پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۶ تا ۸ شهریور ۱۳۹۶ محور مقاله: شیمی و حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

کاربرد روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی (CND[1]) در تشخیص وضعیت تغذیه‌ای باغات پرتقال تامسون شرق مازندران

مجید بصیرت*[1]، امید قاسمی[2]، مهرداد شهابیان[2]، سید مجید موسوی[3]
۱-عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک وآب سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، کرج، ۲- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، ساری و ۳- دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران
Email: majid_basirat@yahoo.com

چکیده

روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی (CND) از روش‌های مفید و شناخته شده در ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاهان محسوب می‌شود. به منظور تعیین وضعیت تغذیه‌ای پرتقال رقم تامسون ناول در شمال کشور (شرق استان مازندران) با استفاده از روش CND، تعداد ۱۳۳ باغ انتخاب و غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی ، مس و بور در نمونه‌های گیاهی در فصل مناسب تعیین شد. در فصل برداشت با اندازه‌گیری عملکرد میانگین برای هر باغ و با استفاده از روش تشخیص چندگانه، میانگین باغات با عملکرد مطلوب به میزان ۵۸ تن در هکتار تعیین و باغ‌ها به دو گروه عملکرد زیاد (۲۷ باغ) و عملکرد کم (۱۰۶ باغ) از هم تفکیک شدند. سپس غلظت عناصر غذایی (اعداد مرجع) برای عملکرد مطلوب در منطقه برای ۱۰ عنصر غذایی معرفی شد. همچنین نتایج بدست آمده نشان داد که با مقایسه با اعداد مرجع به دست آمده برای بیش از ۵۰ درصد باغات مورد بررسی کمبود پتاسیم و فسفر وجود دارد و کمبود عناصری نظیر منگنز، روی، مس و منیزیم در باغات فراوانی قابل توجهی دارد.

واژه های کلیدی: پرتقال تامسون، تشخیص چندگانه، اعداد مرجع، عناصر غذایی.

مقدمه

در درختان میوه تکیه بر آزمون خاک برای توصیه کودی توصیه نمی‌گردد چرا که تحقیقات نشان داده همبستگی معنی‌داری بین غلظت عنصر در خاک و در گیاه در باغ مشاهده نشده است (ملکوتی، ۱۳۸۷). در درختان میوه، معمولاً بررسی وضعیت گیاه بر مبنای تجزیه گیاه صورت می‌گیرد و بر پایه‌ی این منطق استوار است که مقدار یک عنصر معین در گیاه نشانه‌ای از تأمین آن عنصر از خاک است (Tisdale et al., 1993). اما نبود اعداد مرجع تحت شرایط آگرو اکولوژیکی مناطق از ضروریات است بنابراین، اولین قدم برای تشخیص نیازهای غذائی محصولات باغی برآورد اعداد مرجع می‌باشد (ملکوتی، ۱۳۷۸). معمولاً اعداد مرجع به طور عمومی بوده و دامنه بزرگی دارد که تفسیر نتایج و تصمیم‌گیری را با مشکل روبرو می‌سازد. از سوی دیگر، به دلیل برهم‌کنش عناصر و ترکیبات شیمیایی خاک بر روی یکدیگر، تفاوت عملکرد درختان و روش مدیریتی رایج در هر منطقه، نیاز به برآورد اعداد مرجع منطقه‌ای دارد (دریاشناس و ثقفی، ۱۳۹۰). در چنین شرایطی، پاسخ‌های گیاه دقیق‌تر بررسی شده و ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای کارایی بهتری خواهد داشت (ملکوتی ، ۱۳۸۷). از سوی دیگر، میانگین غلظت عناصر در برگ نیز خود تابع شرایط متعددی است و بیش از هر چیز تابع مدیریت اعمال شده، نوع رقم، مرحله رشد، روش و پراکنش نمونه‌های گرفته شده برای تجزیه گیاه است (ملکوتی، ۱۳۸۷). در هریک از روش‌های تشخیص وضعیت تغذیه‌ای اشکالاتی وجود دارد که مهمترین آن فقدان اعداد مرجع است که بتوان با استفاده از آن نتایج تجزیه برگ را با لحاظ مجموعه‌ی بیشتری از عوامل موثر تأثیرگذار برهم

