هایی دارد. مهم‌ترین محدودیت آن زمان نمونه‌برداری است که از برگ‌های چهار تا هفت ماهه پس از رشد بهاری انجام می‌شود. در این دوره زمانی مراحل رشد و نمو فیزیولوژیکی مهمی مانند تقسیم سلولی، رشد شاخه، گلدهی، میوه بستن، ریزش میوه‌چه، ریزش خردادی و بخشی از طویل شدن سلول و بزرگ شدن میوه اتفاق می‌افتد. بنابراین تشخیص هر گونه کمبود عناصر بر اساس تجزیه برگ و رفع آن بر عملکرد و کیفیت میوه در فصل جاری رشد تقریباً بی‌تأثیر است (Caos *et. al.*, 2024).

پیشینه پژوهش

برای غلبه بر محدودیت زمان نمونه‌برداری، تجزیه عناصر برگ و رفع کمبودهای احتمالی درختان چندین روش مورد بررسی قرار گرفته است. روش دریس، (نسبت عناصر غذایی به‌جای غلظت مطلق عناصر غذایی بدون تأثیرگذاری سن فیزیولوژیک گیاه و محل نمونه‌برداری) و محاسبات ریاضی را برای تجزیه و تحلیل عناصر در زمان نمونه‌برداری استاندارد پیشنهاد شدند (Sanz, 1999). اما مونتانا و دیگران (۱۹۹۵)، نمونه‌برداری و تجزیه گل را برای درختان میوه پیشنهاد دادند. سانز و دیگران در سال ۱۹۹۸ هم یکی از روش‌های تشخیص میزان عناصر غذایی درختان میوه را تجزیه گل در مرحله تمام گل اعلام کردند.

گل‌دهی یک مرحله بسیار مهم در چرخه زندگی مرکبات است که به‌صورت مستقیم بر تولید محصول و کیفیت آن تأثیرگذار است. گل‌ها اندام‌هایی هستند که نسبت به برگ، مدت زمان کوتاه‌تری در معرض تغییرات متابولیکی و مسائل مدیریتی قرار می‌گیرند و از گل‌دهی تا تشکیل میوه تغییرات کمتری در غلظت عناصر غذایی و وضعیت عملکرد فیزیولوژیکی آن مشاهده

می‌شود (Gill *et al.*, 2023). Sanz و دیگران در سال ۱۹۹۵ در مطالعه‌ای که بر روی ۱۰۰ درخت گلابی[1] و هلو[2] برای آگاهی از کمبود احتمالی آهن با استفاده از تجزیه گل انجام شد، نتایج نشان داد که در هر دو گونه، غلظت آهن گل با غلظت آهن برگ همبستگی معناداری داشته است. در پژوهشی که در شمال شرقی اسپانیا در طی دو سال متوالی ۱۹۹۵ و ۱۹۹۶ بر روی درختان سیب گلدن دلیشس انجام شد گل‌های سیب در ابتدای فصل مورد تجزیه قرار گرفتند و دو تا چهار ماه بعد برگ‌هایی که روی همان شاخه‌ها وجود داشتند نیز نمونه‌گیری و تجزیه شدند. نتایج نشان داد که بین عناصر موجود در گل‌ها و برگ‌های سیب ضریب همبستگی ۰/۶ و ۰/۸۷ وجود دارد. لذا پیشنهاد شد نمونه‌برداری از گل‌ها می‌تواند در تشخیص کمبود آهن در این گونه مورد استفاده قرار گیرد (Sanz *et al.*, 1998). در آزمایش دیگری، وضعیت عناصر معدنی گل‌های درختان بادام[3] مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج این مطالعات نشان داد بین غلظت‌های نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم و کلسیم و آهن، روی، مس و منگنز گل و برگ همبستگی وجود دارد. در نهایت با توجه به غلظت عناصر موجود در گل، استانداردی برای نمونه‌گیری و آگاهی از وضعیت تغذیه درختان بادام ارائه شد. Bouranis و دیگران در سال ۲۰۱۰ برای آگاهی از وضعیت عناصر غذایی در درختان قهوه[4] و همبستگی گل و برگ هم نتایج یک پژوهش نشان داد بین غلظت‌های نیتروژن، منیزیم، آهن، منگنز، روی و مس در گل‌ها و برگ‌ها همبستگی وجود داشت. بنا بر نتایج به دست آمده گفته شده است که می‌توان از تجزیه گل‌ها جهت تشخیص وضعیت تغذیه درختان قهوه استفاده کرد (Martinez *et al.*, 2003). نتایج بررسی وضعیت عناصر غذایی در بافت زایشی دو رقم زیتون آربکین و شتویی در شش مرحله مختلف فیزیولوژیکی نشان داد که بین غلظت‌های نیتروژن، فسفر، مس، روی و منگنز در بافت‌های گل و برگ در مرحله سخت شدن هسته رقم آربکین همبستگی معناداری وجود دارد و می‌توان از طریق تجزیه گل برای آگاهی از وضعیت تغذیه‌ای درختان زیتون استفاده نمود (Khelil *et al.*, 2010).

