نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۱، فروردین – اردیبهشت ۱۳۹۷، ص. ۱۵۴-۱۴۳

Journal of Water and Soil
Vol. 32, No. 1, Mar.-Apr. 2018, p. 143-154

ارزیابی و تعیین وضعیت تغذیه‌ای باغات پرتقال رقم والنسیا در جنوب استان فارس

مجید بصیرت[1*] – حسن حقیقت نیا[2] – سید مجید موسوی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۷

چکیده

با استفاده از روش‌های تشخیص چندگانه[4] و تجزیه آماری چند متغیره[5] وضعیت تغذیه‌ای باغات پرتقال رقم والنسیا در جنوب فارس مطالعه شد. برای این منظور تعداد ۸۰ باغ پرتقال رقم والنسیا انتخاب و ۳۰ درخت از هر باغ انتخاب ونشانه‌گذاری شدند. در فصل مناسب با انجام نمونه‌برداری از درخت‌های انتخاب شده، غلظت عناصر در نمونه‌های گیاهی تعیین و در فصل برداشت، میانگین عملکرد هر باغ اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که ۱۱ باغ جزء گروه عملکرد زیاد و ۶۹ باغ دارای عملکرد کم بودند و میانگین عملکردهای مطلوب، ۱۱۳ کیلوگرم بر درخت، به عنوان عملکرد هدف تعیین شد. از میانگین اعداد بدست آمده‌ی عناصر غذایی برای جامعه‌ی با عملکرد بالا، غلظت‌های مطلوب ۱۰ عنصر مورد بررسی به دست آمد که شامل نیتروژن ۳/۳۵ ± ۰/۳۶ درصد، منگنز ۳/۳۵ ± ۰/۱۸ ± ۳/۰۰ درصد، فسفر ۰/۰۱ ± ۰/۱۷ درصد، پتاسیم ۰/۱۲ ± ۱/۳۷ درصد، کلسیم ۰/۷۸ ± ۳/۳۲ درصد، منیزیم ۰/۰۷ ± ۰/۳۶ درصد، منگنز ۳/۳۵ ± ۲۳/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، روی ۲/۳ ± ۱۷/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم، آهن ۷/۳ ± ۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، مس ۱/۴۴ ± ۷/۸۱ میلی‌گرم در کیلوگرم و بور ۱۹/۴ ± ۷۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. با مقایسه با اعداد مرجع به دست‌آمده برای باغات با عملکرد مطلوب، بیش از ۵۰ درصد باغات مورد ارزیابی مقادیر نیتروژن، کلسیم و منگنز آنها کمتر از عدد مرجع به‌دست‌آمده بود و غلظت بور در گروه باغات با عملکرد بالا بیش از ۵۰ درصد کمتر از باغات با عملکرد پایین بود که نشان‌دهنده محدودیت این عنصر در گیاه برای عملکرد است. همچنین، نتایج تجزیه آماری چندمتغیره و تجزیه به مولفه‌های اصلی[6] نشان داد که عناصر نیتروژن، کلسیم، آهن و روی به ترتیب بیشترین اثر را بر تغییرات عملکرد داشتند.

واژه‌های کلیدی: اعداد مرجع، پرتقال، تشخیص چندگانه، عناصر غذایی

مقدمه

تعیین و مطالعه‌ی وضعیت گیاه بویژه در درختان میوه، معمولاً بر اساس نتایج آزمون گیاه و توجه به این اصل که مقدار یک عنصر معین در گیاه معیاری از فراهمی آن عنصر از طریق خاک است، انجام می‌پذیرد (۲۷) چرا که بر اساس گزارش اسمیت و همکاران (۲۵)، استفاده از نتایج تجزیه گیاه برای ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای، در مقایسه با تجزیه خاک سطحی از دقت بالاتری برخوردار می‌باشد. اما از آنجایی‌که نبود اعداد مرجع، که بتوان با استفاده از آن نتایج تجزیه برگ را با لحاظ مجموعه‌ی بیشتری از عوامل مهم تأثیرگذار برهم، تفسیر نمود، تحت شرایط آگرواکولوژیکی مناطق مختلف از محدودیت‌های مهم محسوب می‌شود لذا به منظور تشخیص نیازهای غذائی محصولات باغی، ضرورت ایجاب می‌کند که در گام نخست اقدام به برآورد اعداد مرجع نمود. از محدودیت‌های اعداد مرجع این است که معمولاً این اعداد عمومی بوده و دامنه بزرگی دارند که این موضوع چالشی مهم در تفسیر نتایج و تصمیم‌گیری می‌باشد. به‌علاوه، نیاز به برآورد اعداد مرجع منطقه‌ای به دلیل برهم‌کنش‌های اتفاق افتاده میان عناصر و ترکیبات شیمیایی خاک و نیز تفاوت عملکرد درختان و روش مدیریتی رایج در هر منطقه، ضرورت دارد (۸). در این شرایط است که می‌توان اطمینان حاصل کرد که پاسخ‌های گیاهی دقیق‌تر بررسی شده و ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای نیز کارایی بهتری خواهد داشت. از طرفی همچنین، شرایط و عوامل متعددی میانگین غلظت عناصر در برگ را تحت تأثیر قرار می‌دهد که مهمترین آنها عبارتند از؛ مدیریت اعمال شده، نوع رقم، مرحله رشد، روش و

۱- استادیار موسسه تحقیقات خاک وآب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
(* – نویسنده مسئول: Email: majid_basirat@yahoo.com)
۲- استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، داراب، ایران
۳- دانش‌آموخته دکترا، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
DOI: 10.22067/jsw.v32i1.67597
4 -Compositional Nutrients Diagnosis (CND)
5 - Multivariate Statistical Analysis
6 - Principal Component Analysis (PCA)

پراکنش نمونه‌های گرفته شده، روش‌های استاندارد تجزیه نمونه، مقادیر استاندارد عناصر و تفسیر صحیح نتایج به‌دست آمده (۱۱ و ۱۶).

