Archive of SID

Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 49, No 4, Winter 2019 (1003-1011)
DOI: 10.22059/ijhs.2018.239110.1297

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۴۹، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۷ (ص ۱۰۱۱-۱۰۰۳)

مطالعه وضعیت تغذیه‌ای باغ‌های پرتقال تامسون‌ناول شرق مازندران با استفاده از روش تشخیص چندگانه

مجید بصیرت[1*]، امید قاسمی[2]، مهرداد شهابیان[2] و سید مجید موسوی[3]

۱. استادیار، مؤسسه تحقیقات خاک وآب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۲. استادیار، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

۳. دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۵/۱۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱۱)

چکیده

به‌منظور مطالعه وضعیت تغذیه‌ای باغ‌های پرتقال تامسون‌ناول در شمال کشور (شرق مازندران) با روش تشخیص چندگانه، ۱۳۳ باغ مورد بررسی قرار گرفت. پس از انتخاب و نشان‌گذاری ۳۰ درخت در هر باغ، در فصل تابستان (ماه مرداد) جهت تعیین غلظت عناصر، از آنها نمونه‌برداری و در فصل برداشت میانگین عملکرد آنها اندازه‌گیری شد. در این تحقیق با استفاده از مدل تابع تجمعی نسبت واریانس عناصر غذایی روش تشخیص چندگانه و حل معادلات تابع تجمعی درجه سه $F_i^c(Vx)$ مربوط به عناصر غذایی، عملکرد حدواسط (۵۸ تن در هکتار) به‌عنوان جداکننده دو گروه عملکرد بالا و پایین تعیین شد. از میانگین اعداد به‌دست‌آمده عناصر غذایی برای جامعه با عملکرد بالا، غلظت عناصر مورد نظر شامل: نیتروژن ۰/۲٤± ۲/۳۲ درصد، فسفر ۰/۰۱± ۰/۱۷ درصد، پتاسیم ۰/۲٤ ± ۱/۷٤ درصد، کلسیم ۰/۹٤±۳/۳۸ درصد، منیزیم ۸ ۰/۰± ۰/٤۱ درصد، منگنز ۱۸ ± ٤۰/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، روی ۲۵ ± ٤۵/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم، آهن ۷۸± ۱۹۹/٤ میلی‌گرم در کیلوگرم، مس ٦/۷۰± ۱٤ میلی‌گرم در کیلوگرم و بور ۳٦± ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به‌دست آمد. در مقایسه با اعداد مرجع حاصله برای باغ‌های با عملکرد مطلوب، به‌ترتیب مقادیر پتاسیم، فسفر و منگنز گیاه در باغ‌های مورد بررسی کمبود بیشتری نشان دادند. وابستگی عملکرد مطلوب به تأمین فسفر، پتاسیم و منگنز توسط تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نیز نشان داده شد.

واژه‌های کلیدی: اعداد مرجع، پرتقال، مدیریت تغذیه‌ای.

Study of the Nutritional Status in Thomson navel sweet orange orchards from East of Mazandaran by using the Compositional Nutrient Diagnosis (CND) method

Majid Basirat[1*], Omid Ghasemi[2], Mehrdad Shahabiyan[2] and Seyed Majid Mousavi[3]

1. Assistant Professor, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
2. Assistant Professor, Soil and Water Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran
3. Ph.D. Candidate of Soil Science Department, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University of Tehran, Tehran, Iran

(Received: Aug. 6, 2017 - Accepted: Jan. 1, 2018)

ABSTRACT

In order to study the nutritional status of orange orchards, Thompson navel sweet orange in north of Iran (east of Mazandaran province) through CND method, 133 orchards were studied in summer (August). After selecting and as signing 30 trees in each orchard, plant samples were taken from the trees in a proper time to determine concentration of the elements and their average yield was measured in the harvest season. By using the cumulative distribution function (CDF) of nutrients variance ratio model in this work, 27 orchards were considered as the high yielding group and 106 orchards were considered as the low yielding group. By solving the third-degree cumulative function equations related to the elements, the related yields were calculated and the cut-off yield was determined 58 ton ha^{-1}. The norms were calculated for 10 elements from average concentrations of high yield groups: N 2.32±0.24%; P 0.17±0.01%; K 1.74±0.24%; Ca 3.38±0.94%; Mg 0.41± 0.08%; Mn 40±18 mg kg^{-1}; Zn 45.8±25 mg kg^{-1}; Fe 199.4±78 mg kg^{-1}; Cu 14±6.7 mg kg^{-1}; B 80±36 mg kg^{-1}. Measured norms showed that K, P and Mn showed more deficiency in the orchards, respectively.

Keywords: Nutritional management, orange, reference norms.

* Corresponding author E-mail: majid_basirat@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