1- CND: Compositional nutrient diagnosis

تفسیر کرد. در روش تشخیص چندگانه به داده کمتری نسبت به روش‌های دیگر نیاز است (دریاشناس و ثقفی، ۱۳۹۰) همچنین در این روش عوامل محدود کننده را بر اساس عملکرد واقعی گروهبندی کرده و تفکیک گروه‌های عملکردی مطلوب با دقت زیاد تعیین می‌شوند. بصیرت و همکاران (۱۳۹۴) با استفاده از روش تشخیص چندگانه وضعیت عناصر غذایی را در باغات انگور را در منطقه شاهرود ایران تعیین نمودند. Khiari et al., (2001a) نیز با استفاده از این روش توانستند شاخص عناصر غذایی و نرم‌های استاندارد CND را برای عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم جهت ارزیابی وضعیت تغذیه ذرت در مرحله رشد V4 تا V8 تعیین کنند. بطور کلی با استفاده از روش CND می‌توان شناخت مناسبی از وضعیت عناصر غذایی در گیاه پیدا کرده و اعداد مرجعی به دست آورد که به کمک آنها می‌توان مصرف بهینه کود را نه تنها در سطح یک باغ بلکه در یک منطقه با دقت بیشتری اعمال و ضمن حفظ و بهبود کیفیت خاک و محیط زیست، دستیابی به عملکرد کمی و کیفی مناسب را نیز تحقق بخشید. هدف از این مطالعه تشخیص وضعیت تغذیه ای باغات پرتقال تامسون شرق مازندران با بکارگیری روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی (CND) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای اجرای این تحقیق، تعداد ۱۳۳ باغ از رقم تامسون ناول در شمال ایران (شرق مازندران) انتخاب شد. باغ ها از لحاظ عملکردی باهم تفاوت داشتند. در هر باغ ۳۰ درخت با سن و رقم یکسان علامت‌گذاری شدند و در زمان نمونه‌برداری از هر باغ یک نمونه مرکب برگ از محل شاخه‌های بدون بار برداشت و نمونه‌ها از هر ۳۰ درخت از جهات مختلف برداشت و سپس با آب مقطر شسته شده و در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد در آون خشک شد و سپس آسیاب شدند. نمونه های برگ جمع شده از هر باغ (از ۳۰ درخت) به عنوان یک نمونه مرکب در نظر گرفته شد. تجزیه های آزمایشگاهی مربوط به اندازه‌گیری نیتروژن، فسفر و پتاسیم با استفاده از روش‌های استاندارد انجام شد. عناصر روی، منگنز، آهن و مس نیز با استفاده از روش هضم خشک تعیین شدند (امامی، ۱۳۷۵). عنصر بر به روش آزومتین- اچ با دستگاه اسپکتروفتومتری مورد سنجش قرار گرفت (امامی، ۱۳۷۵) در زمان برداشت میزان عملکرد میوه هر باغ بر اساس متوسط عملکرد کل هر درخت که از آن نمونه مرکب برگ تهیه شده بود برداشت و اندازه‌گیری گردید.

در روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی، کل غلظت عناصر غذایی در گیاه به عنوان یک متغیر(S_d) به علاوه یک بخش باقیمانده (R_d) در نظر گرفته می شود که در آن d نماینده تعداد عناصر غذایی در معادله و R_dبیانگر مقدار باقیمانده است(دریاشناس و ثقفی، ۱۳۹۰). که مجموع معادله برابر ۱۰۰ و بر حسب درصد بیان می گردد. سایر عناصر غذایی باقیمانده و اندازه گیری نشده است که از رابطه (۲) محاسبه می شود. (Aitchison, 1986).

$$S^d = [(N, P, K, \ldots, R_d): N > 0, P > 0, K > 0, \ldots R_d > 0 \quad N + P + K + \ldots + R_d = ۱۰۰] \qquad (۱)$$

$$Rd = ۱۰۰ - (N + P + K\ldots) \qquad (۲)$$

بعد از مرتب کردن عملکردها از زیاد به کم میانگین هندسی عناصر غذایی، نسبت لگاریتم طبیعی عناصر، واریانس مقادیر، نسبت واریانس و تابع تجمعی نسبت واریانس آنها محاسبه گردید (چاکرالحسینی و همکاران، ۱۳۹۵). سپس رابطه تابع تجمعی نسبت واریانس با عملکرد ترسیم گردید که با معادله درجه ۳ قابل نمایش است. با روش میانگین‌گیری از نقاط عطف منحنی‌ها که از مشتق اول و دوم معادله تعیین شده گروه‌های عملکردی مطلوب و نامطلوب از هم تفکیک شدند. بنابراین با استاندارد کردن غلظت هر عنصر غذایی با نرم‌های CND، شاخص عناصر غذایی CND محاسبه (معادله ۳) و سپس شاخص تعادل تغذیه‌ای CND (r^2) با استفاده از معادله ۴ تعیین گردید که در این معادله r^2 مجموع مربعات شاخص‌های عناصر غذایی است و همیشه می تواند اعداد صفر و بیشتر را به خود اختصاص دهد . از نظر تئوری هر اندازه r^2 به عدد صفر نزدیک تر شود عناصر غذایی در شرایط متعادل تری خواهند بود.

$$I_N = \frac{V_N - V^*_N}{SD^*_N} \quad (۳)$$

$$r^2 = I^2_N + I^2_P + I^2_K + \ldots + I^2_{Rd} \quad (۴)$$

نتایج و بحث

معادلات ریاضی مدل تشخیص چندگانه عناصر غذایی در محیط نرم افزار اکسل وارد گردید و با وارد کردن داده های عناصر غذایی ۱۳۳ باغ مورد مطالعه شاخص‌های عناصر غذایی نیز به روش گام به گام تعیین شد (Khiari et al., 2001abc و بصیرت و همکاران،۱۳۹۴).

برای تعیین عملکرد حد واسط و تمایزگروه‌های عملکردی کم و زیاد ارتباط بین عملکرد درختان و مقادیر تجمعی نسبت واریانس هر عنصر غذایی محاسبه و ترسیم گردید که بصورت ۱۲ معادله درجه ۳ برای ۱۰ عنصر و یک قسمت باقیمانده (R_d) برازش داده شد (جدول ۱). بر اساس بیشترین عملکرد، عملکرد میوه به مقدار ۵۸ تن در هکتار بعنوان عملکرد حد واسط برای تفکیک دو گروه عملکرد کم و زیاد در رقم تامسون شمال حاصل شد. در نتیجه از مجموع ۱۳۳ باغ مورد بررسی تعداد ۲۷ باغ معادل ۲۴ درصد در گروه عملکرد زیاد و۱۰۶باغ معادل۷۶ درصد در گروه عملکرد کم قرار گرفتند. با توجه به اینکه غلظت عناصر در جامعه با عملکرد زیاد بعنوان اعداد مرجع و حد بهینه عناصر غذایی قرار می‌گیرند (Parent and Khiari, 2003)، در نتیجه با در نظر گرفتن عملکرد حد واسط ۵۸ تن در هکتار برای رقم تامسون اعداد مرجع معرفی گردیدند (جدول ۱). براین اساس، غلظت های بهینه عناصر مذکور نیز در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۱- برآورد عملکرد حد واسط براساس روش توابع تجمعی واریانس نسبت لگاریتمی عناصر غذایی[$F_i^c(V_X)$] از ۱۳۳ باغ تامسون شمال