به منظور ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاهان از روش‌های مختلف تفسیر نتایج تجزیه گیاه مانند غلظت بحرانی[1]، دامنه کفایت[2]، سیستم تلفیقی تشخیص و توصیه[3]، انحراف از حد بهینه[4] و تشخیص چندگانه چندگانه بهره جسته می‌شود (۱۹ و ۲۰) که هر کدام محدودیت‌ها و مزایای مختص به خود را دارند. برای مثال، در مناطقی نظیر کشور ایران که مصرف کود در آن نامتعادل است روش سیستم تلفیقی تشخیص و توصیه از اهمیت قابل توجهی برخوردار است (۸ و ۲۶). در این روش شاخص هر عنصر غذایی میانگینی از نسبت‌های دو عنصری‌اند ولی در سامانه‌ی تشخیص چندگانه وضعیت هر عنصر غذایی نسبت به میانگین هندسی کلیه عناصر محاسبه و اثرات متقابل یک عنصر نسبت به تمامی عناصر سنجیده می‌شود (۱۳ و ۲۹). مهمترین محدودیت روش‌های تشخیص وضعیت تغذیه‌ای نبود اعداد مرجع می‌باشد. در روش تشخیص چندگانه به داده‌ی کمتری نسبت به روش‌های دیگر نیاز است پس تعداد نمونه‌برداری در منطقه‌ی مورد مطالعه تا حد امکان کاهش می‌یابد (۸) در این روش همچنین، عوامل محدودکننده بر حسب عملکرد واقعی گروه‌بندی می‌شود نه بر اساس عملکرد قابل پیش‌بینی و بنابراین سهم عنصر محدودکننده به تفکیک در عملکرد مشخص می‌گردد. همچنین، در این روش تفکیک گروه‌های عملکردی مطلوب با دقت زیاد صورت می‌پذیرد. در روش تشخیص چندگانه یک ضریب تبیین بین غلظت عنصر و عملکرد بدست می‌آید که بیانگر برتری نسبی این روش نسبت به روش‌های دیگر است (۸). با استفاده از این روش، چاکرالحسینی و همکاران (۶) دامنه‌ی غلظت مطلوب عناصر برای برخی از باغات پرتقال در منطقه‌ی گرمسیر و نیمه گرمسیر (استان کهگیلویه و بویراحمد)، به منظور حصول عملکرد مطلوب را برای نیتروژن ۰/۳۲۹ ± ۲/۳۸ درصد، فسفر ۰/۰۳۳ ± ۰/۱۷ درصد، پتاسیم ۰/۲۳۵ ± ۱/۷۳ درصد، کلسیم ۰/۴۱۵ ± ۳/۰۲ درصد، منیزیم ۰/۰۴ ± ۰/۲۷ درصد، منگنز ۱۱/۴۴ ± ۳۸/۲۱ میلی‌گرم در کیلوگرم، روی ۲/۵۲ ± ۱۶/۳۸ میلی‌گرم در کیلوگرم، آهن ۳۱/۵۷ ± ۷۷/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم، مس ۱/۰۴ ± ۷/۶۳ میلی‌گرم در کیلوگرم و بور ۲۹/۲۴ ± ۹۸/۵۴ میلی‌گرم در کیلوگرم تعیین کردند. به‌کارگیری روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی برای ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای محصولات دیگر نظیر ذرت (۱۲)، چغندر قند (۸ و ۷)، انگور (۵) و پسته (۴) نیز مورد استفاده قرار گرفته است. به‌طورکلی، با استفاده از روش های تجزیه چند متغیره می‌توان درک صحیحی از وضعیت تغذیه‌ای در یک منطقه پیدا کرد و با استفاده از داده ها می‌توان نه تنها محدودیت های ناشی از کمبود یا بیش بود عناصر غذایی را شناسایی کرد بلکه می‌توان تفسیر دقیق‌تری از وضعیت موجود ارائه داد تا روش‌های اصلاحی کاراتری را بکارگرفت. بنابراین، هدف از این مطالعه تعیین وضعیت تغذیه‌ای باغات پرتقال رقم والنسیا در جنوب فارس می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور دستیابی به اهداف این تحقیق، تعداد ۸۰ باغ پرتقال رقم والنسیا که از لحاظ عملکردی باهم تفاوت داشتند، در جنوب ایران (منطقه‌ی داراب در استان فارس) انتخاب گردید. در هر باغ ۳۰ درخت با سن و رقم یکسان علامت‌گذاری و در زمان نمونه‌برداری برگ در اواسط تیرماه از شاخه های ۴ ماهه رشد سال جاری که بدون بار بودند، نمونه‌برداری برگ انجام شد. به این صورت که از هر ۳۰ درخت انتخاب شده در هر باغ یک نمونه‌ی مرکب برگ از محل شاخه‌های بدون بار از جهات مختلف تهیه و برای انجام تجزیه‌های آزمایشگاهی، آماده‌سازی (شامل شستشو با آب مقطر، خشک شدن در دمای ۷۰ درجه‌ی سانتی‌گراد در آون و سپس آسیاب شدن) نمونه‌ها انجام گرفت. با استفاده از روش‌های استاندارد تجزیه‌های آزمایشگاهی نیتروژن کل (۱۵)، فسفر (۱۸)، پتاسیم (۱۰) اندازه‌گیری شدند. عناصر روی، منگنز، آهن و مس پس از تهیه خاکستر از نمونه در کوره با استفاده از اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال هضم و عصاره توسط دستگاه جذب اتمی مدل پرکینز قرائت گردید (۱). عنصر بور به روش آزومتین- اچ با دستگاه اسپکتروفتومتری مورد سنجش قرار گرفت (۹). در زمان برداشت میزان عملکرد میوه‌ی هر باغ بر اساس متوسط عملکرد کل هر درخت که از آن نمونه‌ی مرکب برگ تهیه شده بود، تعیین گردید.

روش تشخیص چندگانه اولین بار توسط پرنت و دافیر (۱۹) ارائه شد. در این روش کل غلظت عناصر غذایی در گیاه به عنوان یک متغیر (S_d) به علاوه‌ی یک بخش باقیمانده (R_d) در نظر گرفته می‌شود که در آن d نماینده‌ی تعداد عناصر غذایی در معادله و R_d بیانگر مقدار باقیمانده است (۸). مجموع معادله برابر ۱۰۰ و بر حسب درصد بیان می‌گردد. R_d سایر عناصر غذایی باقیمانده و اندازه‌گیری نشده است که از رابطه (۲) محاسبه می‌شود (۲).

$$S_d = [(N, P, K, \ldots, R_d): N > 0, P > 0, K > 0, \ldots R_d > 0 \; N + P + K + \ldots + ۱۰۰ \quad (۱)$$

$$R_d = 100 - (N + P + K + \ldots) \quad (۲)$$

میانگین هندسی عناصر غذایی با رابطه ۳ نشان داده می‌شود:

$$G = \left[N, P, K \ldots . R_d\right]^{\frac{1}{d+1}} \quad (۳)$$

نسبت لگاریتم طبیعی عناصر از طریق روابط ذیل محاسبه

1- CVA: Critical Value Approach
2- SRA:Sufficiency Range Approach
3- DRIS: Diagnosis and Recommendation Integrated System
4- DOP:Deviation from optimum percentage

می‌شود:

$$Z_i = \log[x_i / g(x)] \quad (۴)$$

$$V_N = \ln\left(\frac{N}{G}\right), \quad V_P = \ln\left(\frac{p}{G}\right), \; V_K = \ln\left(\frac{K}{G}\right), \ldots V_{Rd} = \ln\left(\frac{R_d}{G}\right) \quad (۵)$$

$$V_N + V_P + V_K + \ldots V_{Rd} = 0 \quad (۶)$$

در روابط فوق، V_Nبیانگر نسبت لگاریتم طبیعی برای نیتروژن نسبت به کل عناصر می‌باشد و برای سایر عناصر نیز بطور مشابه محاسبه می‌گردد. رابطه‌ی 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_Xبرای عناصری مانند N، P، K، ... و R_d شکل بیانی از وضعیت و نسبت عناصر غذائی در گیاه بوده که مقدار آن در جامعه‌ی با عملکرد بالا بیانگر غلظت مطلوب برای تأمین عملکرد بالا می‌باشد و به عنوان 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) بدست خواهد آمد که برای عناصر N، P، K، و ...R_d به شرح ذیل محاسبه می‌شوند.

$$I_N = \frac{V_N - V^*_N}{SD^*_N} \quad (۷)$$

در این روابط V^*_N، V^*_P، V^*_K، V^*_{Rd}، SD^*_N، SD^*_P، SD^*_K، SD^*_{Rd} به ترتیب میانگین و انحراف معیار نسبت لگاریتم طبیعی عناصر غذایی هستند که به عنوان اعداد مرجع CND محسوب می‌شوند. V_N، V_P، V_K و V_{Rd} نسبت لگاریتمی مربوط به نمونه‌ی مطالعاتی می‌باشند. I_N، I_P، I_K و I_{Rd} به ترتیب شاخص عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم و عناصر باقیمانده هستند. سپس غلظت یک عنصر نسبت به میانگین هندسی کل عناصر و ترکیبات با استفاده از رابطه‌ی $I_{zi} = (Z_i - z_i)/S_{zi}$ محاسبه می‌گردد (۱۹). شاخص تعادل عناصر غذایی با این روش از طریق رابطه ۸ قابل محاسبه 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.