شناخت وضعیت تغذیه‌ای راهی مؤثر برای شناسایی علل پایین‌بودن عملکرد در یک منطقه از دیدگاه تغذیه گیاه می‌باشد. اساساً استفاده از روش آزمون خاک و یا گیاه به‌تنهایی نمی‌تواند مدیریت کودی صحیحی را تضمین نماید (Malakouti, 2008). از آنجایی‌که غلظت عناصر در خاک همبستگی معنی‌داری با غلظت آنها در گیاه ندارد؛ لذا برای توصیه کودی در درختان میوه، نمی‌توان بر نتایج آزمون خاک تکیه کرد (Malakouti, 2008). تفسیر نتایج حاصل از تجزیه خاک و گیاه برای یک مزرعه، شاید کار چندان سختی نباشد، اما تفسیر نتایج و تصمیم‌گیری در یک پهنه کشاورزی امر دشواری است؛ چرا که معمولاً طیف بسیار زیادی از اعداد وجود دارد و یافتن روند مشخصی که منجر به تفسیر درستی شود کار ساده‌ای نیست و نیاز به روش‌شناسی علمی دارد؛ با این‌حال به‌دلیل برهم‌کنش عناصر و ترکیبات شیمیایی در خاک و گیاه، تفاوت در عملکرد از یک باغ به باغ دیگر مشاهده می‌شود که گاهی نمی‌توان برای آن دلایل مطمئنی داشت (Daryashenas & Saghafi, 2011). تحت چنین شرایطی نیاز به بررسی همه عوامل خاک و گیاه برای تعیین مؤثرترین عوامل تأثیرگذار بر عملکرد می‌باشد (Basirat *et al*., 2015). روش‌های مختلف تفسیر نتایج تجزیه خاک و گیاه برای ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاهان استفاده می‌شود (Parent *et al*., 1994; Parent & Khiari, 2003). هر کدام از این روش‌ها دارای معایب و مزایایی هستند. روش سیستم تلفیقی تشخیص و توصیه نیاز کودی، فقط تعادل یا نامتعادل‌بودن عناصر را مشخص می‌نماید (Malakouti, 2008). در هریک از روش‌های تشخیص وضعیت تغذیه‌ای اشکالاتی وجود دارد که مهمترین آن فقدان اعداد مرجع محلی بوده که بتوان با استفاده از آن، نتایج تجزیه برگ را با درنظرگرفتن مجموعه بیشتری از عوامل مؤثر تأثیرگذار بر هم تفسیر نمود (Daryashenas & Saghafi, 2011). مزیت روش تشخیص چندگانه[1] در این است که اولاً عوامل محدودکننده را برحسب عملکرد واقعی گروه‌بندی می‌کند نه بر اساس عملکرد قابل پیش‌بینی؛ بنابراین سهم عنصر محدودکننده به تفکیک در عملکرد مشخص می‌گردد؛ ثانیاً جداسازی گروه‌های عملکردی مطلوب با دقت زیادی انجام می‌شوند (Basirat *et al*., 2014). این مقادیر در آن جامعه آماری، بیانگر غلظت مطلوب برای گیاه مورد نظر بوده و راهنمای مناسبی برای تفسیر نتایج تجزیه گیاه می‌باشد. البته استفاده از روش تجزیه گیاه بدون در نظرگرفتن نتایج آزمون خاک، نمی‌تواند راه‌حل مناسبی را در اختیار بهره‌برداران قرار دهد؛ چرا که علت را توضیح نمی‌دهد و بهره‌بردار به‌علت واقعی مسئله پی نخواهد برد؛ در این حالت، شناسایی یا پیش‌بینی علل کاهش عملکرد در یک منطقه کار ساده‌ای نخواهد بود. در مطالعه‌ای با به‌کارگیری روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی، نشان داده شد که کمبود منیزیم در باغ‌های پرتقال منطقه یاسوج، بیشترین تأثیر را بر عملکرد پایین باغ‌های منطقه دارد (Chakerolhosseini *et al*., 2015). در مطالعه‌های دیگری بر روی ذرت (Khiari *et al*., 2001a)، چغندرقند (Daryashenas & Pak Nejad, 2005; Daryashenas & Saghafi, 2011)، انگور (Basirat *et al*., 2015) و پسته (Basirat, 2014) نیز از قابلیت روش شاخص عناصر غذایی و عددهای استاندارد روش تشخیص چندگانه جهت ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای استفاده شده است. با توجه به اهمیت برنامه‌ریزی کلان مدیریت کودی برای بهبود عملکرد باغ‌های مرکبات مازندران با وسعتی بالغ بر ۲۵۰ هزار هکتار (Agricultural Statistics, 2015)، ضرورت ایجاب می‌کند که از روش‌های تجزیه‌وتحلیل کاربردی برای این مهم بهره برد. بنابراین، هدف از اجرای این تحقیق، مطالعه وضعیت تغذیه‌ای باغ‌های پرتقال تامسون‌ناول شرق مازندران با استفاده از روش تشخیص چندگانه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای اجرای این تحقیق، تعداد ۱۳۳ باغ از رقم تامسون ناول (*Citrus sinensis* cv. Thamson navel) در شرق مازندران (دشت ساری، جویبار و قائم‌شهر) در

1. Compositional Nutrient Diagnosis (CND)

www.SID.ir

Archive of SID

سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۴ مورد مطالعه قرار گرفت. باغ‌ها از لحاظ عملکردی باهم تفاوت داشتند. در هر باغ ۳۰ درخت با سن حدود ۱۵ساله علامت‌گذاری و در زمان نمونه‌برداری در اواسط مرداد ماه از شاخه‌های رشد سال جاری، که بدون بار بودند، نمونه‌برداری برگ انجام شد؛ به این صورت که از هر یک از ۳۰ درخت انتخاب‌شده در هر باغ، یک نمونه مرکب برگ از محل شاخه‌های بدون میوه سال جاری از جهات مختلف نمونه‌برداری و برای انجام تجزیه‌های آزمایشگاهی آماده‌سازی شد. آماده‌سازی شامل شست‌وشو با آب مقطر، خشک‌شدن در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون و سپس آسیاب‌شدن بود. عناصر غذایی نیتروژن کل به روش میکروکجلدال و با استفاده از دستگاه اتوآنالیز کجلتک، فسفر به‌روش کالیمتری توسط اسپکتروفتومتر مدل فارماسیا، پتاسیم به‌وسیله دستگاه فلیم‌فتومتر مدل جنوای اندازه‌گیری شدند (Emami, 1996). عناصر روی، منگنز، آهن، مس و بور پس از تهیه خاکستر از نمونه در کوره با استفاده از اسیدکلریدریک ۰/۱ نرمال هضم و عصاره توسط دستگاه جذب اتمی مدل پرکینز قرائت شدند (Emami, 1996). در زمان برداشت، میزان عملکرد میوه هر باغ بر اساس متوسط عملکرد کل هر ۳۰ درخت که از آن نمونه مرکب برگ تهیه شده بود محاسبه شد. روش تشخیص چندگانه اولین بار توسط پرنت و دفیر ارائه شد (Parent & Dafir, 2003). در این روش کل ترکیبات گیاهی شامل آلی و معدنی، به‌صورت یک نمونه ساده در نظر گرفته می‌شوند که غلظت عناصر به‌عنوان بخش اصلی (S_d) و بقیه موارد به‌عنوان بخش باقیمانده (R_d) در نظر گرفته می‌شوند (Daryashenas & Saghafi, 2011) که از رابطه (۲) قابل محاسبه است (Aitchison, 1988). مجموع معادله برابر ۱۰۰ و بر حسب درصد بیان می‌شود.

