ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای هندوانه (*Citrullus Vulgaris*) با روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی و مقایسه آن با روش انحراف از درصد بهینه

سید جواد قریشی، ابراهیم سپهر* و ماهرخ شریفمند

کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز:seyyedjavad_ghoreyshi@yahoo.com

استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه:e.sepehr@urmia.ac.ir

دانش آموخته دکتری گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، ارومیه:m.sharifmand@urmia.ac.ir

چکیده

رسیدن به حد مطلوب عملکرد با برقراری تعادل بین عناصر غذایی امکان‌پذیر است. برای تشخیص اختلالات تغذیه‌ای و در پی آن مصرف بهینه کودهای شیمیایی، از شاخص‌های تغذیه‌ای استفاده می‌شود. از این رو برای بهینه کردن مصرف کود در مزارع هندوانه‌کاری در شمال استان آذربایجان غربی از روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی (CND) استفاده و نتایج آن با روش انحراف از درصد بهینه (DOP) مقایسه گردید. به این منظور از ۱۵۰ مزرعه هندوانه در شهرستان پلدشت نمونه‌های خاک و برگ تهیه و غلظت عناصر غذایی شامل نیتروژن (N)، فسفر (P)، پتاسیم (K)، کلسیم (Ca)، منیزیم (Mg)، آهن (Fe)، منگنز (Mn)، روی (Zn)، مس (Cu) و بور (B) با روش‌های استاندارد آزمایشگاهی تعیین شدند. سپس مزارع به دو گروه عملکردی زیاد و کم دسته بندی و شاخص‌های عناصر غذایی با روش‌های DOP و CND محاسبه گردید. براساس روش CND نرم‌های استاندارد برای عناصر غذایی B, Cu, Zn, Mn, Fe, Mg, Ca, K, P, N و بخش باقیمانده (R_d) به ترتیب ۳/۰۴±۰/۱۸، ۰/۵۹±۰/۲۵، ۲/۸۷±۰/۲۲، ۲/۷۲±۰/۲۴، ۱/۳۱±۰/۳۱، -۲/۵۰±۰/۳۷، -۲/۷۵±۰/۳۸، -۳/۴۲±۰/۲۷، -۴/۵۰±۰/۲۸، -۴/۰۱±۰/۴۶ و ۶/۶۵±۰/۱۵ به دست آمد. مقایسه نتایج روش‌های DOP و CND نشان داد که در هر دو روش در بین عناصر پرمصرف نیتروژن و پتاسیم و در بین عناصر کم مصرف روی و آهن منفی‌ترین شاخص و بیشترین کمبود را داشتند و نتایج این دو روش مشابه به‌دست آمد. در نهایت براساس شاخص‌های عناصر غذایی می‌توان گفت مزارع با عملکرد پایین از نظر تغذیه‌ای در وضعیت نامتعادلی قرار داشتند.