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

بنابراین برای هر نمونه‌ی 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 (۲۲). برای تمایز جامعه‌ی 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 یک تابع درجه ۳ تفکیک نمود (۱۴). سپس برآورد عملکرد حد واسط براساس روش توابع تجمعی واریانس نسبت لگاریتمی عناصر شرکت داده شده در معادله مورد محاسبه قرار گرفت. در گام بعدی میانگین اعداد در جامعه‌ی با عملکرد بالا بعنوان اعداد مرجع عناصر غذایی قرار می‌گیرند که در واقع عملکرد حدواسط در نقطه‌ی عطف منحنی تابع تجمعی واریانس نسبت لگاریتمی طبیعی عنصر غذایی مربوطه می‌باشد. علاوه بر روش تشخیص چندگانه، در این مطالعه همچنین با استفاده از رگرسیون چندمتغیره به روش گام به گام و روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی عناصر مهم تأثیرگذار بر عملکرد تعیین و قابلیت روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی مورد ارزیابی قرار گرفت. برای تجزیه واریانس داده‌ها نیز از نرم افزار SPSS استفاده گردید.

نتایج و بحث

معادلات ریاضی مدل تشخیص چندگانه‌ی عناصر غذایی در محیط نرم‌افزار اکسل وارد گردید و با وارد کردن داده‌های عناصر غذایی ۸۰ باغ مورد مطالعه، شاخص‌های عناصر غذایی به روش گام به گام تعیین شد (۵، ۱۲، ۱۳ و ۱۴).

برای تعیین عملکرد حدواسط و تمایز گروه‌های عملکردی کم و زیاد ارتباط بین عملکرد درختان و مقادیر تجمعی نسبت واریانس هر عنصر غذایی یعنی $F^c_i(V_N)$، $F^c_i(V_P)$، $F^c_i(V_K)$، $F^c_i(V_{Ca})$، $F^c_i(V_{Mg})$، $F^c_i(V_{Mn})$، $F^c_i(V_{Zn})$، $F^c_i(V_{Fe})$، $F^c_i(V_{Cu})$ و $F^c_i(V_B)$ و $F^c_i(V_R)$ محاسبه و ترسیم گردید که بصورت ۱۱ معادله درجه ۳ برای ۱۰ عنصر و یک قسمت باقیمانده (R_d) برازش داده شد (جدول ۱). نقاط عطف منحنی‌ها برای۱۰ عنصر غذایی و ترکیبات باقیمانده برای رقم پرتقال مورد مطالعه (والنسیا) بر حسب کیلوگرم در درخت به ترتیب به صورت زیر محاسبه شدند:

$F^c_i(V_N)$=۸۲/۳۳، $F^c_i(V_P)$=۱۰۰/۰۲، $F^c_i(V_K)$=۱۳۴/۱۶، $F^c_i(V_{Ca})$=۱۱۰/۶۶، $F^c_i(V_{Mg})$=۱۴۴/۰۱، $F^c_i(V_{Mn})$=۱۳۰/۰۰، $F^c_i(V_{Zn})$=۱۲۶/۰۰، $F^c_i(V_{Fe})$=۱۲۴/۱۶، $F^c_i(V_{Cu})$=۱۱۰/۰۰، $F^c_i(V_B)$=۱۰۸/۸۸، $F^c_i(R_d)$=۹۸/۱۴. مدل درجه ۳ (R^2) برای کلیه‌ی عناصر معنی‌دار بود. عملکرد میوه به مقدار

1- Unit-Normal

2- Inflection point

۱۱۳ کیلوگرم در درخت بعنوان عملکرد حدواسط برای تفکیک دو گروه عملکرد کم و زیاد محاسبه گردید. در نتیجه از مجموع ۸۰ باغ مورد مطالعه تعداد ۱۱ باغ در گروه عملکرد بالا و ۶۹ باغ در گروه عملکرد پایین قرار گرفتند. با توجه به اینکه غلظت عناصر در جامعه‌ی با عملکرد بالا بعنوان اعداد مرجع و حد بهینه‌ی عناصر غذایی قرار می‌گیرند (۲۱)، در نتیجه با در نظر گرفتن عملکرد حد واسط ۱۱۳ کیلوگرم در درخت برای رقم والنسیا که معادل حدود ۴۵ تن در هکتار می‌باشد، مقدارهای V^*_N ، V^*_P، V^*_K، V^*_{Mn}، V^*_{Zn}، V^*_{Fe}، V^*_{Cu}، V^*_B، V^*_S، V^*_{Rd} به عنوان اعداد مرجع معرفی گردید (جدول ۲). بر این اساس، غلظت‌های بهینه‌ی عناصر مذکور نیز در جدول۲ ارائه شده است.

جدول ۱- برآورد عملکرد حد واسط با روش توابع تجمعی واریانس نسبت لگاریتمی عناصر غذایی

Table 1- Estimation of the intermediate yield through the variance cumulative functions of nutrients logarithmic ratio

Nutrients عناصر غذایی	R^2	$F_i^c(V_X)=aY^3+bY^2+cY+d$	Determined yield(kg tree^{-1}) عملکرد تعیین شده
N	0.984	$y = -0.000x^3 + 0.049x^2 - 4.529x + 134.7$	82.33
P	0.989	$y = 2E-05x^3 + 0.006x^2 - 1.953x + 120.0$	100.01
K	0.982	$y = -4E-05x^3 + 0.016x^2 - 2.180x + 99.77$	134.16
Ca	0.975	$y = -0.000x^3 + 0.033x^2 - 3.359x + 120.1$	110.66
Mg	0.990	$y = -5E-05x^3 + 0.021x^2 - 2.988x + 136.8$	144.01
Mn	0.953	$y = -4E-05x^3 + 0.015x^2 - 1.935x + 86.10$	130.00
Zn	0.985	$y = -5E-05x^3 + 0.018x^2 - 2.446x + 114.7$	126.00
Fe	0.987	$y = -8E-05x^3 + 0.029x^2 - 3.481x + 134.7$	124.16
Cu	0.983	$y = -8E-05x^3 + 0.026x^2 - 3.113x + 132.7$	110.00
B	0.982	$y = -3E-05x^3 + 0.009x^2 - 1.180x + 52$	108.88
قسمت باقیمانده Residual fraction	0.955	$y = -9E-05x^3 + 0.026x^2 - 2.745x + 103.0$	98.14

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

در این روش مشابه با روش دریس، شاخص تعادل تغذیه‌ای از جمع قدر مطلق کلیه عناصر غذایی (IK,IP,IN,...) بدست می‌آید که رابطه‌ی معکوسی با میزان عملکرد دارد (۸ و ۱۴). مقدار بحرانی به روش آماری کیت-نلسون (۱۶) محاسبه و مقدار آن حدود ۱۱۳ کیلوگرم بر درخت بدست آمد. تحلیل این نتایج نشان می‌دهد برای عملکردهای ۱۱۳ کیلوگرم به بالا مقدار r2، از ۳۵ به طرف صفر میل می‌کند. دامنه‌های بحرانی ارائه شده در این جدول را می‌توان به عنوان یک «دامنه‌ی کفایت» برای شاخص‌های عناصر غذایی در نظر گرفت که اعداد خارج از این دامنه بیانگر وضعیت بحرانی و داخل دامنه نشانه‌ی وضعیت خوب و بسنده است. مثلاً شاخص بحرانی ۲/۹۱ برای فسفر در دامنه‌ی ۳/۸۰+ تا ۳/۸۰- قرار می‌گیرد که بیانگر وضعیت عادی این عنصر برای پرتقال است در حالی‌که، در روش دریس منفی بودن یک شاخص بیانگر کمبود آن عنصر برآورد می‌شود (۲۹). بطورکلی، بر اساس اطلاعات ارائه شده در جدول ۳ مشاهده می‌شود که شاخص I2xبرای عناصر مورد مطالعه در دامنه‌ی پایین و بالای بحرانی بدست آمده که نشان می‌دهد تعادل غذایی برای این عناصر در باغات وجود دارد (۱۹). شکل (۱) نشان دهنده‌ی رابطه‌ی عملکرد در دو گروه عملکرد بالا و پایین با شاخص تعادل عناصر غذایی است و نشان می‌دهد تقریباً در باغات با عملکرد بیش از ۱۰۰ کیلوگرم در درخت و کمتر از ۵۰ کیلوگرم در درخت تعادل عناصر کاهش می‌یابد و در مابین این بازه، تعادل تغذیه‌ای افزایش می‌یابد. بعبارت دیگر، ممکن است هم در گروه عملکردهای بالا و هم در گروه عملکرد پایین با عدم تعادل تغذیه‌ای در درختان مواجه باشیم. و این مسئله یکی از چالش‌های تغذیه‌ای گیاه است. چرا که در باغات با عملکرد بالا به دلیل مصرف کود بیش از حد، اثرات متقابل عناصر غذایی به شکل منفی مطرح می‌باشد.

ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای باغات پرتقال منطقه‌ی مورد مطالعه

در این مطالعه با استفاده از غلظت مطلوب به‌دست آمده برای عناصر غذایی (جدول ۲) عنصر نیتروژن در مرتبه‌ی اول سپس کلسیم در مرتبه‌ی دوم از نظر درصد فراوانی کمبود در باغات قرار داشتند. از مقایسه میانگین غلظت‌های گروه‌های عملکردی پایین و بالا مشاهده می‌شود که در باغات مورد مطالعه بیش‌بود بور مهمترین عامل متمایزکننده‌ی گروه‌های عملکرد بالا و پایین است و اختلاف میانگین غلظت بور در گروه عملکرد پایین حدود ۲ برابر گروه عملکرد بالاست (جدول ۴) بر اساس این بررسی حدود ۶۲ درصد از باغات، میزان غلظت بور آنها بیشتر از شاخص مطلوب بدست آمده (۷۶ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) بود.

جدول ۲- اعداد مرجع برای عناصر غذایی مربوط به میانگین عملکردهای مطلوب باغات مورد مطالعه به روش تشخیص چندگانه

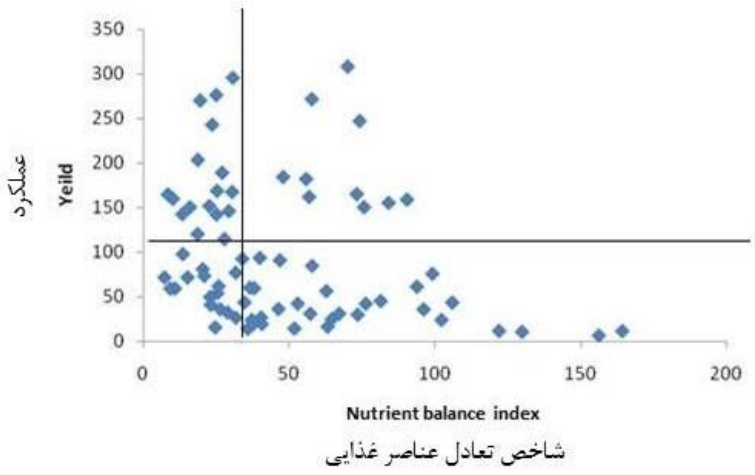
Table 2- The reference norms for the nutrients related to the average of optimum yields of the studied orchards by using the CND method

عنصر غذایی Nutrient	انحراف معیار Standard deviation	میانگین عملکردهای مطلوب Average of optimum yields	میانگین عملکردهای پایین Average of low yields	اعداد مرجع تشخیص چندگانه Reference norms of compositional diagnosis	انحراف معیار Standard deviation	متوسط اعداد مرجع Average of V_x norms
N	0.186	3.00	2.28	V^*_N	0.142	3.47
P	0.018	0.17	0.17	V^*_P	0.153	0.59
K	0.122	1.37	1.47	V^*_K	0.118	2.69
Ca	0.788	3.32	3.11	V^*_{Ca}	0.187	3.55
Mg	0.076	0.36	0.42	V^*_{Mg}	0.133	1.34
Mn	3.352	23.40	23	V^*_{Mn}	0.547	-0.275
Zn	2.305	17.36	23	V^*_{Zn}	0.162	-3.687
Fe	7.734	75.53	89	V^*_{Fe}	0.138	-3.983
Cu	1.440	7.81	9.2	V^*_{Cu}	0.156	-4.788
B	19.60	76.24	131	V^*_B	0.377	-2.52
	0.186			V^*_{Rd}	0.100	6.89

جدول ۳ – شاخص عناصر غذایی و دامنه‌ی کفایت و بحرانی برای ۱۰ عنصر غذایی در باغات مورد مطالعه

Table 3- Nutrients index and the range of sufficiency and critical for the 10 elements in the studied orchards

شاخص عناصر غذایی Nutrients index	حد بالای بحرانی The upper critical level	حد پایین بحرانی The lower critical level	شاخص عناصر غذایی Nutrients index I^2x	عملکرد بحرانی Critical yield[1] Kg tree^{-1}
I^2_N	10.38	−10.38	9.32	82.3
I^2_P	3.80	−3.80	2.91	100.0
I^2_K	13.03	−13.03	10.55	134.1
I^2_{Ca}	1.46	−1.46	1.19	110.6
I^2_{Mg}	3.05	−3.05	1.52	144.0
I^2_{Mn}	2.29	−2.29	1.44	130.0
I^2_{Zn}	8.91	−8.91	4.92	126.0
I^2_{Fe}	77.50	−77.50	60.35	124.1
I^2_{Cu}	5.32	−5.32	1.85	110.8
I^2_B	0.73	−0.73	0.26	108.8
I^2_{Rd}	1.50	−1.50	1.28	



شکل ۱- رابطهٔ بین عملکرد (کیلوگرم بر درخت) و شاخص تعادل عناصر غذایی (r^2) برای پرتقال رقم والنسیا

Figure 1- the relationship between yield (Kg tree^{-1}) and nutrient balance index (r^2) for the *Valencia* orange

این نتایج با دیگر گزارش‌ها در ارتباط با بیش بود بـور در منطقـه مطابقت دارد (۶). در حـالی‌کـه اعـداد مرجـع بـر اسـاس نتـایج روش تشخیص چندگانه در بازه‌ی کـوچکتری ارائـه گردیـده اسـت و دقـت بیشتری برای تفسیر نتایج دارد (جدول۳). روژان و همکـاران (۲۳) در برزیل برای عملکرد بیش از ۹۲ کیلوگرم به ازای هر درخـت بـرای ۴ رقم پرتقال اعداد مرجعی از غلظت عناصر غذایی را در گیاه بـه دسـت آوردند. این اعداد مرجع در برخی عناصر تقریباً مشـابه و بـرای برخـی عناصر کمی متفاوت بودند. به طور مثال برای رقـم هـاملین[1] غلظـت بدست آمده برای نیتروژن ۲/۸۶، فسـفر ۰/۲ ، پتاسـیم ۱/۶۳، کلسـیم ۳/۴۷، منیزیم ۰/۴۷ درصد و برای بور ۹۵، مس ۳۱، روی ۳۲، منگنـز ۵۲ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک بود در حالی‌که برای رقم والنسیا این ارقام برای نیتروژن ۲/۷۹، فسفر ۲/۰، پتاسیم ۱/۴۸، کلسیم ۳/۸۴، منیزیم ۰/۵۲ درصد و برای بور ۱۰۷، مس ۶۷، روی ۵۱، منگنـز ۹۵ و آهن ۲۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. آنها اظهار داشتند مقـادیر عناصـر کم مصرف به دلیل مصرف سموم قارچکش بالا بـوده اسـت. در ایـن تحقیق نیز میزان غلظت مطلوب پتاسیم بـرای رقـم والنسـیا کمتـر از ارقام دیگر بود.

