

Evaluation of floral mineral elements in Thompson navel orange trees versus leaf mineral elements

ABSTRACT

To detect mineral deficiency in orange trees, like 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 Thompson navel oranges, this study was conducted by sampling 160 trees located in 8 orchards. The results showed that there is 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 values 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, it can be used as a reliable and timely method to detect the nutritional status of orange trees. With timely feeding, the current year's crop will not be affected by a specific element deficiency.

Keywords: *Citrus, essential elements, flower analysis, leaf analysis, nutritional status*

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

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 ۸ باغ قرار داشتند این پژوهش انجام شد. نتایج نشان داد بین غلظت‌های نیتروژن، پتاسیم، فسفر و کلسیم در گل، با غلظت‌های همین عناصر در برگ (۹۰ روز بعد)، همبستگی معنی‌داری وجود دارد. اما بین مقادیر منیزیم گل و برگ همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد. غلظت مس در سطح ۵٪ درصد و غلظت بور هم در سطح یک درصد در گل و برگ همبستگی معنی‌داری داشتند. بین آهن و مس گل و بور برگ همبستگی منفی مشاهده شد. بنابراین با تجزیه این عناصر در گل پرتقال در بهار بجای 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.

واژگان کلیدی: تجزیه برگ، تجزیه گل، عناصر ضروری مرکبات، وضعیت تغذیه‌ای

مقدمه

پرتقال تامسون ناول (*Citrus sinensis* var. *Thompson navel*) 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 محصول دهی 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 هر کدام 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 شیر خام و تجزیه بیوشیمیایی شیر پرورده انجام می‌شود اما 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 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 به طور متداول به منظور تشخیص وضعیت تغذیه‌ای درختان میوه مورد استفاده قرار می‌گیرد، ولی محدودیت‌هایی دارد. مهم‌ترین محدودیت آن زمان نمونه‌برداری است که از برگ‌های ۴ 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 میوه چه، ریزش خردادی و بخشی از طولیل 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. all., 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 به جای 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 همکاران (۱۹۹۵) نمونه‌برداری و تجزیه گل را برای درختان میوه پیشنهاد دادند. سازن و همکاران (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 به صورت 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). در مطالعه‌ای که بر روی ۱۰۰ درخت گلابی (*Pyrus communis* L.) و هلو (*Prunus persica* L.) 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 معنی‌داری داشته است (Sanz et al 1995). در پژوهشی که در شمال شرقی اسپانیا در طی دو سال متوالی (۱۹۹۵ و ۱۹۹۶) بر روی درختان سیب گلدن دلشس 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 (*Prunus amygdalus* Batch, cv Texas) 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. نهایتاً با توجه به غلظت عناصر موجود در گل استاندارد برای نمونه‌گیری و آگاهی از وضعیت تغذیه درختان بادام ارائه شد. (Bouranis et al 2010) برای آگاهی از وضعیت عناصر غذایی در درختان قهوه (*Coffea arabica* L.) 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 آرکین 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 آرکین همبستگی معنی‌داری وجود دارد و می‌توان از طریق تجزیه گل برای آگاهی از وضعیت تغذیه‌ای درختان زیتون استفاده نمود (Khelil, et al 2010).

در مورد خرنوب *Ceratonia siliqua* 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 به منظور تحقیق بین رابطه‌ی 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 معنی‌داری 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. همین نتایج نشان داد که از همین روش 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 al., 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 تغییرات عناصر معدنی در گل و برگ یک گونه یا حتی یک رقم از روند مشابهی برخوردار هستند بنابراین 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 علمی که تا زمان این آزمایش بررسی شد نتایجی از تجزیه گل مشاهده نشد بنابراین به منظور همگامی با توسعه علمی این روش در مرکز اصلی باغ‌های درختان پرتقال تامسون ناول این آزمایش طراحی و اجرا شده است.

روش‌شناسی پژوهش

برای ارزیابی رابطه بین عناصر غذایی موجود در گل و عناصر غذایی موجود در برگ پرتقال تامسون ناول (*Citrus sinensis* cv. Thompson navel) پیوند شده بر پایه نارنج (*Citrus × aurantium*)، از روش همبستگی بین عناصر استفاده شد. نمونه‌گیری از درختان ۱۰ 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 به صورت 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 شدند 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 و سریعاً به آزمایشگاه انتقال داده شدند و در آون ۷۲ درجه سانتی‌گراد خشک گردیدند. 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 برگ 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 آب اکسیژنه در لوله‌های مخصوص هضم و اندازه‌گیری نیتروژن به روش تیتراسیون بعد از تقطیر انجام گرفت. جهت اندازه‌گیری فسفر و پتاسیم، هضم به روش 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. به منظور 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 شده 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 از نظر آماری معنی‌دار 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 که مورد نظر این پژوهش بوده است 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 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 ۳ تا ۷ ماهه درختان پرتقال تامسون ناول (Sadeghi & Sabour Rouh, 2023)