عناصرغذایی	R^2	$F_i^c(V_X)=aY^3+bY^2+cY+d$	عملکرد تعیین شده
نیتروژن	۰/۹۸۱	$y = 0.004x^3 - 0.623x + 25.56$	۵۱/۹۴
فسفر	۰/۹۸۲	$y = 0.000x^3 - 0.016x^2 - 2.364x + 126.6$	۱۸/۳۳
پتاسیم	۰/۹۸۲	$y = 0.027x^3 - 3.692x + 128.1$	۴۵/۲۴
کلسیم	۰/۹۸۳	$y = -0.000x^3 + 0.086x^2 - 5.510x + 133.5$	۵۷/۸۰
منیزیم	۰/۹۶۸	$y = -0.000096x^3 + 0.042435x^2 - 4.644447x + 152.957047$	۱۴۱/۳
منگنز	۰/۹۷۱	$y = 0.016x^3 - 2.936x + 129.4$	۵۸/۲۶
روی	۰/۹۸۰	$y = 0.014x^3 - 2.357x + 100.5$	۵۷/۷۳
آهن	۰/۹۷۷	$y = 0.020x^3 - 3.181x + 127.1$	۵۰/۹۸
مس	۰/۹۳۱	$y = -0.000x^3 + 0.067x^2 - 5.504x + 146.2$	۷۴/۵۵
بور	۰/۹۶۳	$y = 0.024x^3 - 3.488x + 129.8$	۴۷/۰۳
جزء باقیمانده	۰/۹۶۷	$y = 0.025x^3 - 3.922x + 150.0$	۵۱/۰۷

در این مطالعه با استفاده از غلظت مطلوب بدست آمده برای عناصر غذایی (جدول ۲)، سه عنصر پتاسیم، فسفر و منگنز به ترتیب دارای بیشترین کمبود در بین باغات مورد مطالعه بودند. در بین باغات با عملکرد پایین (کمتر از ۵۸ تن در هکتار) بیشترین کمبود مربوط به عنصر پتاسیم در برگ و پس از آن فسفر، منگنز و منیزیم می‌باشد. اسدی و همکاران (۲۰۱۶) میزان کفایت غلظت عناصر غذایی ماکرو و میکرو در پرتقال های رقم ناول را به ترتیب برای نیتروژن ۲/۷-۲/۵، فسفر ۰/۱۶-۰/۱۲ ، پتاسیم ۱/۷-۱/۲، کلسیم ۴/۹-۳، منیزیم ۰/۵-۰/۳ ، منگنز ۴۹-۲۵، روی ۴۹-۲۵، مس ۱۵-۵ و آهن ۱۲۰-۵۰ و بور را بین ۳۶ تا ۱۰۰ اعلام نمودند. در این مطالعه غلظت مطلوب پتاسیم برای پرتقال رقم تامسون ناول در شمال کشور برای عملکرد

بالای ۵۸ تن در هکتار ۱/۷۳ درصد بر حسب وزن خشک بدست آمد(جدول۲) در حالی که میانگین غلظت پتاسیم برای گروه عملکرد پایین تقریباً نصف این رقم بود (جدول۲). از مقایسه میانگین غلظت‌ها در گروه‌های عملکرد بالا و پایین مشاهده می‌شود پتاسیم بیشترین تفاوت را دارد.