کمبود نیتروژن در ۶۸ درصد باغات مطالعه شده، کمبود کلسیم در ۵۲ درصـد و کمبـود منگنـز در ۳۹ درصـد باغـات بـه ترتیـب دارای بیشترین فراوانی کمبود در بین عناصر بودند. برای مقایسـه از مقـادیر غلظت عناصر حاصـل از اعـداد مرجـع غلظـت مطلـوب در جـدول ۲ استفاده شد. این نتایج با یافته‌های صمدی و مجیـدی (۲۴) مشـابهت داشته است. آنها خاطر نشان کردند که مصرف زیاد کودهای پتاسیمی و بالا بودن پتاسیم در اراضی تحت کشت انگور موجب به هم خوردن تعادل کلسیم و منیزم در گیاه شده به‌طـوری‌کـه کلسـیم منفـی‌تـرین شاخص دریس را نشان داد. همچنین در باغات انگور این مناطق بـالا بودن فسفر موجب کاهش غلظت عناصر ریزمغذی شـده اسـت (۲۴). نتایج چاکرالحسینی و همکاران (۶) در باغات پرتقـال رقـم والنسـیا در خاک‌های به شدت آهکی جنوب ایران نشان داد که همه‌ی باغات بـا عملکرد پایین دچار نامتعادلی در تغذیـه بـوده و کمبـود کلسـیم شـایع می‌باشد. بر اساس تحقیقات چاکرالحسـینی و همکـاران (۶) بـر روی باغات پرتقال در جنوب غرب ایران به روش CND دامنـه‌ی کفایـت غلظت عناصر غذایی برگ پرتقال رقم والنسیا برای عملکرد ۱۵ تن در هکتار نشان داد که نیتروژن ۰/۳۲± ۲/۳۸ درصد، فسفر۰/۰۳± ۰/۱۷ درصـد، پتاسـیم۰/۲۳± ۱/۷۳ درصـد، کلسـیم ۰/۴۱±۳/۰۲ درصـد، منیـزیم۴ ۰/۰± ۰/۲۷ درصـد، منگنـز ۱۱ ± ۳۸/۲۱ میلـی‌گـرم در کیلوگرم، روی ۳/۵۲ ± ۱۶/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم، آهـن ۳۱± ۷۷/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم، مس ۱/۰۴± ۷/۶۳ میلی‌گرم در کیلـوگرم، بـور ۲۹±۹۸ میلی‌گرم در کیلوگرم، برای پرتقال والنسیا در منطقـه جنـوب غرب (باشت، گچساران و چرام) کشور بدست آمد. با توجـه بـه پـایین بودن غلظت منیزیم، منگنز و روی و گستره‌ی کمبود این عناصر شاید دلیل پایین بودن عملکرد باغات در منطقه جنوب غربی باشد.

در این آزمایش عدد مرجع بور برای پرتقال والنسیا ۷۶ میلـی‌گـرم در کیلوگرم ماده‌ی خشک بدست آمـده اسـت. امـا مقایسـه میـانگین غلظت دو گروه عملکرد بالا و پایین در منطقه‌ی مورد مطالعـه نشـان می‌دهد که اختلاف میانگین غلظت عناصر در دو گروه عملکرد بـالا و پایین در رقم والنسیا در بور می‌باشد (جدول ۴). مقادیر متوسط غلظت منگنز در هر دو گروه برای رقم والنسیا مشابه می‌باشد اما ایـن مقـدار بسیار کمتر از مقادیر ارجاع شده در منابع مختلف برای غلظت مناسـب منگنز برای پرتقال رقم والنسیا است (۱۹). اما به نظر می‌رسـد منگنـز تأثیر چندانی در کاهش عملکرد نداشته است. به نظر می‌رسد با توجـه به شدت و فراوانی بیش‌بود غلظت بور در گیـاه، بـور عامـل مهمتـری نسبت به سایر عناصر در کاهش میانگین عملکرد باغات منطقه باشـد. با توجه به این که ۶۸ درصد باغـات بـا عملکـرد پـایین و ۵۲ درصـد باغات دارای عملکرد پایین به ترتیب نیتروژن و کلسیم کافی نداشـتند و با توجه به اثری که نیتروژن و کلسیم در کاهش اثر سـمیت بـور در گیاه به دلیل ایجاد رقت سلولی و نقش کلسیم در متابولیسـم بـور دارد (۲۸)، بتوان توضیح داد علی‌رغم سطح قابل توجه غلظـت نیتـروژن و کلسیم در گیاه (جدول ۲ و ۴) غلظت های بالاتری از ایـن عناصـر در گیـاه مـورد نیـاز مـی‌باشـد. ایـن نتـایج همچنـین بعـداً بـا روابـط آماری- ریاضی دیگر نیز مورد تأیید قرارگرفت (معادله ۹).

ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای به روش تجزیه به عامل‌ها

روش تجزیه علیت و تجزیه به مولفه‌هـای اصـلی روش مناسـبی برای تشریح علت تغییرات یک عامل در یک سیستم می‌باشـد. نتـایج حاصل از مطالعه‌ی رگرسیونی فاکتورهای مورد مطالعه در حقیقـت بـا جداسازی و تفکیک نقش سایر عوامل أثرگـذار بـویژه رابطـه‌ی میـان عناصر، اثر مستقیم عنصر مورد نظر بر متغیر تابع (در اینجا عملکرد) را ارائه می‌کند. بطورکلی، در روش تجزیه چند متغیره تجزیـه بـه مولفـه اصلی و فرعی می‌توان نشان داد که کدام عنصر در مقابل کدام عنصر قرار گرفته است و دارای اثرات متقابل مثبت و یـا منفـی بـر یکـدیگر است. در این مطالعه با استفاده از رگرسیون چند متغیره گـام بـه گـام، میانگین عملکرد به عنوان متغیر تابع و غلظت عناصر به عنوان متغیـر مستقل، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه رگرسیونی نشان داد که نیتروژن و کلسیم بیشترین اثر مثبت و آهن و روی بیشترین اثر منفـی را بر عملکرد داشتند و به عنوان موثرترین عناصر تغذیه‌ای بر تغییرات عملکرد از بقیه‌ی عناصر تفکیک شدند (جدول ۶) که این نتیجه به

1- Hamlin

جدول ٤- مقایسه میانگین غلظت عناصر غذایی در دو گروه عملکرد بالا و پایین

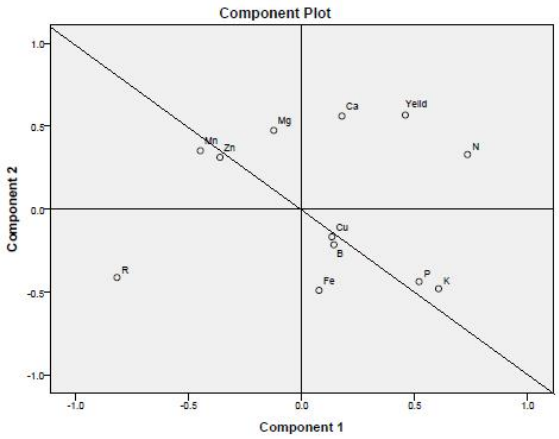
Table 4- mean comparison of nutrients concentration in high yielding and low yielding groups