عنصر	کمبود	دامنه پایین	دامنه مطلوب	دامنه زیاد	سمیت
بور (mg/kg)	۲۰	۲۵-۲۰	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
نیتروژن (%)	۲/۳	۱/۳	۱/۹۲	۳/۳۱	۲/۱۴
فسفر (%)	۰/۲۳۹	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۷۳	۰/۳۵
پتاسیم (%)	۱/۱	۰/۹۸	۱/۰۱	۱/۵	۱/۳۲
کلسیم (%)	۴/۳۸	۲/۴۵	۳/۳۱	۰/۳۳	۰/۱۵
منیزیم (%)	۱/۲۸	۰/۴۱	۰/۷۶	۰/۲۳	۰/۱۵
آهن (mg/kg)	۳۹۵	۱۹۴	۲۷۴	۱۳۳	۷۵
	۹۸/۳۱				

۸/۱۵	۶/۲۵	۱۱/۸	۱۸/۴۱	۱۰	۳۵	منگنز (mg/kg)
۲۹/۰۶	۲۰/۶	۳۵/۶	۱۵/۳۸	۱۲/۵	۲۱/۸	روی (mg/kg)
۹/۷۸	۶/۵	۱۷	۵/۳۲	۳/۱۲	۱۰/۶	مس (mg/kg)
۶۰/۱۹	۲۸/۱	۷۲/۵	۱۹۸/۴۷	۱۱۰	۳۰۸	بور (mg/kg)

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 معنی‌داری وجود دارد اما در بین عناصر پرمصرف غلظت منیزیم در دو بافت گل و برگ با یکدیگر همبستگی معنی‌داری نداشتند. نیتروژن گل با نیتروژن برگ به اندازه ۰/۶۴۱، پتاسیم به اندازه ۰/۸۰۰، فسفر به اندازه ۰/۷۸۸، کلسیم به اندازه ۰/۵۷۵، در سطح احتمال یک درصد همبستگی مثبت داشتند. همچنین بین پتاسیم برگ و فسفر گل هم به اندازه ۰/۴۵۸ در سطح احتمال پنج درصد همبستگی مثبت دیده شد. در بین عناصر کم‌مصرف غلظت مس به اندازه ۰/۴۶۶ در سطح احتمال پنج درصد و بور به اندازه ۰/۷۳۱ در سطح احتمال یک درصد در برگ و گل دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بوده است. بین غلظت آهن در گل و بور برگ به اندازه ۰/۵۰۶ - و بین مس گل و برگ به اندازه ۰/۴۵۸ - در سطح احتمال پنج درصد همبستگی معنی‌دار منفی مشاهده شد.

غلظت آهن و مس گل با بور برگ و همچنین منگنز گل با کلسیم برگ همبستگی منفی معنی‌داری 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 معنی‌داری 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 و بور گل و کلسیم برگ ۰/۴۵۸ در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر همبستگی معنی‌دار 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) به اندازه ۰/۴۶۶ در سطح احتمال پنج درصد و بور (B) به اندازه ۰/۷۳۱ در سطح احتمال یک درصد در دو بافت مورد بررسی دارای همبستگی معنی‌داری می‌باشند. بین آهن گل و بور برگ به اندازه ۰/۵۰۶ - و بین مس گل و بور برگ به اندازه ۰/۴۵۸ - در سطح احتمال پنج درصد همبستگی مشاهده شد.

بررسی به عمل 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 معنی‌داری 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 معنی‌داری 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 به اندازه ۰/۵۰۶ - و بین مس گل و بور برگ به اندازه 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

B	B	Cu	Cu	Zn	Zn	Mn	Mn	Fe	Fe	Mg	Mg	Ca	Ca	P	P	K	K	N	N
گل	برگ	گل	برگ	گل	برگ	گل	برگ	گل	برگ	گل	برگ	گل	برگ	گل	برگ	گل	برگ	گل	برگ
																		N	N
																		۱	برگ
																		۱	گل N
																		۱	برگ K
																		۱	گل K
																		۱	برگ P
																		۱	گل P
																		۱	برگ Ca
																		۱	گل Ca
																		۱	برگ Mg
																		۱	گل Mg
																		۱	برگ Fe
																		۱	گل Fe
																		۱	برگ Mn
																		۱	گل Mn
																		۱	برگ Zn
																		۱	گل Zn
																		۱	برگ Cu
																		۱	گل Cu
																		۱	برگ B
																		۱	گل B

NS, * و **: به ترتیب بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ هست

بحث و نتیجه گیری

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 می شود. در آینده نزدیک نیز احتمال کنار گذاشته شدن آن وجود ندارد این روش در گیاهان زراعی کاربرد مناسبی دارد اما در درختان میوه زمان نمونه گیری از برگ های در حال رشد و تقریباً اواسط دوره رشد سال جاری نمی تواند 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 پژوهش ها در بیشتر گونه های باغبانی نشان داد که می توان از تجزیه گل های درختان میوه به جای برگ ها استفاده نمود.