در مورد خرنوب[5] هم که گل‌های نر و ماده جدا هستند، مطالعه غلظت عناصر معدنی گل و تغییرات فصلی عناصر ازت، فسفر، پتاس، کلسیم و منیزیم، آهن و منگنز و روی و مس در برگ‌ها و گل‌های ماده، نر و هرمافرودیت نشان داد که گل‌های نر نسبت به ماده عناصر نیتروژن و روی بیشتری داشتند. غلظت ازت و فسفر و پتاسیم در گل نسبت به برگ بیشتر و غلظت منگنز کمتر بوده است؛ لذا پیشنهاد شده است گل‌ها می‌توانند در تجزیه عناصر معدنی مورد استفاده قرار گیرند (Custódio *et al.*, 2007).

در آزمایشی که به‌منظور تحقیق بین رابطه غلظت مواد معدنی گل و برگ در نارنگی اونشو انجام شده است مشخص شد بین غلظت پتاسیم، منگنز، مس، کلسیم و بور در گل‌های انشو و غلظت‌های موجود در برگ همبستگی معناداری وجود دارد اما ضرایب تغییرات در گل‌های نارنگی بیشتر بود (Gui *et al.*, 2014). نتایج یک پژوهش بر روی پرتقال والنسیا نیز نشان داد که می‌توان از ترکیب مواد معدنی گل، کیفیت میوه را پیش‌بینی کرد؛ همچنین می‌توان کیفیت میوه سال بعد را هم پیش‌بینی کرد (Pestana *et al.*, 2005). گل‌ها نسبت به برگ‌ها در زمان کوتاه‌تری به وجود می‌آیند و چون طول عمر کوتاه‌تری هم دارند کمتر در معرض تغییرات متابولیک و شیوه‌های مدیریتی قرار می‌گیرند (Montanez *et all* 1996). بنابراین تجزیه گل می‌تواند روش مفیدتری برای تشخیص کمبود عناصر معدنی در درختان میوه باشد. اگر از نتایج مطالعاتی که انجام شده است مشخص گردد که تغییرات عناصر معدنی در گل و برگ یک گونه یا حتی یک رقم از روند مشابهی برخوردار هستند، می‌توان از تجزیه گل برای تشخیص وضعیت غذایی درختان میوه استفاده نمود. در مورد هر درخت میوه زمانی می‌توان به این اطمینان رسید که داده‌های کافی و گسترده در مناطق مختلف کشور و جهان در دسترس باشد. در مورد پرتقال تامسون ناول در منابعی

---

[1] Pyrus communis L.

[2] Prunus persica L.

[3] Prunus amygdalus Batch, cv Texas

[4] Coffea arabica L.

[5] Ceratonia siliqua

علمی که تا زمان این آزمایش بررسی شد نتایجی از تجزیه گل مشاهده نشد. بنابراین به‌منظور همگامی با توسعه علمی این روش در مرکز اصلی باغ‌های درختان پرتقال تامسون ناول این آزمایش طراحی و اجرا گردید.