عملکرد متوسط Average yield		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	Kg tree^{-1}	%					mg kg^{-1}				
Valencia orange	High=113	3.00	0.17	1.37	3.32	0.36	75	23	17	7.8	76
پرتقال والنسیا	Low=43	2.28	0.17	1.47	3.10	0.40	89	23	23	9.2	131

صورت معادله‌ی ۹ نیز ارائه شده است. اثر منفی عامل روی در معادله ۹ شاید به دلیل اثر رقابتی که در جذب منگنز دارد وارد معادله شده است:

(۹) Y= ۵۵/۳۱۳ +۱۰/۴۱۵N+ ۲۴/۶۳۳Ca – ۸۹۳۳/۹۸۳ Fe –۷۷۶۱/۰۱۴ Zn

در شکل ۲ مربوط به نمودار تجزیه به مولفه‌های اصلی، عناصر کلسیم و نیتروژن و پس از آن منیزیم فاصله‌ی نزدیک و مثبتی با عملکرد دارند و بالعکس آهن و بور در ناحیه‌ی مقابل و بیشترین فاصله را با مولفه‌ی عملکرد دارند. موقعیت مولفه‌ی عملکرد نسبت به موقعیت مولفه‌ی عناصر در نمودار نشان می‌دهد که هر چه مولفه‌ی عنصر به عملکرد نزدیک‌تر باشد تأثیرگذاری آن بر عملکرد بیشتر و هر چه دورتر باشد کمتر خواهد بود. این نتایج با نتایج فوق در جدول ۴ تطابق دارد و نشان می‌دهد که در باغات منطقه‌ی مورد مطالعه نیتروژن و کلسیم بیشترین نزدیکی را به شاخص عملکرد در نمودار نشان می‌دهند و بور و آهن نیز در مقابل عملکرد قرار گرفته‌اند (شکل ۲ و معادله‌ی ۹).



شکل ۲- نمودار تجزیه به مولفه‌های اصلی عناصر غذایی و رابطه‌ی آنها با عملکرد حاصل شده در باغات پرتقال

Figure 2- The Principal Component Analysis (PCA) curve of nutrients and their relationship with the obtained yield of the orange orchards

در این مطالعه همچنین نتایج تجزیه به عامل‌ها به روش مولفه‌های اصلی بر روی صفت مورد مطالعه، پنج عامل اصلی را تفکیک نمود (جدول ۵). این پنج عامل به ترتیب ۸۱/۷۵، ۸/۲۰، ۵/۸۶، ۱/۷۱، و ۱/۱۲ درصد و در مجموع ۹۸/۶۴ درصد از تغییرات کل داده‌ها را تبیین کردند. هر چه میزان واریانس عاملی بیشتر باشد، به اعتبار آن عامل در تفسیر تغییرات داده‌ها افزوده می‌شود. میزان اشتراک نیز بخشی از واریانس یک متغیر است که به عامل‌های مشترک مربوط می‌شود و هر چه بیشتر باشد نشان‌دهنده دقت بیشتر در برآورد واریانس متغیر مربوطه می‌باشد. با مشاهده ضرائب عامل‌ها مشخص است که عامل اول که بیشترین حجم (۸۱/۷۵ درصد) از تغییرات داده‌ها را در بر گرفت، دارای ضرائب بزرگ و منفی برای عناصری نظیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم و دارای ضرائب بزرگ و مثبت برای عناصر آهن، منگنز، روی، مس و بور می‌باشد (جدول ۵) که می‌توان آن را عامل عناصر کم‌مصرف نام‌گذاری کرد. عامل دوم که ۸/۲۰ درصد از تغییرات داده‌ها را در بر می‌گیرد دارای ضریب بزرگ و مثبت برای عملکرد می‌باشد که می‌توان آن را عامل عملکرد نامگذاری کرد. عامل سوم که ۵/۸۶ درصد از تغییرات داده‌ها را در بر می‌گیرد دارای ضریب بزرگ و مثبت برای کلسیم می‌باشد و به نام عامل کلسیم نامگذاری می‌شود. عامل چهارم که ۱/۷۱ درصد از تغییرات داده‌ها را در بر می‌گیرد دارای ضریب بزرگ و مثبت برای

عناصر نیتروژن و پتاسیم می‌باشد و می‌توان آن را عامل نیتروژن نامگذاری کرد. و در نهایت عامل پنجم که ۱/۱۲ درصد از تغییرات داده‌ها را تبیین می‌کرد، ضرائب صفات مورد بررسی کوچک و اختلاف ناچیزی با هم داشتند (جدول ۵). به‌طورکلی بر اساس نتایج تجزیه به عامل‌ها (جدول ۵)، تجزیه رگرسیونی (جدول ۶) و نمودار تجزیه به مولفه‌های اصلی (شکل ۲) عناصر نیتروژن، کلسیم، آهن و بور بیشترین نقش را در تعیین عملکرد باغات مورد مطالعه نشان می‌دهند.

ارزیابی وضعیت حاصلخیزی خاک و عناصر غذایی در باغات پرتقال

در توجیه وضعیت عناصر غذایی گیاه در باغات منطقه‌ی جنوب با مراجعه به نتایج تجزیه خاک (جدول ۷) مشاهده می‌شود که کربن آلی خاک‌ها پایین است. و تقریباً نیمی از باغات میزان فسفر بالایی دارند. افزایش فسفر بالای خاک در کنار درصد بالای آهک خاک (بیشتر از ۹۲ درصد فراوانی بیش بود آهک خاک) می‌تواند منجر به کمبود عناصر میکرو به خصوص منگنز، روی و آهن در گیاه گردد. از سوی دیگر درصد بالایی از باغات دارای پتاسیم زیادتر از مطلوب می‌باشند که این موضوع خود موجب رقابت با کلسیم و منیزیم در گیاه می‌گردد. کمبود شایع کلسیم در باغات پرتقال جنوب می‌تواند احتمالاً علاوه بر زیادی پتاسیم خاک علت دیگری نظیر بالا بودن ضریب هدایت الکتریکی خاک داشته باشد چنانکه حدود ۳۰ درصد باغات دچار شوری زیاد و ۵۶ درصد شوری متوسط دارند(جدول ۷). با توجه به بیش بود غلظت بور در باغات با عملکرد پایین و فراوانی پتاسیم و شوری در باغات مورد مطالعه به نظر می‌رسد افزایش غلظت کلسیم در گیاه برای عملکرد مطلوب توجیه علمی کافی فراهم می‌کند.

جدول ۵- نتیجه تجزیه به عامل‌ها به روش مولفه‌های اصلی برای صفات مورد بررسی

Table 5- Factors analysis result through principle components method for the studied traits

	Components Matrix				
	Components				
Traits	1	2	3	4	5
yield	0.166	0.898	-0.375	-0.142	-0.072
N	-0.835	0.315	-0.177	0.359	0.203
P	-0.897	-0.183	-0.216	-0.169	0.186
K	-0.922	-0.039	-0.020	0.207	-0.240
Ca	-0.436	0.449	0.772	-0.033	0.062
Mg	-0.982	0.011	0.035	-0.063	0.019
Fe	0.998	0.024	0.017	0.045	0.005
Mn	0.998	0.024	0.017	0.045	0.005
Zn	0.998	0.024	0.017	0.045	0.005
Cu	0.998	0.024	0.017	0.045	0.005
B	0.998	0.025	0.016	0.046	0.005
R	0.998	0.014	0.011	0.036	0.002

جدول ٦- نتایج تجزیه رگرسیون اثر عناصر بر عملکرد

Table 6- The results of nutrients effect regression analysis on the yield

عنصر غذایی Nutrient	ضریب رگرسیونی Regression coefficient	خطای استاندارد Standard error	Beta	t	معنی‌داری Sig.
N	99.804	32.704	1.648	3.052	0.003
Ca	70.503	32.856	1.224	2.146	0.036
Fe	-8800.242	2292.52	-0.327	-3.839	0.000
Zn	-6409.287	3616.774	-0.157	-1.772	0.081