جدول۲- اعداد مرجع برای عناصر غذایی مربوط به میانگین عملکردهای مطلوب باغات تامسون به روش تشخیص چندگانه

عناصر	میانگین عملکرد های مطلوب	میانگین عملکرد های پایین	اعداد مرجع تشخیص چندگانه	میانگین
نیتروژن	۲/۳۲	۲/۳۷	V^*_N	۲/۸۳
فسفر	۰/۱۷	۰/۱۲	V^*_P	۰/۲۹
پتاسیم	۱/۷۳	۰/۹۲	V^*_K	۲/۵۸
کلسیم	۳/۳۸	۴/۱۳	V^*_{Ca}	۳/۲۳
منیزیم	۰/۴۱	۰/۳۴	V^*_{Mg}	۱/۱۴
منگنز	۴۱/۱۰	۳۲	V^*_{Mn}	-۳/۵۲
روی	۳۸/۸۲	۳۸	V^*_{Zn}	-۳/۷۱
آهن	۱۹۹/۶۸	۲۳۱	V^*_{Fe}	-۱/۹۲
مس	۱۴/۶۷	۱۷	V^*_{Cu}	-۴/۵۵
بور	۸۱/۹۰	۱۲۰	V^*_B	-۳/۱۷
			V^*_{Rd}	۶/۵۶

یکی از معایب روش تشخیص چندگانه، عدم ارائه تفسیر یا عدد مرجع برای بیش‌بود عناصر است. چنانکه در شرایط بیش‌بود یک عنصر میانگین غلظت عنصر برای عملکردهای مطلوب را به عنوان عدد مرجع معرفی می‌نماید حال آن که بیش‌بود یک عنصر دارای اثرات متقابلی است که فقط در رابطه با عناصر رقیب قابل بررسی است. چنان‌که در این آزمایش عدد مرجع بور در پرتقال تامسون ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک بدست آمده است که عدد بالایی می‌باشد. اما مقایسه میانگین غلظت دو گروه عملکردبالا و پایین در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که اختلاف میانگین غلظت عناصر در دو گروه عملکرد بالا و پایین در رقم تامسون در پتاسیم، فسفر و بور می باشد (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین غلظت عناصر غذایی در دو گروه عملکرد بالا و پایین پرتقال تامسون

میانگین عملکرد		نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	کلر	آهن	منگنز	روی	مس	بور
تن در هکتار		درصد					میلی گرم درکیلوگرم ماده خشک					
پرتقال	بالا= ۱۴۳	۲/۳۲	۰/۱۷	۱/۷۴	۳/۳۸	۰/۴۱	-	۱۹۹	۴۰	۴۵	۱۴	۸۰
تامسون	پایین=۴۳	۲/۳۷	۰/۱۲	۰/۹۲	۴/۱۳	۰/۳۴	-	۲۳۱	۳۲	۳۸	۱۷	۱۲۰

اختلاف زیاد بین میانگین غلظت پتاسیم، بور، فسفر و تا حدودی منگنز در باغات با عملکرد بالاو پایین در شمال نشان دهنده تاثیر گذاری زیاد مقدار این عنصر در عملکرد باغات تامسون می باشد. بررسی نتایج تجزیه خاک در منطقه شمال در باغات پرتقال تامسون نشان داد که تثبیت پتاسیم و فسفر به دلیل بافت سنگین رسی در این منطقه بالا می باشد و به ترتیب کمبود پتاسیم و فسفر علت عمده کاهش عملکرد ۵۰ درصدی در این باغات می باشد. این در حالی است که میزان پتاسیم میانگین اندازه‌گیری شده در خاک باغات حدود ۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک می باشد و فراوانی کمبود آن در حدود ۲۷ درصد می باشد (جدول ۴). علاوه بر بافت سنگین خاک منطقه مورد مطالعه، ظرفیت بافری رس‌ها نیز سبب می شود که امکان تثبیت پتاسیم و فسفر و عدم جذب و انتقال آن به گیاه وجود داشته باشد. بعلاوه این شرایط امکان توسعه ریشه‌ها و سطح جذب فعال

را در بهار به شدت کاهش می‌دهد در این صورت علی‌رغم وجود مقادیر زیاد عناصر غذایی درخاک امکان جذب، انتقال و انباشت آن در برگ‌ها به شدت کاهش می‌یابد به طوری‌که با وجود مقادیر فراوان آن در خاک غلظت آن در گیاه در شرایط کمبود قرار می‌گیرد (جدول ۴). شرایط غرقابی و ماندابی در این منطقه به دلیل بارندگی‌های فراوان حالت احیایی به وجود آورده که موجب افزایش غلظت آهن در محیط ریشه می‌گردد و بعضاً مسمومیت آهن به شکل کمبود منگنز و روی خود را نشان می‌دهد که در علایم کمبود در منطقه قابل مشاهده است.