$$S_d = [(N, P, K, \ldots, R_d): N > 0, P > 0, \mathbf{100}] \quad (1)$$

$$K > 0, \ldots R_d > 0 \qquad N + P + K + \ldots =$$

$$R_d = 100 - (N + P + K + \ldots) \quad (2)$$

میانگین هندسی عناصر غذایی با رابطه ۳ نشان داده می‌شود:

$$G = [N, P, K \ldots . R_d]^{\frac{1}{d+1}} \quad (3)$$

نسبت لگاریتم طبیعی عناصر از طریق روابط ذیل محاسبه می‌شود:

$$Z_i = \log[x_i / g(x)] \quad (4)$$

$$V_N = \ln\left(\frac{N}{G}\right), \quad V_P = \ln\left(\frac{p}{G}\right), \quad (5)$$

$$V_K = \ln\left(\frac{K}{G}\right), \ldots . V_{Rd} = \ln\left(\frac{R_d}{G}\right)$$

$$V_N + V_P + V_K + \ldots . V_{Rd} = 0 \quad (6)$$

در روابط فوق، V_N بیانگر نسبت لگاریتم طبیعی برای نیتروژن نسبت به کل ترکیبات (عناصر+ باقیمانده) می‌باشد و برای سایر عناصر نیز به‌طور مشابه محاسبه می‌گردد. رابطه (۶)، درستی محاسبات را تأیید می‌کند. براساس این تعریف، مجموع ترکیبات گیاهی بر مبنای عدد ۱۰۰ است و مجموع نسبت لگاریتم طبیعی عناصر با احتساب مقدار لگاریتم طبیعی باقیمانده ترکیبات (R_d)، برابر صفر خواهد بود. V_X برای عناصری مانند N، P، K، R_d... فرم بیانی از وضعیت و نسبت عناصر غذایی در گیاه بوده که مقدار آن در جامعه با عملکرد بالا بیانگر غلظت مطلوب برای تأمین عملکرد بالا می‌باشد و به‌عنوان اعداد مرجع در این روش محسوب می‌گردند. این پارامتر برای عناصر مختلف معمولاً با V^*_N، V^*_P، V^*_K و V^*_{Rd} نشان داده می‌شود. در نتیجه اگر غلظت هر عنصر غذایی گیاه مورد مطالعه را با غلظت ایده‌آل یا همان اعداد روش تشخیص چندگانه، استاندارد شود، شاخص عناصر غذایی روش تشخیص چندگانه یا (I_N) به‌دست خواهد آمد که برای عناصر N، P، K و R_d... به‌شرح ذیل محاسبه می‌شوند:

$$I_N = \frac{V_N - V^*_N}{SD^*_N} \quad (7)$$

در این روابط V^*_N، V^*_P، V^*_K، V^*_{Rd}، SD^*_V، SD^*_P، SD^*_K، SD^*_{Rd} به‌ترتیب میانگین و انحراف معیار نسبت لگاریتم طبیعی عناصر غذایی هستند که به‌عنوان اعداد مرجع CND محسوب می‌شوند. V_N، V_P، V_K و V_{Rd} نسبت لگاریتمی مربوط به نمونه مطالعاتی می‌باشند. I_N، I_P، I_K و I_{Rd} به‌ترتیب شاخص عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم و عناصر باقیمانده هستند. سپس غلظت یک عنصر نسبت به میانگین هندسی کل عناصر با استفاده از رابطه $I_{zi} = (Z_i - z_i)/S_{zi}$ محاسبه می‌گردد (Parent & Dafir, 2003). شاخص تعادل عناصر غذایی با این

www.SID.ir

Archive of SID

روش از طریق رابطه هشت قابل‌محاسبه است. که در این معادله r^2 مجموع مربعات شاخص‌های عناصر غذایی بوده و همیشه می‌تواند اعداد صفر و بیشتر را به خود اختصاص دهد. از نظر تئوری هر اندازه r^2 به عدد صفر نزدیک‌تر شود عناصر غذایی در شرایط متعادل‌تری خواهند بود.