نتیجه‌گیری

یافته‌های این تحقیق نشان داد که ۱۳ درصد از باغ‌های مورد ارزیابی در گروه با عملکرد مطلوب و ۸۶ درصد آنها در گروه با عملکرد نامطلوب تقسیم‌بندی شدند که نشان دهنده وضعیت نامتعادل تغذیه‌ای در منطقه می‌باشد. بیش بود بور در گروه با عملکرد پایین تقریباً دو برابر باغات با عملکرد بالاست (جدول ۴). این مسئله نشان می‌دهد که غلظت بالای بور در گیاه مهمترین عامل محدودکننده در عملکرد باغات منطقه می‌باشد. بیش‌بود بور نیاز درختان را به غلظت‌های بالاتری از نیتروژن و کلسیم توجیه می‌کند و از طریق مکانیسم‌های شناخته شده موجب کاهش اثرات منفی بور در درختان می‌گردد. علاوه بر این، معادله رگرسیونی نشان داد غلظت آهن و روی در گیاه رابطه منفی با عملکرد داشته و برعکس نیتروژن و کلسیم رابطه مثبت با عملکرد نشان داده است (شکل ۲). اثرمثبت نیتروژن و کلسیم شاید به دلیل اثر رقت سلولی باشد که این دو عنصر بر کاهش سمیت بور

دارند. فراوانی کمبود منگنز در باغات مورد مطالعه احتمالاً به دلیل بالا بودن غلظت آهن و یا رقابت روی در گیاه باشد (معادله ۹) اگرچه غلظت آهن فراهم در خاک در نمونه‌ها بالا نیست اما میانگین غلظت روی در خاک باغات تقریباً بالا و در حدود ۲/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک می‌باشد. (جدول ۷) اما تجزیه رگرسیونی و تجزیه مولفه اصلی نشان داد آهن رابطه منفی با عملکرد داشته است و غلظت آن در گیاه هم در هر دو گروه عملکردی، بالا می‌باشد (جدول ۴). بنابراین رقابت کاتیونی احتمالاً موجب کاهش غلظت منگنز در نمونه‌ها شده است (حدود ۳۹ درصد باغات کمبود منگنز نشان داشتند). روش های تجزیه آماری چند متغیره می‌توانند تحلیل دقیق‌تری از وضعیت تغذیه‌ای ارائه دهند.

جدول ۷- نتایج تجزیه خاک‌های باغات مورد مطالعه

Table 7- the results of soils analysis in the studied orchards

صفت مورد بررسی	حداقل	حداکثر	متوسط	انحراف معیار	Abundance percentage			
trait	minimum	maximum	average	Deviation criteria	Very deficiency[1] خیلی کمبود	Deficiency[2] کمبود	sufficiency[3] کفایت	High[4] زیاد
Organic carbon (%)	0.1	1.9	0.8	0.4	36	33	26	5
P*	2	44	17	13	21	23	10	46
K*	23	1107	380	233	3	21	13	64
Fe*	1.5	5	3.4	1	21	74	5	0
Zn*	0.1	24	2.2	4	5	21	38	36
Mn*	2.5	14.6	8.4	3	0	79	13	8
Cu*	0.2	1.3	0.5	0.3	8	46	38	8
Calcite (%)	12.9	82	61	15.5	0	0	8	92
Salinity (dS m^{-1})	0.8	7.1	4.4	1.4	-	15	56	28

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 (0.25-0.5), Mn (2-4),Cu(0.5-0.25), calcite (5-10),salinity (<2); 3- organic carbon (1-1.5), P (10-15), K (180-240), Fe (5-7.5), Zn (1-0.7), Mn (4-6),Cu(1-0.5), 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}.

۱-کربن آلی (<0.5)، فسفر(<5)، پتاسیم (<90)، آهن (<2.5)، روی(<0.25)، منگنز (<2)، مس (<0.25)، آهک (<5)، شوری (-)؛ ۲- کربن آلی(0.5-10)، فسفر (5-10)، پتاسیم (90-180)، آهن (2.5-5)، روی (0.25-0.5)، منگنز(2-4)، مس (0.25-0.5)، آهک (5-10)، شوری (<2)؛ ۳- کربن آلی (1-1.5)، فسفر (10-15)، پتاسیم (180-240)، آهن (5-7.5)، روی (0.7-1)، منگنز (4-6)، مس (0.5-1)، آهک (10-25)، شوری (2-6)؛ ۴- کربن آلی(>1.5)، فسفر (>15)، پتاسیم (>240)، آهن (>7.5)، روی (>1)، منگنز (>6)، مس (>1)، آهک (>25)، شوری (>6dS/m)؛ * میلی‌گرم در کیلوگرم

این نتایج نشان می‌دهد تغذیه نیتروژن و کلسیم احتمالاً نتیجه مثبتی در کاهش سمیت بور داشته و اثر منفی آنرا کاهش می‌دهد. به نظر می‌آید که عدم تعادل تغذیه‌ای یعنی بیش‌بود بور، آهن و روی در گیاه موجب اختلال در تعادل تغذیه‌ای سایر عناصر شده است به طوری‌که کمبود نیتروژن، کلسیم و منگنز را رقم زده است. نتایج این مطالعه همچنین نشان داد که شرایط خاک تأثیر زیادی بر روی مقادیر اعداد مرجع عناصر غذایی دارد و احتمالاً عوامل محدودکننده در منطقه وجود دارد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که اعداد مرجع برای غلظت‌های مطلوب عناصر غذایی بسته به شرایط منطقه متغیر بوده و بیش‌بود بیش از حد یک عنصر می‌تواند علاوه بر اعداد مرجع، تفسیر نتایج را تغییر داده و به نظر می‌رسد شناخت بیشتری به منظور مصرف هدفمندتر کود در اختیار قرار دهد. به نظر می‌رسد در شرایط بیش‌بود بور، نیاز به کلسیم و نیتروژن در گیاه افزایش می‌یابد که این موضوع خود زمینه‌ی تحقیقات آتی را رقم می‌زند.