این همبستگی بین نیتروژن، منیزیوم و منگنز در گل و برگ هلو (Sanz and Montanez 1995)، نیتروژن، فسفر، مس، روی و منگنز در زیتون (Khelil et al., 2010)، نیتروژن، منیزیوم، 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 گزارش ها علمی در مورد مرکبات نیز پژوهش گویی و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که بین غلظت های عناصر پتاسیم، کلسیم، منگنز، مس، بور و آهن در گل همبستگی معنی داری با غلظت های این عناصر در برگ نارنگی ساتسوما مشاهده می گردد. 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 از نظر آماری همبستگی معنی داری مشاهده شد. نتایج این مطالعه با نتایج گویی و همکاران (۲۰۱۴) در مورد عناصر پتاسیم، کلسیم، مس و بور مشابهت داشت. نتایج مشابهی نیز در مورد هلو، زیتون قهوه نیز مشاهده شده است. منیزیوم تنها عنصر پرمصرفی بود که همبستگی معنی داری بین غلظت های گل و برگ آن مشاهده نشد. توجه به گزارش اوبرزا و مورگان (۲۰۰۸)، در خصوص چگونگی تغییر غلظت های عناصر در برگ مرکبات در ماه های مختلف سال، تغییرات غلظت های نیتروژن، پتاسیم، فسفر و کلسیم تقریباً از زمان گلدهی، تا بازه زمانی مربوط به نمونه گیری از برگ، به فرم خطی هست در صورتی که نمودار تغییرات غلظت منیزیوم در برگ منحنی شکل است. بر این اساس نتایج این مطالعه و نتایج گزارش شده به نظر می رسد که می توان از طریق تجزیه گل به کمبودهای احتمالی درختان پرتقال در اوایل فصل رشد به طوری که محصول سال جاری را هم شامل شود پی برد اگرچه هنوز به اطلاعات بیشتری نیاز است تا استاندارد مناسبی برای آن نگاشته شود.

نتیجه گیری نهایی

نتایج و شواهد حاصل از این پژوهش بیانگر این است که تجزیه بافت گل می تواند شاخص مناسبی برای تشخیص زودهنگام وضعیت تغذیه ای درختان تامسون ناول باشد. با توجه به اینکه بین غلظت ها عناصر نیتروژن فسفر پتاسیم کلسیم مس و بور در بافت گل با ۹۰ روز بعد از آن در بافت برگ همبستگی معنی داری مشاهده شد لذا تجزیه بافت گل به وضوح بیانگر کمبود و بیشبود و غلظت مناسب عناصر معدنی درخت همانند تجزیه برگی است.

پیشنهادهات

با اینکه در این پژوهش از تعداد زیادی از درختان پرتقال در مناطق و باغ های گوناگون با خاک و مدیریت های باغبانی متفاوت نمونه برداری و تجزیه صورت گرفت پیشنهاد می شود گستره این مطالعات در مورد این رقم افزایش یابد تا در آینده نزدیک بتوان استاندارد مطلوبی برای این روش حاصل شود.

- 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., Betrán, J., Monge, E., Moreno, M. A., & Montañas, 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

Evaluation of floral mineral elements in Thomson navel orange trees versus leaf mineral elements

Introduction

The availability of nutrients and their balance throughout the tree's growth period is crucial to achieving maximum yield and maximum fruit quality of 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 straight method of diagnosing nutritional 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 in 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, it 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 nutrition 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. In such a way that it is possible to sample trees up to 60 days after flowering and use the results for removing 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 the 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 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 HCl mixture were used. After preparing the extract, the elements zinc, iron, manganese and copper were measured by flame atomic absorption method using an atomic absorption device. Data analysis was performed using SPSS software. The correlation between different elements in leaf and flower tissues was examined in advance.

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 of nutritional status of orange trees and timely removed whatever deficiency of tree nutrients.

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.

Keywords: *Citrus, essential elements, flower analysis, leaf analysis, nutritional statu*