$$r^2 = I^2_N + I^2_P + I^2_K + \ldots + I^2_{Rd} \qquad (۸)$$

بنابراین برای هر نمونه مشخص گیاهی می‌توان وضعیت عناصر غذایی را بررسی کرد. با توجه به اینکه شاخص‌های عناصر غذایی متغیری مستقل و نرمال[1] هستند، بنابراین مجموع این شاخص‌ها یعنی r^2 از یک توزیع مربع کای با درجه آزادی d+۱ تبعیت می‌کند (Ross, 1987). برای تمایز جامعه عملکرد به دو گروه مطلوب و نامطلوب، می‌توان بر اساس ترسیم تابع تجمعی بین عملکرد و نسبت واریانس شاخص‌های عناصر غذایی اقدام نمود. ابتدا تابع عملکرد- عنصر غذایی را ترسیم نموده و برای تعیین نقاط عطف منحنی[2] می‌توان گروه‌های عملکردی را با دقت از مشتق دوم تابع درجه ۳ تفکیک نمود (Khiari *et al.*, 2001b). سپس، معادلات ریاضی مدل تشخیص چندگانه عناصر غذایی در محیط نرم‌افزار اکسل وارد گردید و با ثبت داده‌های عناصر غذایی ۱۳۳ باغ مورد مطالعه، شاخص‌های عناصر غذایی به روش گام به گام تعیین شد (Khiari *et al.*, 2001a, b). علاوه بر روش تشخیص چندگانه، در این مطالعه، روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نیز به‌کار گرفته شد تا تحلیل دقیق‌تری از وضعیت تغذیه‌ای باغ‌ها با استفاده از داده‌ها حاصل شود. تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها نیز با استفاده از نرم افزار SPSS انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز اولیه خاک‌های مناطق تحت کشت پرتقال در منطقه مورد مطالعه نشان داد که بافت خاک سنگین رسی بوده و محتوای آهکی خاک بالا می‌باشد (جدول ۱) که مطمئناً این موضوع بر وضعیت فراهمی عناصر تغذیه‌ای خاک اثر خواهد گذاشت. که به‌طور مفصل بعد از پرداختن به نتایج به‌دست آمده از روش تشخیص چندگانه و نتایج آنالیز خاک منطقه مورد نظر، به تعیین رابطه میان خصوصیات خاک و نتایج به‌دست‌آمده پرداخته خواهد شد. برای تعیین عملکرد حدواسط و تمایز گروه‌های عملکردی کم و زیاد، ارتباط بین عملکرد درختان و مقادیر تجمعی نسبت واریانس هر عنصر غذایی یعنی $F_i^c(V_N)$، $F_i^c(V_P)$، $F_i^c(V_K)$، $F_i^c(V_{Ca})$، $F_i^c(V_{Mg})$، $F_i^c(V_{Mn})$، $F_i^c(V_{Zn})$، $F_i^c(V_{Fe})$، $F_i^c(V_{Cu})$، $F_i^c(V_B)$ و $F_i^c(V_R)$ محاسبه و ترسیم گردید که به‌صورت ۱۱ معادله درجه ۲ برای ۱۰ عنصر و یک قسمت باقیمانده (R_d) برازش داده شد (جدول ۲). عملکرد میوه برای هر عنصر تعیین و با میانگین‌گیری از این عملکردها، عدد ۵۸ تن در هکتار به‌عنوان عملکرد حدواسط یا مطلوب برای تفکیک دو گروه عملکرد کم و زیاد و میانگین گروه عملکرد بالا، ۷۱ تن در هکتار حاصل شد. در نتیجه، از مجموع ۱۳۳ باغ تامسون شمال تعداد ۲۷ باغ (معادل ۲۴ درصد) در گروه عملکرد بالا و ۱۰۶ باغ (معادل ۷۶ درصد) در گروه عملکرد کم قرار گرفتند (جدول ۲). نقاط عطف منحنی‌ها برای ۱۰ عنصر غذایی و ترکیبات باقیمانده در باغات موردمطالعه به‌ترتیب به‌صورت $F_i^c(V_n)$ = ۵۱/۹۴، $F_i^c(V_p)$=۱۸/۳۳، $F_i^c(V_k)$ =۴۵/۲۴، $F_i^c(V_{Ca})$=۵۷/۸۰، $F_i^c(V_{Mg})$=۱۴۱/۳، $F_i^c(V_{Mn})$=۵۸/۲۶، $F_i^c(V_{Zn})$=۵۵/۷۳، $F_i^c(V_{Fe})$ =۵۰/۹۸، $F_i^c(V_{Cu})$=۷۴/۵۵، $F_i^c(V_B)$=۴۷/۰۳، $F_i^c(R_d)$=۵۱/۰۴ برحسب تن در هکتار به‌دست آمدند. (R^2) مدل درجه ۳ برای همه عناصر معنی‌دار بود. همچنین، در جدول ۴ مقدار شاخص عناصر غذایی و دامنه کفایت و بحرانی برای ۱۰ عنصر غذایی جهت ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای پرتقال رقم تامسون ارائه شده است. با توجه به اینکه غلظت عناصر در جامعه با عملکرد زیاد به‌عنوان اعداد مرجع و حد بهینه عناصر غذایی قرار می‌گیرند (Parent & Khiari, 2003)، در نتیجه با در نظر گرفتن میانگین گروه عملکرد بالا در هکتار مقدارهای V^*_N، V^*، V^*_K، V^*_{Mn}، V^*_{Zn}، V^*_{Fe}، V^*_{Cu}، V^*_B، V^*_S، V^*_{Rd} به‌عنوان اعداد مرجع معرفی می‌گردند (جدول ۳). براین اساس، غلظت‌های بهینه عناصر مذکور نیز در جدول ۳ ارائه شده است.