روش‌شناسی پژوهش

برای ارزیابی رابطه بین عناصر غذایی موجود در گل و عناصر غذایی موجود در برگ پرتقال تامسون ناول پیوند شده بر پایه نارنج ، از روش همبستگی بین عناصر[1] استفاده شد. نمونه‌گیری از درختان ده تا ۱۵ ساله از ۲۰ باغ تجاری پرتقال تامسون ناول موجود در سه ناحیه جنوبی، میانی و شمالی دشت ساری در سال ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۱ انجام شد. میزان pH خاک باغ‌های نمونه‌برداری شده بین ۷/۵ تا ۸ بود و بافت‌های متنوع سنگین تا سبک داشتند. از هر باغ هشت درخت به‌صورت تصادفی انتخاب شد. در مجموع از ۱۶۰ درخت نمونه‌گیری گل و برگ صورت گرفت. چهار شاخه در چهار جهت شمال، جنوب، شرق و غرب هر درخت در ارتفاع سینه انتخاب و علامت‌گذاری گردید تا نمونه‌برداری گل و برگ از روی آن‌ها انجام شود. این درختان فاقد علائم مشخص آفات، بیماری و آسیب‌های مکانیکی بودند. در زمان تمام گل (۸۰ درصد باز شدند) تعداد ۲۰ گل از روی هر شاخه و در مجموع ۸۰ گل از هر درخت برداشت، به آزمایشگاه منتقل و در آون ۷۲ درجه سانتی‌گراد خشک گردید. بعد از ۹۰ روز، روی همان شاخه‌های علامت‌گذاری شده نمونه برگ گرفته شد. از روی هر شاخه ۲۰ برگ و در مجموع ۸۰ برگ از روی همان شاخه‌هایی که نمونه‌های گل از روی آن‌ها تهیه شده بودند برداشت و به آزمایشگاه ارسال شدند. برگ‌های نمونه‌برداری شده، جهت از بین بردن آلودگی احتمالی نمونه، در محلول هیپوکلراید سدیم یک درصد، به مدت یک دقیقه غوطه‌ور و سپس با آب استریل سه بار شستشو داده شدند. سپس نمونه‌های برگی در آون ۷۲ درجه سانتی‌گراد کاملاً خشک و آسیاب شدند. اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی در این پژوهش به روش‌های زیر و به شرح انجام شد (Chapman and Pratt, 1961).

نمونه‌ها به روش هضم با اسیدسولفوریک، اسید سالیسیلیک و آب‌اکسیژنه در لوله‌های مخصوص هضم و اندازه‌گیری نیتروژن به روش تیتراسیون بعد از تقطیر انجام گرفت. جهت اندازه‌گیری فسفر و پتاسیم، هضم به‌روش خشک سوزانی و حل کردن در اسید هیدروکلریک انجام شد. اندازه‌گیری پتاسیم به روش نورسنجی شعله‌ای انجام شد (Emami, 1996). اندازه‌گیری مقدار منیزیم و کلسیم به روش تیتراسیون با EDTA انجام شد. به‌منظور تعیین عناصر غذایی کم‌مصرف در نمونه‌های گیاهی از روش هضم از طریق سوزاندن خشک و ترکیب HCl استفاده گردید. پس از تهیه عصاره، عناصر روی، آهن، منگنز و مس با روش جذب اتمی شعله‌ای و با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد(Parham *et al*., 2002).

داده‌های به دست آمده، نخست در نرم‌افزار اکسل وارد و سپس تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. به‌منظور تجزیه داده‌ها، ابتدا همبستگی بین عناصر مختلف در بافت‌های برگ و گل جداگانه ارزیابی گشت و سپس برای عناصری که همبستگی بین آن‌ها ازنظر آماری معنادار بود.

یافته‌های پژوهش

نتایج تجزیه برگ و گل درختان پرتقال به‌صورت بیشترین، کمترین و میانگین آن‌ها در جدول ۱ (Sadeghi & Sabour Rouh, 2023) نشان داده شده است. تطبیق این داده‌ها با جدول استاندارد نشان می‌دهد که جدا از بررسی همبستگی عناصر مورد نظر این پژوهش، برخی درختان نمونه‌برداری شده حداقل در یکی از عناصر نیتروژن، پتاسیم، روی، منگنز و مس دچار کمبود بودند. سمیت بور (۳۰۰ در مقابل ۲۶۰ ppm) و آهن (۳۹۵ در مقابل ۲۵۰ ppm) و منیزیم (۱/۲۸ مقابل ۰/۸) نیز در برخی از نمونه‌ها مشاهده شد. فسفر و کلسیم در سطح مطلوب بودند اما پتاسیم در حد کمبود قرار داشت. میانگین نیتروژن در

[1] Citrus × aurantium

برگ‌ها کمتر از گل‌ها اما میانگین فسفر در گل‌ها بیشتر بود. میانگین کلسیم در گل‌ها کمتر از برگ‌ها بوده است. میزان عناصر مس، روی در گل‌ها بیشتر بود اما میزان آهن، منگنز و منیزیم برگ‌ها بیشتر بود. میانگین بور نیز در برگ‌ها بیشتر از گل‌ها بود.

جدول ۱. استاندارد غلظت عناصر معدنی در برگ‌های سه تا هفت ماهه درختان پرتقال تامسون ناول (Sadeghi & Sabour Rouh, 2023).