واژه‌های کلیدی: تعادل تغذیه‌ای، هندوانه، CND، DOP

نسخه پیش از انتشار

*-آدرس ایمیل نویسنده مسئول: e.sepehr@urmia.ac.ir

مقدمه

هندوانه یکی از محصولات غالب در دشت شیبلوی پلدشت می‌باشد. سطح زیر کشت این محصول در منطقه حدود ۱۰۰۰ هکتار بوده و بطور میانگین میزان برداشت محصول در منطقه هندوانه کاری ۳۰ تن در هکتار می‌باشد که در مقایسه با بعضی از استان‌هایی مثل کرمانشاه (۴۰ تن در هکتار) پایین بوده (مجله زراعت وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۴) که از جمله آنها می‌توان به عواملی همچون آهکی بودن و pH بالای خاک‌ها، کمبود و یا بیشبود برخی از عناصرغذایی و به‌عبارت دیگر تغذیه نامتعادل اشاره کرد (حسینی، ۲۰۱۷). یکی از روش-های ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاه، به ویژه گیاهان زراعی یک ساله، تجزیه گیاه است (داو و رابرتس، ۱۹۸۲). گیاهان عمده عناصر غذایی مورد نیاز خود را از خاک جذب می‌کنند و بر همین اساس می-توان بین مواد غذایی جذب شده توسط گیاه و مقدار قابل استفاده آنها در خاک ارتباطی منطقی پیدا کرد (فاگریا، ۱۹۹۸). گاهی از تجزیه گیاه برای تشخیص مشکلات تغذیه‌ای و در پی آن، برطرف کردن کمبود عناصر غذایی در طول فصل رشد گیاهان زراعی استفاده می‌شود (داو و رابرتس، ۱۹۸۲). مقادیرحاصل از تجزیه اندام‌های مختلف گیاه به تنهایی نمی‌تواند مفهوم خاصی را داشته باشد، زیرا که مقادیر به دست آمده، باید ابتدا با پاسخ‌های گیاهی واسنجی شوند. به عبارت دیگر باید مشخص شود که اعداد و ارقام به دست آمده چه مفهومی دارند؟ و آیا گیاه از لحاظ عنصر غذایی مورد نظر دچارکمبود است یا خیر؟ (سامنر، ۱۹۸۱،۱۹۷۹; اسمیت، ۱۹۸۶). روش‌های مختلف تفسیر نتایج تجزیه گیاه نظیرغلظت بحرانی (CVA[1])، دامنه کفایت (SRA[2])، سیستم تلفیقی تشخیص‌وتوصیه (DRIS[3])، انحراف از حد بهینه (DOP[4]) و تشخیص چندگانه عناصر غذایی (CND[5]) برای ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاهان استفاده می‌شوند (پرنت ودافیر، ۱۹۹۲). هر کدام از این روش‌ها دارای معایب و مزیت‌هایی هستند. در سامانه تشخیص چندگانه وضعیت هر عنصر غذایی نسبت به میانگین هندسی کلیه عناصر محاسبه می‌شوند و اثرات متقابل یک عنصر نسبت به کلیه عناصر سنجیده می‌شود (خیاری و همکاران، ۲۰۰۱). در هر یک 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 مجموعه بیشتری از عوامل مؤثر تأثیرگذار برهم تفسیر کرد. در روش تشخیص چندگانه به داده کمتری نسبت به روش‌های دیگر نیاز است پس تعداد نمونه‌برداری در منطقه مورد مطالعه تا حد امکان کاهش می‌یابد (دریاشناس و ثقفی، ۱۳۹۰). مزیت روش تشخیص چندگانه در این است که اولاً عوامل محدود کننده را بر حسب عملکرد واقعی گروه‌بندی می‌کند نه بر اساس عملکرد قابل پیش‌بینی یا پتانسیل بنابراین سهم عنصر محدود کننده به تفکیک در عملکرد مشخص می‌گردد و ثانیاً تفکیک گروه‌های عملکردی مطلوب با دقت زیاد تعیین می‌شوند. در این روش یک ضریب تبیین بین غلظت عنصر و عملکرد بدست می‌آید که بیانگر برتری این روش تشخیصی نسبت به روش‌های دیگر است (دریاشناس و ثقفی، ۱۳۹۰). از ویژگی‌های دیگر این روش این است که قابلیت تعیین اعداد مرجع برای عملکردهای مطلوب دارد و می‌توان این اعداد را به عنوان مرجعی برای پتانسیل مطلوب منطقه مورد مطالعه در نظر گرفت. به همین منظور بررسی وضعیت تغذیه‌ای هندوانه در منطقه پلدشت به عمل آمد. به دلیل عدم در اختیار داشتن اعداد مرجع ضروری است اعداد مرجع بر اساس شرایط منطقه، رقم و مدیریت زراعی بدست آید تا تشخیص آسان‌تر و به موقع صورت گیرد. در روش DOP، از شاخصی استفاده می‌گردد که نشان‌دهنده وضعیت

[1] Critical Value Approach
[2] sufficient range approach
[3] Diagnostic Recommendation Integrated System