جدول۴- نتایج تجزیه خاک‌های مناطق تحت کشت پرتقال در منطقه شمال ایران (۳۰-۰ سانتی‌متر)

فاکتور اندازه گیری		حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف از معیار	درصد فراوانی			
						خیلی کمبود	کمبود	متوسط	زیاد
کربن آلی (٪)		۰/۲۴	۷/۷	۱/۴	۱/۱	۲	۳۰	۵۱	۱۸
فسفر	(mg/kg)	۱	۹۲/۳	۲۸	۲۳	۱۶	۸	۸	۶۷
پتاسیم		۲۳/۴	۸۷۷	۳۰۰	۱۶۴	۲	۲۵	۱۳	۶۱
آهن		۱/۳	۵۱	۱۸	۹/۱	۲	۰	۸	۹۰
روی		۰/۴۳	۱۳/۴	۱/۲	۲/۲	۰	۳	۲۳	۷۴
منگنز		۵/۳	۲۳/۷	۱۲/۷	۳/۴	۰	۰	۲	۹۸
مس		۱/۶	۶/۴	۳/۳	۱	۰	۰	۲	۹۸
آهک(٪)		۳	۳۵/۳	۱۶/۵	۸/۹	۱۳	۱۶	۴۹	۲۱
شوری(dS/m)		۰/۵	۲/۴	۰/۸	۰/۳	–	۹۸	۱/۶	۰

نتیجه‌گیری

ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای روشی برای مدیریت صحیح حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه در یک منطقه می‌باشد. استفاده از روش‌های چند متغیره آماری کمک می‌کند که تحلیل درستی از عناصر موثرتر در عملکرد در سطح کلان ارائه داد علاوه بر این سایر عناصر که به طور غیر مستقیم بر عملکرد تأثیر دارند قابل بررسی می‌باشند. در پرتقال شمال اختلاف زیادی بر روی اعداد مرجع وجود دارد. همچنین نتایج نشان داد که شرایط خاک تأثیر زیادی بر روی اعداد مرجع عناصر غذایی دارد. در این منطقه، کمبود یک یا دو عنصر مانند پتاسیم و فسفر توانسته باغات را به دو گروه با عملکرد بالا و پایین تقسیم نماید که شاید اطلاع از این محدودیت‌ها بتواند راه حل ساده‌تری برای ارتقاء وضعیت باغات با عملکرد پایین ارائه نماید. چنان که رفع کمبود پتاسیم و فسفر در پرتقال تامسون شمال با استفاده از روش‌های افزایش کارایی مصرف کودها یا مدیریت‌های مناسب زراعی یا به‌نژادی راه حل پایدارتری برای افزایش تولید در این مناطق باشد تا افزایش مصرف کود توسط کشاورزان برای جبران کمبود. بررسی نتایج خاک باغات شمال نشان داد که غلظت عناصر خاک ارتباطی مستقیمی با غلظت آنها در گیاه ندارد (ملکوتی و همکاران ، ۱۳۸۷). شرایط نامطلوب خاک عمده علت جذب عناصر می باشد. یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که توجه به عوامل غیر مستقیم وبا استفاده اعداد مرجع مناسب منطقه‌ای بدست آمده می توان وضعیت تغذیه ای درختان را با مقایسه اعداد مرجع محلی شناسایی نمود. با اعداد مرجع عمومی روش مناسب‌تری برای اجتناب از مصرف بی‌نتیجه کود در اراضی شمال کشور و حفظ پایداری تولید می‌باشد.