عنصر	کمبود	دامنه پایین	دامنه مطلوب	دامنه زیاد	سمیت
بور (mg/kg)	۲۰	۲۰–۳۵	۳۶–۱۰۰	۱۰۱–۲۰۰	۲۶۰
کلسیم (٪)	۱/۵	۱/۵–۲/۹	۳–۴/۵	۴/۶–۶	۰/۷
مس (mg/kg)	۳/۶	۳/۷–۴/۹	۵–۱۲	۱۳–۱۹	۲۰
آهن (mg/kg)	۳۵	۳۵–۴۹	۵۰–۱۲۰	۱۳۰–۲۰۰	۲۵۰؟
منیزیم (٪)	۰/۲	۰/۲–۰/۲۹	۰/۳–۰/۴۹	۰/۵–۰/۷	۰/۸
منگنز (mg/kg)	۱۸	۱۸–۲۴	۲۵–۴۹	۵۰–۵۰۰	۱۰۰۰
نیتروژن (٪)	۲/۲	۲/۲–۲/۴	۲/۵–۲/۷	۲/۸–۳	۳
فسفر (٪)	۰/۰۹	۰/۰۹–۰/۱۱	۰/۱۲–۰/۱۶	۰/۱۷–۰/۲۹	۰/۳
پتاسیم (٪)	۰/۷	۰/۷–۱/۱	۱/۲–۱/۷	۱/۸–۲/۳	۲/۴
سدیم (٪)	**	**	<۰/۱۶	۰/۱۷–۰/۲۴	۰/۲۵
روی (mg/kg)	۱۸	۱۸–۲۴	۲۵–۴۹	۵۰–۲۰۰	۲۰۰

جدول ۲. بیشترین، کمترین و میانگین غلظت‌های عناصر مختلف، در بافت‌های گل و برگ در باغات مورد بررسی.

عنصر	در برگ			در گل		
	بیشترین	کمترین	میانگین	بیشترین	کمترین	میانگین
نیتروژن(٪)	۲/۳	۱/۳	۱/۹۲	۳/۳۱	۲/۱۴	۲/۷۸
فسفر(٪)	۰/۲۲۹	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۷۳	۰/۳۵	۰/۴۸
پتاسیم(٪)	۱/۱	۰/۹۸	۱/۰۱	۱/۵	۱/۳۲	۱/۳۷
کلسیم(٪)	۴/۳۸	۲/۴۵	۳/۳۱	۰/۳۳	۰/۱۵	۰/۲۲
منیزیم(٪)	۱/۲۸	۰/۴۱	۰/۷۶	۰/۲۳	۰/۱۵	۰/۲۲
آهن(mg/kg)	۳۹۵	۱۹۴	۲۷۴	۱۳۳	۷۵	۹۸/۳۱
منگنز(mg/kg)	۳۵	۱۰	۱۸/۴۱	۱۱/۸	۶/۲۵	۸/۱۵
روی(mg/kg)	۲۱/۸	۱۲/۵	۱۵/۳۸	۳۵/۶	۲۰/۶	۲۹/۰۶
مس(mg/kg)	۱۰/۶	۳/۱۲	۵/۳۲	۱۷	۶/۵	۹/۷۸
بور(mg/kg)	۳۰۸	۱۱۰	۱۹۸/۴۷	۷۲/۵	۲۸/۱	۶۰/۱۹

همبستگی بین عناصر پرمصرف و کم‌مصرف

نتایج به دست آمده (جدول ۲) نشان داد که بین مقادیر عناصر پرمصرف نیتروژن (N)، پتاسیم (K)، فسفر (P) و کلسیم (Ca) در بافت گل، و مقادیر آن‌ها در برگ (۹۰ روز بعد از تمام گل) همبستگی معناداری وجود دارد؛ اما در بین عناصر پرمصرف غلظت منیزیم در دو بافت گل و برگ با یکدیگر همبستگی معناداری نداشتند. نیتروژن گل با نیتروژن برگ به‌اندازه ۰/۶۴۱، پتاسیم به‌اندازه ۰/۸۰۰، فسفر به‌اندازه ۰/۷۸۸، کلسیم به‌اندازه ۰/۵۷۵، در سطح احتمال یک درصد همبستگی مثبت داشتند. همچنین بین پتاسیم برگ و فسفر گل هم به‌اندازه ۰/۴۵۸ در سطح احتمال پنج درصد همبستگی مثبت دیده شد. در بین عناصر کم‌مصرف غلظت مس به‌اندازه ۰/۴۶۶ در سطح احتمال پنج درصد و بور به‌اندازه ۰/۷۳۱ در سطح احتمال یک درصد در برگ

و گل دارای همبستگی مثبت و معناداری بوده است. بین غلظت آهن در گل و بور برگ به‌اندازه ۰/۵۰۶– و بین مس گل و بر برگ به‌اندازه ۰/۴۵۸– در سطح احتمال پنج درصد همبستگی معنادار منفی مشاهده شد.