[4] Deviation from Optimum Percentage
[5] Compositional Nutritional Diagnostic

نسخه پیش انتشار

تغذیه‌ای محصول و کمبود و یا زیادی عناصر غذایی در گیاه است و بر اساس این شاخص نیاز به عناصر غذایی برای گیاه اولویت‌بندی می‌شود. عنصر غذایی با شاخص DOP کمتر نشان‌دهنده نیاز بیشتر نسبت به سایر عناصر غذایی خواهد بود. شاخص کل تعادل تغذیه‌ای از مجموع مقادیر مطلق شاخص انحراف از درصد بهینه بدست می-آید. مقادیر بالای شاخص کل نیز بیانگر عدم تعادل تغذیه‌ای بیشتر در گیاه خواهد بود (فیضی زاده وصمدی، ۱۳۹۵). استفاده از تکنیک CND توسط پارنت و همکاران (۱۹۹۴) برای تفسیر نتایج تجزیه گیاه و عملکرد سیب زمینی نیز استفاده گردید و ایشان همبستگی بسیار خوبی بین دو روش DRIS و CND بدست آوردند (r= -0.95 0.98) و اظهار داشتند تفسیر و توصیه کودی با روش غلظت بحرانی در ۶۶/۷ درصد و با روش CND ۸۷/۵ درصد موارد صحیح ارزیابی شد. جانشامورتی و همکاران (۲۰۱۹) نیز ازاین روش برای کوددهی عناصر پرمصرف و تعیین نرم‌های ۱۰ عنصر غذایی استفاده نمودند. بصیرت و همکاران (۱۳۹۶) وضعیت تغذیه باغات پرتقال فارس را با CND تجزیه آماری چند متغیره مورد بررسی قراردادند نتایج نشان داد که بیش از ۵۰ درصد باغات مورد ارزیابی مقادیر نیتروژن، کلسیم و منگنز کمتر از عدد مرجع داشتند. در تحقیقی که توسط طاهری و همکاران (۱۳۹۵) در خدابنده انجام شد مشخص گردید کمبود پتاسیم و مس و بیش‌بود بر و پتاسیم در تمام باغات وجود داشت. بلانکو و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای روی وضعیت تغذیه‌ای انجیر هندی انجام گرفت نرم‌های استانداردعناصر غذایی را بدست آوردند و همچنین دامنه مطلوب، حد کفایت و حد کمبود را برای این میوه تعیین کردند. همچنین نرم‌های CND برای محصولات دیگر نظیر پیاز توسط پرنت و خیاری (۲۰۰۳) و لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata L.*) توسط جوزه و همکاران (۲۰۰۵) و نوعی کاکتوس دارویی (Nopul -Opuntia ficus-india) توسط رافائل و همکاران (۲۰۰۵)، چغندرقند توسط دریاشناس و ثقفی (۱۳۹۰)، کدو توسط شریف‌مند و همکاران (۱۳۹۶)، پرتقال توسط چاکرالحسینی و خراسانی (۱۳۹۵)، انگور شاهرودی توسط بصیرت و همکاران (۱۳۹۵)، سیب توسط هوانگ و همکاران (۲۰۱۲) و گندم گیلگوی و همکاران (۲۰۱۹) تعیین شده است. با توجه به اینکه هندوانه یکی از محصولات مهم در منطقه پلدشت می‌باشد و تحقیقات زیادی در تغذیه آن انجام نشده است لذا این پژوهش با هدف بررسی وضعیت تغذیه‌ای مزارع هندوانه با استفاده از روش CND و مقایسه آن با روش DOP و تعیین نرم‌های استاندارد برای این محصول انجام گردید.