1. Unit-Normal
2. Inflection point

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. نتایج تجزیه خاک‌های مناطق تحت کشت پرتقال در منطقه شمال ایران
Table 1. Analysis results of the soils under cropping with the orange in the north of Iran

Trait	Minimum	Maximum	Average	Deviation criteria	Abundance percentage			
					Very low[1]	Low[2]	Medium[3]	High[4]
Organic Carbon (%)	0.24	7.7	1.4	1.1	2	30	51	18
P*	1	92.3	28	23	16	8	8	67
K*	23.4	877	300	164	2	25	13	61
Fe*	1.3	51	18	9.1	2	0	8	90
Zn*	0.43	13.4	1.2	2.2	0	3	23	74
Mn*	5.3	23.7	12.7	3.4	0	0	2	98
Cu*	1.6	6.4	3.3	1	0	0	2	98
Calcite (%)	3	35.3	16.5	8.9	13	16	49	21
Salinity (dS m^{-1})	0.5	2.4	0.8	0.3	-	98	1.6	0

1- organic carbon (<0.5), P (<5), K (<90), Fe (<2.5), Zn (<0.25), Mn (<2),Cu(<0.25), calcite (<5),salinity (-); 2- organic carbon (0.5-10), P (5-10), K (90-180), Fe (2.5-5), Zn (-.25-0.5), Mn (2-4),Cu(0.5-0.25), calcite (5-10),salinity (<2); 3- sufficient range: organic carbon (1-1.5), P (10-15), K (180-240), Fe (5-7.5), Zn (0.7-1), Mn (4-6),Cu(0.5-1), calcite (10-25),salinity (2-6); 4- organic carbon (>1.5), P (>15), K (>240), Fe (>7.5), Zn (>1), Mn (>6),Cu(>1), calcite (>25), salinity (>6); *mg kg^{-1}.

جدول ۲. برآورد عملکرد حد واسط بر اساس روش توابع تجمعی واریانس نسبت لگاریتمی عناصر غذایی
Table 2. Estimation of the average yield based on the cumulative distribution functions (CDF) of nutrients logarithmic variance ratio

Nutrient element	$F_i^c(V_X)=aY^3+bY^2+cY+d$	R^2	Determined yield (ton/ha^{-1})
N	$y = 0.004x^2 - 0.623x + 25.56$	0.981	51.94
P	$y = 0.000x^3 - 0.016x^2 - 2.364x + 126.6$	0.982	18.33
K	$y = 0.027x^2 - 3.692x + 128.1$	0.982	45.24
Na	$y = 0.0275x^3 - 3.5984x + 116.91$	0.985	43.62
Ca	$y = -0.000x^3 + 0.086x^2 - 5.510x + 133.5$	0.983	57.80
Mg	$y = -0.000096x^3 + 0.042435x^2 - 4.644447x + 152.957047$	0.968	141.3
Mn	$y = 0.016x^2 - 2.936x + 129.4$	0.971	58.26
Zn	$y = 0.014x^2 - 2.357x + 100.5$	0.980	57.73
Fe	$y = 0.020x^2 - 3.181x + 127.1$	0.977	50.98
Cu	$y = -0.000x^3 + 0.067x^2 - 5.504x + 146.2$	0.931	74.55
B	$y = 0.024x^2 - 3.488x + 129.8$	0.963	47.03
Residual fraction	$y = 0.025x^2 - 3.922x + 150.0$	0.967	51.07

ارتباط شاخص تعادل عناصر غذایی(r^2) با عملکرد پرتقال

در این روش مشابه با روش دریس، شاخص تعادل تغذیه‌ای (NBI)[1] از جمع قدر مطلق همه عناصر غذایی (I_N ،I_P ،I_K، ...) به‌دست می‌آید که با میزان عملکرد رابطه معکوس دارد (Daryashenas & Saghafi, 2011; Khiari *et al.*, 2001b). مقدار بحرانی به‌روش آماری کیت-نلسون (Malakouti, 2008) محاسبه شد. تحلیل این نتایج نشان می‌دهد که برای عملکردهای ۵۸ تن به بالا، مقدار r^2 از ۱۷/۵ برای رقم تامسون به‌طرف صفر گرایش پیدا می‌کند و برای عملکرد کمتر از ۵۸ تن در هکتار، به‌طرف بیشتر از ۱۷/۵ تمایل خواهد داشت. چنانچه به جدول ۴ مراجعه گردد شاخص I^2x برای عناصر فسفر، پتاسیم و بور خارج از حد پایین و بالای بحرانی به‌دست آمده که نشان می‌دهد تعادل غذایی برای این عناصر در باغ‌ها وجود ندارد (Khiari *et al.*, 2001a). دامنه‌های بحرانی ارائه‌شده در جدول ۴ را می‌توان به‌عنوان یک «دامنه کفایت» برای شاخص‌های عناصر غذایی در نظر گرفت که اعداد خارج از این دامنه بیانگر وضعیت بحرانی و اعداد داخل دامنه نشانه وضعیت خوب و بسنده است. مثلاً شاخص بحرانی ۲۲/۸۹ برای فسفر در دامنه ۱۳/۴+ تا ۱۳/۴- قرار نمی‌گیرد که بیانگر عدم تعادل تغذیه‌ای عنصر فسفر در باغ‌های مورد نظر است (Walworth & Sumner, 1987).

ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای باغ‌های پرتقال تامسون‌ناول مورد مطالعه

در این مطالعه با استفاده از غلظت مطلوب به‌دست‌آمده برای عناصر غذایی (جدول ۳) سه عنصر پتاسیم، فسفر و منگنز به‌ترتیب دارای بیشترین کمبود در بین باغ‌های مورد مطالعه بودند. در بین باغ‌های با عملکرد پایین، بیشترین کمبود مربوط به عنصر فسفر در برگ است که پس از آن پتاسیم، منگنز و منیزیم قرار می‌گیرند (داده ارائه نشده است). Asadi Kangarshahi *et al.* (2016a) میزان کفایت غلظت عناصر غذایی ماکرو و میکرو در پرتقال‌های رقم ناول را به‌ترتیب برای نیتروژن ۲/۷-۲/۵ درصد، فسفر ۰/۱۶-۰/۱۲درصد،

1. Nutrient balance index

www.SID.ir

Archive of SID

پتاسیم ۱/۷-۱/۲ درصد، کلسیم ۴/۹-۳ درصد، منیزیم ۰/۵-۰/۳ درصد، منگنز ۴۹-۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، روی ۴۹-۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، مس ۱۵-۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، آهن ۱۲۰-۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و بور را بین ۳۶ تا ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش کردند. در این مطالعه، غلظت مطلوب پتاسیم برای پرتقال رقم تامسون ناول در شمال کشور برای عملکرد بالا ۱/۷۳ درصد بر حسب وزن خشک به‌دست آمد (جدول۴) در حالی‌که میانگین غلظت پتاسیم برای گروه عملکرد پایین، تقریباً نصف این میزان بود (جدول۴). از مقایسه میانگین غلظت‌ها در گروه‌های عملکرد بالا و پایین مشاهده می‌شود که پتاسیم بیشترین تفاوت را دارد. همچنین مطابق جدول ۲ کمترین عملکرد نسبی به‌ترتیب برای سه عنصر فسفر، پتاسیم و بور به‌دست آمد که نشان‌دهنده غلظت بحرانی آن عنصر برای عملکرد مرتبط می‌باشد. در جدول ۵ تفاوت میانگین غلظت‌ها بین دو گروه با متوسط عملکرد بالا و پایین مشاهده می‌شود. پتاسیم (۸۹٪)، فسفر (۴۲٪) و منیزیم (۲۱٪) در عناصر ماکرو و بور (۳۳٪) و آهن (۱۴٪) در عناصر میکرو بیشترین تغییرات را از لحاظ درصد بین دوگروه نشان می‌دهند. در شکل ۲ مربوطه به نمودار تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، دو عنصر فسفر و پتاسیم فاصله نزدیکی با عملکرد دارند و در مقابل، آهن و کلسیم در ناحیه مقابل و بیشترین فاصله را با مؤلفه عملکرد دارند. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود فاصله منیزیم و نیتروژن نیز پس از کلسیم، آهن و بور با عملکرد زیاد است که نشان‌دهنده تأثیر کم آنها بر عملکرد می‌باشد. موقعیت مؤلفه عملکرد نسبت به موقعیت مؤلفه عناصر در نمودار نشان می‌دهد که هرچه مؤلفه عنصر به عملکرد نزدیک‌تر باشد تأثیرگذاری آن بر عملکرد بیشتر و هرچه دورتر باشد کمتر خواهد بود. در این حالت به‌ترتیب فسفر و پتاسیم بیشترین تأثیر مثبت در افزایش عملکرد و متقابلاً آهن، کلسیم و بور کمترین اثر را در افزایش عملکرد خواهد داشت (شکل ۲). این نتایج با مشاهدات قبلی مبنی بر گستردگی کمبود فسفر و پتاسیم در بین باغ‌های با عملکرد پایین مطابقت دارد. بالابودن غلظت کلسیم در نمونه‌ها، شاید یکی از دلایل کمبود منیزیم باشد؛ اگرچه این عدم تعادل، تأثیر معنی‌داری نسبت به فسفر و پتاسیم ندارد (شکل ۲ و جدول ۵).

جدول ۳. اعداد مرجع برای عناصر غذایی مربوط به میانگین گروه عملکرد بالای باغ‌ها به‌روش تشخیص چندگانه

Table 3. Reference norms for nutrients related to the average of optimum yields of the orchards by CND method

Nutrient	Elementals reference norms (%)	Standard deviation	Mean of V_x (high-yield group)	Reference norms (V_x)
N	2.32	0.245	2.88	V^*_N
P	0.17	0.019	0.29	V^*_P
K	1.73	0.244	2.58	V^*_K
Na	0.16	0.04	0.19	V^*_{Na}
Ca	3.38	0.944	3.24	V^*_{Ca}
Mg	0.41	0.860	1.14	V^*_{Mg}
	mg/kg			
Mn	41.10	18	-3.53	V^*_{Mn}
Zn	38.82	14	-3.72	V^*_{Zn}
Fe	199.68	78	-1.92	V^*_{Fe}
Cu	14.67	6	-4.55	V^*_{Cu}
B	81.90	6	-3.18	V^*_B
		5	6.58	V^*_{Rd}

جدول ۴. شاخص عناصر غذایی و دامنه کفایت و بحرانی برای ۱۰ عنصر غذایی در پرتقال تامسون‌ناول

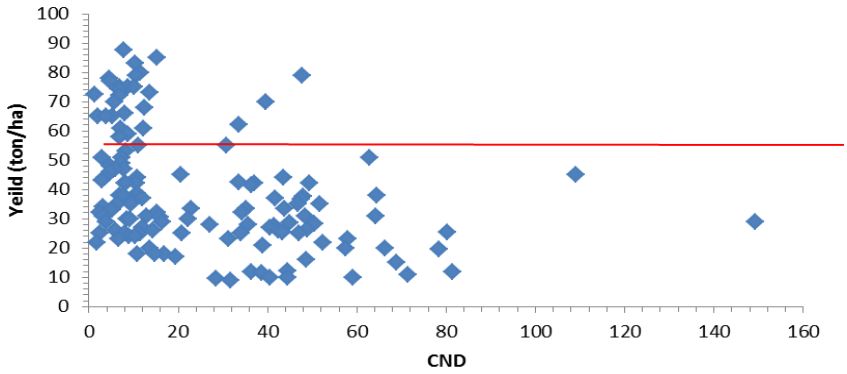
Table 4. Nutrients index, the sufficiency and critical range for the 10 elements in Thomson navel sweet orange