غلظت آهن و مس گل با بور برگ و همچنین منگنز گل با کلسیم برگ، همبستگی منفی معناداری را نشان داد. فسفر و بور گل نیز با کلسیم برگ، همبستگی مثبتی را نشان داد. همچنین بین غلظت‌های پتاسیم و منگنز برگ همبستگی مثبت معناداری مشاهده شد؛ منگنز برگ و پتاسیم برگ به‌اندازه ۰/۵۷۶ در سطح احتمال پنج درصد، منگنز گل و کلسیم برگ ۰/۵۸۴– در سطح احتمال پنج درصد و بور گل و کلسیم برگ ۰/۴۵۸ در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر همبستگی معنادار داشتند. همبستگی‌های مثبت و منفی مشاهده شده بین عناصر مختلف در بافت‌های گل و برگ، می‌تواند از توضیح روابط هم‌افزایی و رقابتی بین عناصر دلالت کند که در مدیریت تغذیه در مراحل مختلف فیزیولوژیکی حائز اهمیت هست. بر اساس نتایج مربوط به جدول همبستگی بین غلظت‌های عناصر کم‌مصرف گل و برگ پرتقال رقم تامسون ناول، غلظت‌های عناصر مس(Cu) به‌اندازه ۰/۴۶۶ در سطح احتمال پنج درصد و بور (B) به‌اندازه ۰/۷۳۱ در سطح احتمال یک درصد در دو بافت مورد بررسی دارای همبستگی معناداری می‌باشند. بین آهن گل و بور برگ به‌اندازه ۰/۵۰۶ – و بین مس گل و بور برگ به‌اندازه ۰/۴۵۸ – در سطح احتمال پنج درصد همبستگی مشاهده شد.

جدول ۳. بررسی همبستگی بین غلظت عناصر مختلف در بافت گل و برگ پرتقال رقم تامسون ناول