منابع

اسدی کنگرشاهی، ع. بصیرت، م. اخلاقی، ن. حقیقت نیا، ح. شیخ اشکوری، ع. صباح ، آ. شهابیان، م. صالح، ج و ا. قاسمی. ۱۳۹۵. دستورالعمل کودی در باغات بارده مرکبات. نشریه ترویجی ۴۹۹۸۰. موسسه تحقیقات خاک وآب. دفتر- دانش شبکه ملی تلویزیونی کشاورزی و مدیریت دانش کشاورزی. کرج ، ایران.

امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه فنی شماره ۹۸۲، تهران، ایران.

بصیرت، م.، دریاشناس، ع. و اخیانی، ا. ۱۳۹۴. تعیین اعداد مرجع عناصر غذایی در برگ برای انگور رقم شاهرودی. نشریه علمی پژوهش های خاک. جلد ۱. شماره ۱. موسسه تحقیقات خاک وآب. کرج. ایران.

چاکر الحسینی، م. ر.، خراسانی، ر.، ا. فتوت و م. بصیرت. ۱۳۹۵. تعیین اعداد مرجع و محدودیت عناصر غذایی برای پرتقال با استفاده از روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار.جلد ۶. شماره ۲. دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی گرگان. گرگان. ایران.

دریاشناس، ع. و ثقفی، ک. ۱۳۹۰. تشخیص چندگانه عناصر غذایی (CND) برای چغندرقند. نشریه علمی پژوهش های خاک، موسسه تحقیقات خاک وآب، کرج. ایران.

ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۷. روش جامع تشخیص و ضرورت مصرف بهینه کودها برای کشاورزی پایدار .انتشارات دانشگاه تربیت مدرس ، تهران، ایران.

Aitchison J. 1986. Statistical analysis of compositional data. Chapman and Hall, New York.

Khiari L., Parent L.E. and Tremblay N. 2001b. The Phosphorus compositional nutrient diagnosis Range For Potato. Agron. J. 93:815–819.

Khiari L., Parent, L.E. and Tremblay, N. 2001c. Selecting the high-yield subpopulation for diagnosing nutrient imbalance in crops. Agron. J. 93:802–808.

Khiari L., Parent L.E. and Tremblay N. 2001a. Critical compositional nutrient indexes for sweet corn at early growth stage. Agron. J. 93:809–814.

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.

Tisdale S.L., Nelson W.L. and Beaton J.D. 1993. Soil fertility and fertilizer. Macmillan USA. 648 page.

Using of Compositional Nutrient Diagnosis (CND[1]) method to determinate the nutritional status of *Thomson* orange orchards from east of Mazandaran

M. Basirat[1*], O. Ghasemi[2], M. Shahabiyan[2] and S. M. Mousavi[3]
[1]Scientific member of Soil and Water Research Institute of Iran; Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, [2]Scientific member of Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, and [3]PhD candidate of Soil Science, University of Tehran, Tehran, Iran
E-mail:Majid_Basirat@yahoo.com

Abstract
Compositional Nutrient Diagnosis (CND) method is one of the beneficial and well-known methods to evaluate of crops nutritional status. In order to determinate the nutritional status of orange, *Thomson navel* cultivar in north of Iran (east of Mazandaran province) through CND method, 133 orange orchards were selected and concentration of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu and B in plant samples were determinate in a proper time. The average yield of the orchards which had optimum yield was determined 58 ton ha^{-1} in the harvest by measuring the average yield for each orchard and by using the CND method and then all orchards divided into high yielding (27 orchards) and low yielding (106 orchards) groups. Then the nutrients concentration (reference norms) was calculated for the optimum-yield in the region. Also, the obtained results showed that by comparing with the obtained reference norms in the orchards which have optimum yield, more than 50 percent of the cases showed deficiency of K and P and deficiency of Mn, Zn, Cu much observed in the orchards.

Keywords: *Tamson* orange, compositional nutrient diagnosis, reference norms, nutrients.