Nutrient index	The upper critical level	The lower critical level	Nutrients index (I^2x)	Critical yield* (ton/ ha)
I^2_N	+2.35	-2.35	1.07	51.9
I^2_P	+13.4	-13.4	22.89	18.3
I^2_K	+5.00	-5.00	11.10	45.2
I^2_{Ca}	+2.61	-2.61	0.78	57.8
I^2_{Mg}	+2.26	-2.26	1.81	141.3
I^2_{Mn}	+1.40	-1.40	1.21	58.2
I^2_{Zn}	+2.23	-2.23	1.25	55.7
I^2_{Fe}	+2.41	-2.41	1.16	50.9
I^2_{Cu}	+11.33	-11.33	1.00	74.5
I^2_B	+5.36	-5.36	14.6	47.0
I^2_{Rd}	+2.03	-2.03	0.88	

* منظور از عملکرد بحرانی در روش تشخیص چندگانه عملکردی است که تابع هر عنصر در آن نقطه دو گروه عملکرد بالا و پایین تقسیم می شوند.

www.SID.ir

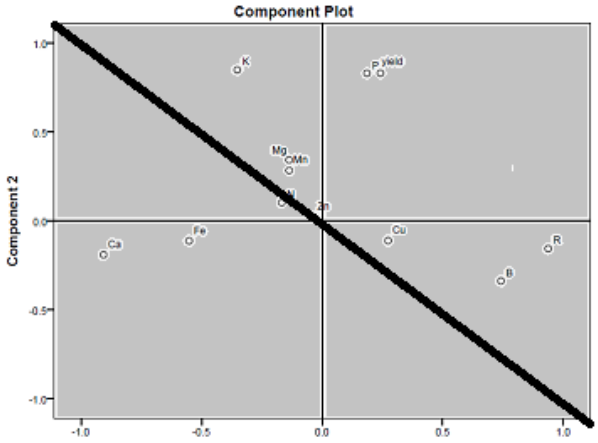
Archive of SID



شکل ۱. رابطهٔ بین عملکرد (تن در هکتار) و شاخص تعادل عناصر غذایی (r^2) برای پرتقال رقم تامسون‌ناول
Figure 1. Relationship between yield (ton ha^{-1}) and nutrient balance index (r^2) for *Thompson* navel sweet orange

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های غلظت عناصر غذایی در دو گروه عملکرد بالا و پایین
Table 5. Means comparison of nutrients concentrations in two groups of high yielding and low yielding

B	Cu	Zn	Mn	Fe	Mg	Ca	K	P	N	Average yield	
mg kg^{-1}					%					ton/ha^{-1}	
80	14	45	40	199	0.41	3.38	1.74	0.17	2.32	High=71	Thomson
120	17	38	32	231	0.34	4.13	0.92	0.12	2.37	Low=30	orange



شکل ۲. نمودار تجزیه به مؤلفه‌های اصلی عناصر غذایی و رابطه آنها با عملکرد حاصل‌شده در پرتقال رقم تامسون
Figure 2. Curve of principal component analysis (PCA) of nutrients and their relationship with the obtained yield in the *Thomson* orange

بررسی نتایج تجزیه خاک در باغ‌های مورد مطالعه نشان داد که به‌دلیل بافت سنگین رسی و آهکی خاک در این منطقه تثبیت فسفر و پتاسیم بالا می‌باشد. بنابراین کمبود فسفر و پتاسیم علت عمده کاهش عملکرد در باغ‌ها می‌باشد. این درحالی است که میزان پتاسیم میانگین اندازه‌گیری‌شده در خاک باغ‌ها حدود ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک می‌باشد و فراوانی کمبود آن در حدود ۲۷ درصد است (جدول ۱). دلایل این موضوع می‌بایست در تحقیقی جداگانه مورد بررسی قرار گیرد؛ اما Asadi Kangarshahi *et al.* (2016b) به پایین‌بودن غلظت پتاسیم در نمونه‌های تجزیه‌شده گیاهی در باغ‌های پرتقال تامسون شمال اشاره داشته‌اند. به‌دلیل ظرفیت بالای تثبیت پتاسیم در خاکهای رسی، امکان تثبیت پتاسیم وجود دارد. با وجود مقادیر فراوان آن در خاک، غلظت آن در گیاه در شرایط کمبود قرار می‌گیرد (جدول ۱). غلظت عناصر میکرو در خاک باغ‌ها برای آهن و منگنز بالا می‌باشد (جدول ۱). به این ترتیب می‌توان اشاره نمود که یک عدم تعادل در حال شکل‌گیری است؛ چنان‌که بیش‌بود آهن در محیط موجب اختلال در عملکرد سایر