	N برگ	N گل	K برگ	K گل	P برگ	P گل	Ca برگ	Ca گل	Mg برگ	Mg گل	Fe برگ	Fe گل	Mn برگ	Mn گل	Zn برگ	Zn گل	Cu برگ	Cu گل	B برگ	B گل
N برگ	۱																			
N گل	۰/۶۴۱**	۱																		
K برگ	-۰/۱۷۳	-۰/۲۵۹	۱																	
K گل	-۰/۱۹۲	-۰/۲۶۱	۰/۸**	۱																
P برگ	۰/۲۱۳	۰/۰۳	-۰/۱۹۸	۰/۰۴۸	۱															
P گل	-۰/۱۰۵	-۰/۲۷۵	۰/۰۰۶	۰/۱۸۲	۰/۷۸۸**	۱														
Ca برگ	۰/۱۰۵	-۰/۰۸۹	۰/۰۵۴	۰/۱۱۱	۰/۳۱۸	۰/۴۵۸*	۱													
Ca گل	۰/۰۸۶	-۰/۰۱۵	-۰/۱۱۸	-۰/۱۰۱	۰/۳۰۲	۰/۴۳۶	۰/۵۷۵	۱												
Mg برگ	-۰/۰۷۴	-۰/۲۲۶	۰/۰۰۴	-۰/۲۱۸	-۰/۱۴۷	-۰/۱۵۴	۰/۳۳۰	۰/۱۰۳	۱											
Mg گل	-۰/۴۰۹	-۰/۳۵۳	۰/۰۹۹	-۰/۱۹۱	-۰/۱۷۲	۰/۰۵۲	-۰/۰۶۶	۰/۱۸۲	۰/۴۲۹	۱										
Fe برگ	-۰/۲۲۱	۰/۰۶۳	-۰/۱۹۶	-۰/۰۷۲	۰/۱۹۱	-۰/۰۷۳	۰/۱۱۸	-۰/۱۶۷	-۰/۰۸۸	-۰/۲۱۶	۱									
Fe گل	۰/۲۶۳	۰/۰۵۴	-۰/۰۳۷	۰/۰۷۹.	-۰/۰۴۳	-۰/۲۱۱	-۰/۲۲۵	-۰/۱۷۰	-۰/۲۰۷	-۰/۲۱۵	۰/۲۴۳	۱								
Mn برگ	-۰/۲۲۰	-۰/۲۷۴	۰/۵۷۶*	۰/۳۱۶	-۰/۱۹۴	-۰/۱۹۳	-۰/۱۹۸	-۰/۲۶۳	۰/۰۷۰	۰/۳۱۲	۰/۱۸۳	۰/۳۱۰	۱							
Mn گل	-۰/۱۱۸	-۰/۲۴۵	۰/۱۹۵	۰/۰۴۰	-۰/۰۲۶	-۰/۰۰۴	۰/۵۸۴**	-۰/۱۴۱	-۰/۰۳۲	۰/۳۱۰	-۰/۲۸۸	۰/۳۶۵	۰/۴۱۸	۱						
Zn برگ	-۰/۰۲۸	-۰/۰۵۹	-۰/۰۳۲	۰/۰۳۵	-۰/۰۴	۰/۰۲۸	-۰/۲۵۳	-۰/۰۹۱	-۰/۱۹۵	۰/۲۶۸	-۰/۰۹۲	۰/۱۷۱	۰/۰۳۴.	۰/۴۱۳.	۱					
Zn گل	-۰/۰۴۳	-۰/۱۶۴	-۰/۲۱۲	-۰/۲۲۳	-۰/۳۶۷	-۰/۳۸۸	-۰/۱۵۳	-۰/۱۲۶	-۰/۰۵۶	۰/۲۴۹.	-۰/۰۵۲	۰/۱۶۷.	۰/۱۱۸	۰/۰۰۵	۰/۴۱۱.	۱				
Cu برگ	۰/۳۹۳	-۰/۰۳۳	-۰/۰۸۱	۰/۲۸۴.	۰/۲۵۸	۰/۲۷۲	۰/۰۹۵	۰/۰۶۴	-۰/۴۰۵	-۰/۲۶۳	-۰/۲۹۴	۰/۳۰۵	-۰/۱۵۵	-۰/۱۴۶	۰/۱۱۷	۰/۲۰۴	۱			
Cu گل	۰/۱۳۸	-۰/۱۸۲	-۰/۱۱۳	-۰/۰۴۰	-۰/۲۱۲	-۰/۲۶۶	-۰/۲۵۸	۰/۰۴۰	-۰/۰۲۲	۰/۰۳۸.	-۰/۲۹۹	۰/۴۳۷	۰/۱۷۷	۰/۱۹۰	-۰/۱۹۷	۰/۱۹۶	۰/۴۶۶*	۱		
B برگ	-۰/۰۲۵	-۰/۰۹۳	-۰/۰۳۳	-۰/۰۵۸	-۰/۱۸۹	-۰/۰۴۲	۰/۲۸۵	۰/۰۸۴.	۰/۳۲۶	۰/۱۳۵	-۰/۱۴۷	-۰/۵۰۶*	-۰/۳۹	-۰/۳۲۴	-۰/۲۸۲	-۰/۰۴۰	-۰/۳۷۸	-۰/۴۵۸*	۱	
B گل	-۰/۰۱۲	۰/۰۴۹	۰/۳۲۳	۰/۲۳۶	-۰/۲۳۹	-۰/۰۴۴	۰/۴۵۸*	۰/۲۷۲	۰/۲۶۲	۰/۱۳۷	-۰/۴	-۰/۳۷۲	-۰/۲	-۰/۲۰۱	-۰/۰۷۲	-۰/۰۰۳	-۰/۱۱۶	-۰/۴۱۷	۰/۷۳۱**	۱

ns , * و **: به ترتیب بیانگر عدم وجود اختلاف معنادار، معنادار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ هست.

بررسی به‌عمل آمده در خصوص روابط همبستگی بین عناصر مختلف در دو بافت گل و برگ، نشان داد که غلظت‌های آهن و مس گل با بور برگ و همچنین منگنز گل با کلسیم برگ همبستگی منفی معناداری را نشان می‌دهند. فسفر و بور گل نیز با کلسیم برگ همبستگی مثبتی را نشان دادند. همچنین بین غلظت‌های پتاسیم و منگنز برگ همبستگی مثبت معناداری مشاهده شد. منگنز برگ و پتاسیم برگ به اندازه ۰/۵۷۶ در سطح احتمال پنج درصد، منگنز گل و کلسیم برگ ۰/۵۸۴- در سطح احتمال پنج درصد در جهت منفی و بور گل و کلسیم برگ ۰/۴۵۸ در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر همبستگی داشتند. همبستگی‌های مثبت و منفی مشاهده شده بین عناصر مختلف در بافت‌های گل و برگ، می‌تواند از توضیح روابط هم‌افزایی و رقابتی بین عناصر تبعیت کنند که در مدیریت تغذیه در مراحل مختلف فیزیولوژیکی حائز اهمیت هست. بین آهن گل و بور برگ به‌اندازه ۰/۵۰۶ – و بین مس گل و بور برگ به‌اندازه ۰/۴۵۸ – در سطح احتمال پنج درصد همبستگی مشاهده شد.