منابع

1- Association of official analytical chemists (AOAC). 1990. In: K. Helrich. (eds.), Official Methods of Analysis. 15th Edition. Published by the Association of Official Analytical Chemists, INC.
2- Aitchison J. 1988. Statistical analysis of compositional data. Chapman and Hall, New York.
3- Ross S.M. 1987. Introduction to probability and statistics for engineers and scientists. John Wiley & Sons, New York.
4- 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 Persian)
5- Basirat M., Daryashenas A., and Akhyani A. 2015. Reference norms determination for nutrients in the grape leaf (Shahroudi cultivar). Iranian journal of soil researches, 1 (1). (in Persian with English abstract)
6- Chakerolhosseini M.R., Khorasani R., Fatovat A., and 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 Persian with English abstract)
7- Daryashenas A., and 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 Persian)
8- Daryashenas A., and Saghafi K. 2011. Compositional Nutrient Diagnosis (CND) for sugar beet. *Iranian Journal of Soil Researches*, 25(1). (in Persian with English abstract)
9- Emami A. 1996. Methods of Plant Analysis. Publications of the Soil & Water Research Institute, Karaj, Iran (in Persian).
10- Helmke P.H., and Spark D.L. 1996. Potassium, P 551-574. In: Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loppert, R.H., Soltanpour, P.N., M.A. Tabataai, C.T. Johston, and M.E. Summer. (eds.), Methods of soil analysis. SSSA, Inc. ASA, Inc. Madison, WI.
11- Kenworthy A.L. 1983. Leaf analysis as an aid in fertilizing orchards. p. 381-392 in L.M. Walsh and J.D. Beaton (eds.) Soil testing and plant analysis. Revised edition, 5th Printing, Soil Soil Science Society of America, Madison, WI.
12- Khiari L., Parent L.E., and 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., and Tremblay N. 2001b. The phosphorus compositional nutrient diagnosis range for potato. Agronomy Journal, 93:815–819.
14- Khiari L., Parent L.E., and Tremblay N. 2001c. Selecting the high-yield subpopulation for diagnosing nutrient imbalance in crops. Agronomy Journal, 93:802–808.
15- Kjeldahl J. 1883. A New Method for the Determination of Nitrogen in Organic Matter. Zeitschrift für Analytische Chemie, 22, 366-382. http://dx.doi.org/10.1007/BF01338151.
16- 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 Persian)
17- Nelson L.A., and Anderson R.L. 1977. Partitioning of soil test-crop response probability. p. 19–38. In M. Stelly (ed.) Soil testing: Correlating and interpreting the analytical results. ASA Spec. Publ. 29. ASA, Madison.
18- Olsen S.R., Cole C.V., Watanabe F.S., and Dean L.A. 1954. Estimation of available phosphorous in soil by extraction with sodium bicarbonate. United States Department of Agriculture. United States Goverment. Print Office, Washington, D. C.
19- Parent L.E., and Dafir M. 1992. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. Journal of the American Society for Horticultural Science, 117:239–242
20- Parent L.E., Cambouris A.N., and Muhawenimana A. 1994. Multivariate diagnosis of nutrient imbalance in potato crops. Soil Science Society of American Journal, 58:1432–1438.
21- Parent L.E., and 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.
22- Ross S.M. 1987. Introduction to probability and statistics for engineers and scientists. John Wiley & Sons. New York.
23- Rozane D., Junior D.M., Parent S., Natalei W., and Parent L.E. 2011. Compositional meta-analysis of Citrus varieties in the state of São Paulo Brazil.The 4th International workshop on compositional data analysis.
24- Samadi A., and Majidi A. 2010. Norms establishment of the diagnosis and recommendation integrated system and its comparison with the deviation from optimum percentage method in a white grape. Iranian Journal of Soil Researches, 24(2). (in Persian with English abstract)
25- Smith G.S., Asher G.J., and Clark C.J. 1997. Kiwifruit Nutrition diagnosis of nutritional disorders. Originally published 1985 ISBN 0-9597693-0-7, revised 1987, republished for HortNET 1997.
26- Soltanpour P.N., Malakouti M.J., and Ronaghi A. 1995. Comparison of diagnosis and recommendation in integrated system and nutrient sufficiency range for corn. Soil Science Society of American Journal, 59:10. 133-139.
27- Tisdale S.L, Nelson W.L., and Beaton J.D. 1993. Soil fertility and fertilizer. Macmillan USA. 648 page.
28- Turan M.A., Taban N., and Taban S. 2009. Effect of calcium on the alleviation of boron toxicity and localization of Boron and Calcium in cell wall of wheat. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 37 (2), 99-103.
29- Walworth J.L., and Sumner M.E. 1987. The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). Advances in Soil Science, 6:149–188.

Journal of Water and Soil
Vol. 32, No. 1, Mar.-Apr. 2018, p. 143-154

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۱، فروردین –اردیبهشت ۱۳۹۷، ص. ۱۵۴-۱۴۳

Evaluation and Determination of the Nutritional Status of *Valencia Orange* Orchards in South of Fars Province

M. Basirat[1]*- H. Haghighatnia[2]- S. M. Mousavi[3]

Received: 09-10-2017
Accepted: 17-01-2018

Introduction: Fertilizer recommendation in orchards based on soil testing is not accurate because findings showed that there is not significant correlation between nutrients concentration in the soil and plant. Therefore, studying the nutritional status in orchards is usually based on the plant testing. In order to evaluate the nutritional status of plants, different methods, such as Compositional Nutrients Diagnosis (CND), Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS), Deviation from Optimum Percentage (DOP), Critical Value Approach (CVA) and Sufficiency Range Approach (SRA) were used. In the CND method, a determination coefficient measured which is considered as the relative superiority of this method to the others. Generally, through the CND method, a correct perception on nutritional status of plantsmay be obtained.

Materials and Methods: The nutritional status of orange orchards, *Valencia* cultivar, in south of Fars province (Darab town) was studiedusing the compositional nutrient diagnosis and multivariate statistical analysis methods. For this, 80 orange orchards, *Valencia* cultivar were selected and 30 trees in each orchard were signed. Plant samples were taken from the selected trees in the proper session and concentration of N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Fe, Cu and B were measured using the standard methods. Then the average yield was measured at harvest. Based on the CND method, total concentration of the nutrients in the plant was considered as a variable (S_d) plus a residual portion (R_d) that "d" is defined as the number of nutrients in the equation and R_d is defined as the residual value. Which sum of the equation equals 100 and it is based on percent. The residual/un measured nutrients and estimated by using the equation of " R_d = 100- (N+P+K+…)". Thereafter, by using the standard equations, which they were perfectly explained and presented in the material and methods section, the geometric mean of nutrients, nutrients index, nutrient balance index, and average yield and finally the reference norms were determined. In addition to the CND method, by using the Multivariate Statistical Analysis and Principal Component Analysis methods, the effective and important nutrients in the yield were determined and also, ability of the CND method was evaluated. The SPSS software was used for variance analysis the data.

Compositional nutrient diagnosis (CND) analysis and multivariate analysis methods are used to study the nutritional diagnosis of Valencia orange orchards in south of Fars province. 80 *valencia* orange orchards were selected in the region and in each of them, 30 uniform trees were marked and sampled were taken in proper time and referenced method. Leaf elemental compositions and mean yield also were measured from selected trees for each orchard. Data analysis divided all orchards into two low and high yield groups.

Results and Discussion: The results showed that 11 orchards were as high yielding group and 69 orchards were as low yielding group and the average of optimum yields, 113 Kg tree^{-1}, was determined as the yield goal. By using the average of measured nutrients norms for the high yielding community the concentration of the 10 studied elements was obtained which comprised: N 3.00± 0.18; P 0.17± 0.01; K 1.37± 0.12; Ca 3.32± 0.78; Mg 0.36±0.07; Mn 23± 3.35; Zn 17.3± 2.3; Fe 75± 7.3; Cu 7.81± 1.44; B 76± 19.4. Through comparison with the obtained reference norms of optimum yielding orchards, more than 50% of the studied orchards had lower N, Ca and Mn content than the obtained norm and B concentration in the high yielding group was more than 50% less than the low yielding group. Generally, the results of Multivariate Statistical Analysis and Principal Component Analysis showed that N, Ca, Fe and Zn had the highest effect in changes of yield.

Conclusion: Results of this work showed that 13% of the studied orchards were in the high yielding group

1- Assistant Professor of Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
(*-Corresponding Author Email: majid_basirat@yahoo.com)
2- Assistant Professor Soil and Water Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Darab, Iran
3- PhD Graduate, Department of Soil Science, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University of Tehran, Tehran, Iran

and 86% of them were in the low yielding group which shows the imbalance nutritional condition in the studied region. The positive effect of N and Ca on the yield may be due to the dilution effect which these nutrients can reduce the B toxicity. Abundance of Mn deficiency in the studied orchards may be due to the high concentration of Zn and Fe in the plants and antagonistic relations may be considered as the main reason. Multivariate statistical analysis methods may be used as an important tool to study the nutritional conditions of plants. Dominant percentage of the studied orchards showed low yield which may be due to the B toxicity which probably N and Ca application may be all eviated the negative effect of this element.

Keywords: Compositional nutrient diagnosis, Nutrients, Orange, Reference norms