www.SID.ir

Archive of SID

کاتیون‌های فلزی مانند منگنز شده است (شکل ۲). علاوه بر این غلظت آهن در نمونه‌های برگ گروه‌های عملکرد بالا و پایین تقریباً بالاست (جدول ۱). دلیل دیگر احتمالاً این است که میانگین غلظت آهن در نمونه‌های خاک بسیار بالاتر از مقادیر منگنز می‌باشد (جدول ۱). احداث باغ‌ها در مزارع شالیزاری و شرایط غرقابی و ماندابی در این منطقه به‌دلیل بارندگی‌های فراوان اوایل فصل، حالت احیایی به‌وجود آورده که موجب افزایش غلظت آهن در محیط ریشه می‌گردد و به شکل کمبود منگنز و روی خود را نشان می‌دهد که علایم کمبود در منطقه قابل مشاهده است (Asadi Kangarshahi *et al*., 2016a).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که شرایط خاک، تأثیر زیادی بر روی اعداد مرجع عناصر غذایی دارد؛ اگرچه غلظت عنصر در خاک تضمین‌کننده تأمین غلظت کافی آن عنصر در گیاه نبود. در منطقه مورد مطالعه، کمبود عناصر مانند پتاسیم، فسفر و یا بیش‌بود آهن توانسته است باغ‌ها را به دو گروه با عملکرد بالا و پایین تقسیم نماید که شاید اطلاع از این محدودیت‌ها بتواند راه‌حل ساده‌تری برای ارتقای وضعیت باغ‌ها با عملکرد پایین ارائه نماید. چنان‌که رفع کمبود پتاسیم و فسفر در باغ‌های مورد مطالعه به‌رغم کفایت نسبی آن در خاک با استفاده از روش‌های مناسب، راه‌حل پایدارتری برای افزایش متوسط تولید می‌گردد. یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که توجه به عوامل غیرمستقیم و اعداد مرجع مناسب منطقه‌ای به‌جای عوامل مستقیم، مانند مراجعه به اعداد مرجع عمومی، روش مناسب‌تری برای اجتناب از مصرف بی‌نتیجه کود در باغ‌های پرتقال مازندران می‌باشد.

سپاسگزاری

از همکاری آقای مهندس عبدالمحمد دریاشناس و آقای مهندس محمد بابایی و نیز از معاونت محترم باغبانی وزرات جهاد کشاورزی که در تأمین اعتبار این تحقیق حمایت کامل را داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

1. Agricultural Statistics. (2015). Volume 3, Orchard Crops. Ministry of Agriculture Jihad. hlhSchematization and economic administration of Agriculture ministry, Information Technology Center. (in Farsi)
2. Asadi Kangarshahi, A., Basirat, M., Akhlaghi Amiri, N., Haghighatnia, H., Sheikh Ashkvari, A., Sabah, A., Shahabian, M., Saleh, J. & Ghasemi, A. (2016a). Nutritional problems in the citrus orchards of the country. Publications of the Soil & Water Research Institute, Karaj, Iran. (in Farsi)
3. Asadi Kangarshahi, A., Basirat, M., Akhlaghi Amiri, N., Haghighatnia, H., Sheikh Ashkvari, A., Sabah, A., Shahabian, M., Saleh, J. & Ghasemi, A. (2016b). Instruction for optimum fertilization in the productive citrus orchards. Publications of the Soil & Water Research Institute, Karaj, Iran. (in Farsi)
4. Emami, A. (1996). Methods of Plant Analysis. Publications of the Soil & Water Research Institute, Karaj, Iran. (in Farsi)
5. Basirat, M., Daryashenas, A & Akhyani, A. (2015). Reference norms determination for nutrients in the grape leaf (Shahroudi cultivar). *Iranian journal of soil researches*, 1(1). (in Farsi)
6. Basirat, M. (2014). Introducing the Compositional Nutrient Diagnosis method to determinate the nutritional status of pistachio orchards. In: Proceedings of the *national congress of scientific approaches in the green gold industry, pistachio*, 17-18 Dec., Islamic Azad University, Damghan Branch, NCSAPI01_107: (COI). (in Farsi)
7. Chakerolhosseini, M. R., Khorasani, R., Fatovat, A. & Basirat, M. (2015). Determining the reference norms and limitations of nutrient elements on orange by using the Compositional Nutrient Diagnosis method. *Journal of soil management and sustainable production*, 6 (3), 161-172. (in Farsi)
8. Daryashenas, A. & Pak Nejad, A. (2005). Determining the DRIS standard norms for the autumn sown sugar beet in Khuzestan province. In: Proceedings of *the 9th Iranian soil science congress*, 28-31 Aug., University of Tehran, Karaj. (in Farsi)
9. Daryashenas, A. & Saghafi, K. (2011). Compositional Nutrient Diagnosis (CND) for sugar beet. *Iranian Journal of Soil Researches*, 25(1). (in Farsi)
10. Malakouti, M. J. (2008). The comprehensive method of diagnostic and urgency of optimum fertilizers application for the sustainable agriculture. Publications of Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. (in Farsi)

www.SID.ir

Archive of SID

11. Aitchison, J. (1988). Statistical analysis of compositional data. Chapman and Hall, New York. -- Ross, S.M. 1987. Introduction to probability and statistics for engineers and scientists. John Wiley & Sons, New York.
12. Khiari, L., Parent & Tremblay, N. (2001a). Critical compositional nutrient indexes for sweet corn at early growth stage. *Agronomy Journal*, 93, 809-814.
13. Khiari, L., Parent, L. E. & Tremblay, N. (2001b). Selecting the high-yield subpopulation for diagnosing nutrient imbalance in crops. *Agronomy Journal*, 93, 802-808.
14. Parent, L. E., Cambouris, A. N. & Muhawenimana, A. (1994). Multivariate diagnosis of nutrient imbalance in potato crops. *Soil Science Society of American Journal*, 58, 1432-1438.
15. Parent, L. E. & Dafir, M. (1992). A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. *Journal for American Society of Horticultural Science*, 117, 239-242.
16. Parent, L. E. & Khiari, L. (2003). The compositional nutrient diagnosis of onions .xxxvi international horticultural congress : Toward ecologically sound fertilization strategies for field vegetable production. http://www.actahort.org.
17. Ross, S. M. (1987). Introduction to probability and statistics for engineers and scientists. John Wiley & Sons. New York.
18. Walworth, J. L. & Sumner, M. E. (1987). The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). *Advances in Soil Science*, 6, 149-188.

www.SID.ir