بحث و نتیجه‌گیری

تجزیه برگی روش شناخته شده و معمول در تشخیص میزان عناصر معدنی برگ درختان میوه بوده است و بر اساس نتایج این تجزیه میزان کوددهی به درختان محاسبه و انجام می‌شود. در آینده نزدیک نیز احتمال کنار گذاشته شدن آن وجود ندارد؛ این روش در گیاهان زراعی کاربرد مناسبی دارد اما در درختان میوه زمان نمونه‌گیری از برگ‌های در حال رشد و تقریباً اواسط دوره رشد سال جاری نمی‌تواند حتی اگر به کشف کمبودی هم شود منجر به تأثیرگذاری بر کیفیت و عملکرد محصول سال جاری شود و تقریباً محصول این سال مورد رضایت تولید کننده نخواهد بود. با توجه به اهمیت تغذیه درختان میوه و نقش آن بر عملکرد کمی و کیفی محصول توجه پژوهشگران علوم فیزیولوژی و تغذیه به این موضوع جلب شد. نتیجه این پژوهش‌ها در بیشتر گونه‌های باغبانی نشان داد که می‌توان از تجزیه گل‌های درختان میوه به‌جای برگ‌ها استفاده نمود.

این همبستگی بین نیتروژن، منیزیم و منگنز در گل و برگ هلو (Sanz & Montanez, 1995)، نیتروژن، فسفر، مس، روی و منگنز در زیتون (Khelil *et al*., 2010)، نیتروژن، منیزیم، آهن، منگنز، روی و مس در قهوه (Martinez *et al*., 2003)، آهن و منگنز در گلابی (Sanz *et al*., 1994) گزارش شده است. در محدود گزارش‌های علمی در مورد مرکبات نیز پژوهش گویی و دیگران در سال ۲۰۱۴ نشان داد که بین غلظت‌های عناصر پتاسیم، کلسیم، منگنز، مس، بور و آهن در گل همبستگی معناداری با غلظت‌های این عناصر در برگ نارنگی ساتسوما مشاهده می‌گردد. بین فسفر و منگنز در پرتقال والنسیا نیز این همبستگی گزارش شده است (Pestana *et al*., 2001). در این آزمایش نیز بین غلظت عناصر نیتروژن، پتاسیم، فسفر و کلسیم، مس و بور گل و برگ درختان پرتقال رقم تامسون ناول ازنظر آماری همبستگی معناداری مشاهده شد که نتایج آن با با نتایج پژوهش قبلی در مورد عناصر پتاسیم، کلسیم، مس و بور مشابهت داشت. نتایج مشابهی نیز در مورد هلو، زیتون، قهوه نیز مشاهده شده است. منیزیم تنها عنصر پرمصرفی بود که همبستگی معناداری بین غلظت‌های گل و برگ آن مشاهده نشد. توجه به گزارش اوبرزا و مورگان در سال ۲۰۰۸، در خصوص چگونگی تغییر غلظت‌های عناصر در برگ مرکبات در ماه‌های مختلف سال، تغییرات غلظت‌های نیتروژن، پتاسیم، فسفر و کلسیم تقریباً از زمان گلدهی، تا بازه زمانی مربوط به نمونه‌گیری از برگ، به فرم خطی هست؛ در صورتی که نمودار تغییرات غلظت منیزیم در برگ منحنی شکل است. بر این اساس نتایج این مطالعه و نتایج گزارش شده به نظر می‌رسد که می‌توان از طریق تجزیه گل به کمبودهای احتمالی درختان پرتقال در اوایل فصل رشد به‌طوری که محصول سال جاری را هم شامل شود پی برد اگرچه هنوز به اطلاعات بیشتری نیاز است تا استاندارد مناسبی برای آن نگاشته شود.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج و شواهد حاصل از این پژوهش بیانگر این است که تجزیه بافت گل می‌تواند شاخص مناسبی برای تشخیص زودهنگام وضعیت تغذیه‌ای درختان تامسون ناول باشد. با توجه به اینکه بین غلظت‌ها عناصر نیتروژن فسفر پتاسیم کلسیم مس و بور در

بافت گل با ۹۰ روز بعد ازآن در بافت برگ همبستگی معناداری مشاهده شد، لذا تجزیه بافت گل به‌وضوح بیانگر کمبود، بیشبود و غلظت مناسب عناصر معدنی درخت همانند تجزیه برگی است.

پیشنهادات

با اینکه در این پژوهش از تعداد زیادی از درختان پرتقال در مناطق و باغ‌های گوناگون با خاک و مدیریت‌های باغبانی متفاوت نمونه‌برداری و تجزیه صورت گرفت، پیشنهاد می‌شود گستره مطالعات در مورد این رقم افزایش یابد تا در آینده نزدیک بتوان استاندارد مطلوبی برای این روش حاصل شود.

REFERENCES

Bussotti, F., & Pollastrini, M. (2015). Evaluation of leaf features in forest trees: Methods, techniques, obtainable information and limits. *Ecological indicators*, *52*, 219-230.

Havling J., Tisdal S., Nelson W., Beaton J. (2017). Soil fertility and fertilizers, eight edition Pearson, India education Serviss, 315- 330

Cao, S., Zeng, B., Zhou, X., Deng, S., Zhang, W., Luo, S., ... & Yang, S. (2024). Multivariate Analysis and Optimization Scheme of the Relationship between Leaf Nutrients and Fruit Quality in 'Bingtang'Sweet Orange Orchards. *Horticulturae*, *10*(9), 976.

Chapman, H. D., & Pratt, D. F. (1961). Methods of analysis for soil, plant and water, 60–62. *Davis, CA: University of California, Agricultural Science*.

Custódio, L., Correia, P. J., Martins-Loução, M. A., & Romano, A. (2007). Floral analysis and seasonal dynamics of mineral levels in carob tree leaves. *Journal of plant nutrition*, *30*(5), 739-753.

Custódio, L., Correia, P. J., Martins-Loução, M. A., & Romano, A. (2007). Floral analysis and seasonal dynamics of mineral levels in carob tree leaves. *Journal of plant nutrition*, *30*(5), 739-753

Emami, A. (1996) Methods of Plant Analysis. Publications of the Soil and Water Research Institute 982:202. (in Persian)

Gill, K., Kumar, P., Negi, S., Sharma, R., Joshi, A. K., Suprun, I. I., & Al-Nakib, E. A. (2023). Physiological perspective of plant growth regulators in flowering, fruit setting and ripening process in citrus. *Scientia Horticulturae*, *309*, 111628.

Gui, H. P., Tan, Q. L., Hu, C. X., Zhang, Y., Zheng, C. S., Sun, X. C., & Zhao, X. H. (2014). Floral analysis for Satsuma mandarin (Citrus unshiu Marc.) nutrient diagnosis based on the relationship between flowers and leaves. *Scientia Horticulture*, *169*, 51-56

Khelil, M. B., Sanaa, M., Muallem, M., & Larbi, A. (2010). Floral analysis as a new approach to evaluate the nutritional status of olive trees. *Journal of plant nutrition*, *33*(5), 627-639.

Martinez, H. E., Souza, R. B., Abadía Bayona, J., Hugo Alvarez Venegas, V., & Sanz, M. (2003). Coffee-Tree Floral Analysis as a Mean of Nutritional Diagnosis. *Journal of Plant Nutrition*, *26*(7), 1467-1482

Montanez Milla, L., Val, J., BetrÃ¡ n, J., Monge, E., Moreno, M. A., & Montana s, L. (1996, May). Floral analysis: fresh and dry weight of flowers from different fruit tree species. In *III International Symposium on Mineral Nutrition of Deciduous Fruit Trees 448* (pp. 233-240).

Obreza, T. A., & Morgan, K. T. (2008). Nutrition of Florida Citrus Trees: SL 253/SS478, rev. 1/2008. *EDIS*, *2008*(2).

Parham, H., Semnani, A. and Tavalloli, H. (2002) Methods for the analysis of soils, plants, waters and fertilizers.Shahid Chamran of Ahwaz University 222. (in Persian)

Pestana, M., Beja, P., Correia, P. J., De Varennes, A., & Faria, E. A. (2005). Relationships between nutrient composition of flowers and fruit quality in orange trees grown in calcareous soil. *Tree Physiology*, *25*(6), 761-767

Pestana, M., Correia, P.J., de Varennes, A., Abadía, J. and Faria, E.A.(2001). The use of floral analysis to diagnose the nutritional status of orange trees. *Journal of plant nutrition*, *24*(12), pp.1913-1923

Sadeghi, H., & Sabour Rouh, A. (2023). Citrus Sciences and technologies. (Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University).

Sanz, M. (1999). Evaluation of interpretation of DRIS system during growing season of the peach tree: comparison with DOP method. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, *30*(7-8), 1025-103

Sanz, M., & Montanez, L. (1995). Flower analysis as a new approach to diagnosing the nutritional status of the peach tree. *Journal of Plant Nutrition*, *18*(8), 1667-1675

Sanz, M., Pérez, J., Pascual, J. and Machin, J. (1998). Prognosis of iron chlorosis in apple trees by floral analysis. *Journal of plant nutrition*, *21*(8), pp.1697-1703.

Statistics of the Ministry of Agricultural Jihad, 2022