مواد و روش‌ها

برای اجرای این تحقیق تعداد ۱۵۰ مزرعه هندوانه کاری با عملکردهای متفاوت در منطقه شیبلوی پلدشت به مختصات جغرافیایی 39.1747° N, 45.2119° E انتخاب و از هر مزرعه یک نمونه مرکب شامل ۱۰ عدد برگ جمع آوری شد. نمونه‌ها با آب مقطر شسته، در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد در آون خشک و سپس آسیاب شدند. تجزیه‌های آزمایشگاهی شامل نیتروژن کل (N) به روش میکروکجلدال، فسفر (P) و پتاسیم (K) به روش خشک سوزانی عصاره گیری و به ترتیب با روش کالریمتری توسط اسپکتروفتومتر و دستگاه فلیم‌فتومتر مدل جنوای اندازه‌گیری شدند. عناصر کلسیم (Ca)، منیزیم (Mg)، آهن (Fe)، منگنز (Mn)، روی (Zn) و مس (Cu) پس از تهیه خاکستر از نمونه در کوره با استفاده از اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال هضم و عصاره توسط دستگاه جذب اتمی قرائت می‌شود (امامی، ۱۳۷۵). عنصر بر (B) به روش آزومتین-اچ با دستگاه اسپکتروفتومتری مورد سنجش قرار گرفت (امامی، ۱۳۷۵). همچنین از هر مزرعه نمونه مرکب خاک تهیه و ویژگی‌هایی نظیر اسیدیته، بافت، هدایت الکتریکی، کربن آلی، غلظت P، K، Fe، Zn، Cu و Mn مطابق با روش-های موسسه تحقیقات خاک و آب اندازه‌گیری شد (امامی، ۱۳۷۵). در پایان فصل برداشت هندوانه، با بازدید

نسخه پیش انتشار

از هر مزرعه میزان محصول (عملکرد) یادداشت گردید. نتایج تجزیهٔ عنصرهای غذایی نمونه‌های برگ تهیه شده و عملکرد مزارع به عنوان داده‌های پایه در بانک اطلاعاتی ایجاد شده در محیط نرم افزاری SPSS برای بهره‌برداری بعدی دسته‌بندی و همچنین برنامه‌نویسی شاخص‌های CND با برنامهٔ Excel صورت گرفت.

محاسبات روش تشخیص چندگانه عناصر

در روش CND غلظت کل عناصر غذایی در گیاه به‌عنوان یک متغیر (S_d) به علاوه یک بخش باقیمانده (R_d) در نظر گرفته می‌شود که در آن d نماینده تعداد عناصر غذایی داخل شده در معادله و R_d بیانگر مقدار باقیمانده می‌باشد؛ که معمولاً مقدار کلی آن ۱۰۰ و برحسب درصد بیان می‌گردد. سایر عناصر غذایی باقیمانده که اندازه‌گیری نشده از رابطه ۲ محاسبه گردید (آیتچیسون، ۱۹۸۶; دریاشناس و ثقفی، ۱۳۹۰).

(۱)

$$S_d = \{(N, P, K\ldots R_d): N>0, P>0, K>0\ldots R_d>0 \quad N+P+K+ \ldots. Rd=100\}$$

(۲)

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

میانگین هندسی عناصر غذایی با رابطه (۳) و نسبت لگاریتم طبیعی عناصر از طریق روابط (۴) و (۵) محاسبه شد:

$$G= [N, P, K\ldots Rd]^{1/d+1} \quad (۳)$$

$$Z_i=\log [X_i / g(x)] \quad (۴)$$

(۵)

$$V_{N=} \text{Ln } (N/G),\ V_P= \text{Ln } (P/G),\ V_K=\text{Ln } (K/G) \ldots V_{Rd}= \text{Ln } (R_d/G) \qquad V_N+ V_P+ V_K+\ldots. +V_{Rd}=0$$

در نتیجه V_Xبیانگر نسبت لگاریتمی عناصر برای x عنصر است. رابطه ۵ درستی محاسبات را تأیید می‌کند. بر اساس این تعریف، مجموع ترکیبات گیاهی بر مبنای عدد ۱۰۰ است و مجموع نسبت لگاریتمی عناصر با احتساب مقدار باقیمانده ترکیبات Rd برابر صفر خواهد بود. VX برای عناصری مانند N، P، K .... Rd فرم بیانی از وضعیت و نسبت عناصر غذائی در گیاه است که مقادیر آن در جامعه با عملکرد زیاد بیانگر غلظت مطلوب است و به‌عنوان ارقام مرجع یا نرم‌های استاندارد CND محسوب می‌شوند که معمولا با V*Rd , V*K, V*P, V*N نشان داده می‌شوند. در نتیجه اگر غلظت هر عنصر غذایی گیاه مورد مطالعه را با غلظت ایده‌آل یا همان نرم-های CND بدست خواهد آمد و برای R_d, K, P, N به شرح ذیل محاسبه شد:

(۶)

$$I_N= V_N - V^*_N / SD^*_N \qquad I_P= V_P - V^*_P / SD^*_P \qquad I_K= V_K - V^*_K / SD^*_K \qquad I_{Rd}= V_{Rd} - V^*_{Rd} / SD^*_{Rd}$$

در این روابط V^*_{Rd} , V^*_K, V^*_P, V^*_N و , SD^*_{Rd} SD^*_K, SD^*_P, SD^*_N به ترتیب میانگین و انحراف معیار نسبت لگاریتمی عناصر غذایی هستند که به عنوان نرم استاندارد CND محسوب می‌شوند , V_K, V_P, V_{Rd} V_N نسبت لگاریتمی مربوط به نمونه مطالعاتی و I_{Rd}, I_K, I_P, I_N به ترتیب شاخص عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، عناصر باقیمانده هستند. در روش CND غلظت یک عنصر نسبت به میانگین هندسی کلیه عناصر و ترکیبات باقیمانده بیان می‌شود (پرنت و همکاران، ۱۹۹۴). شاخص تعادل عناصر غذایی به روش CND با استفاده از رابطه ۷ محاسبه شد که در آن r^2 مجموع مربعات شاخص‌های عناصر غذایی است و همیشه می‌تواند اعداد صفر و مثبت را به خود اختصاص دهد. از نظر تئوری هر اندازه r^2 به عدد صفر نزدیک‌تر شود تعادل عناصر غذایی مطلوب‌تر خواهد شد (رز، ۱۹۸۷).

(۷)

$$r^2= I_N+ I_P+ I_K+ I_{Rd}$$

برای تمایز جامعه عملکردی به دو گروه کم و زیاد می‌توان براساس ترسیم تابع تجمعی بین عملکرد و نسبت واریانس شاخص‌های عناصر غذایی عمل نمود. ابتدا تابع عملکرد–عنصر غذایی را ترسیم نموده و برای تعیین نقاط عطف منحنی (Inflection point) می‌توان گروه‌های عملکردی را بادقت ریاضی تفکیک نمود. مراحل به طریق زیر تعیین می‌شود:

۱– عملکردها از زیاد به کم مرتب شدند.

نسخه پیش انتشار

۲- نسبت لگاریتمی عناصر غذایی (V_x) محاسبه گردید.

۳- واریانس مقادیر V_x برای همه عملکردها محاسبه و نسبت واریانس آنها محاسبه شدند:

(۸)

$$F_i(V_x) = \frac{\text{مشاهده } n_1 \text{ برای } V_x \text{ واریانس}}{\text{مشاهده } n_2 \text{ برای } V_x \text{ واریانس}}$$

$$F_i^c = \frac{\sum_{i=1}^{n_1-1} f_i\ (V_x)}{\sum_{i=1}^{n-3} f_i\ (V_x)} \times ۱۰۰$$

(۹)

۴- تابع تجمعی $F_i^C\ (V_x)$ مرتبط با عملکرد (Y) با الگوی درجه سه قابل نمایش است:

$$F_i^C\ (V_x) = ay^3 + by^2 + Cy + d \qquad (۱۰)$$

۵- نقاط عطف منحنی که شکل کاوی دارد از طریق مشتق اول و دوم بدست می‌آید؛

$$\frac{\partial F_i^c\ (V_x)}{\partial Y} = 3ay^2 + 2by + c \qquad (۱۱)$$

$$\frac{\partial^2 F_i^c\ (V_x)}{dY^2} = 6ay + 2b = 0 \qquad (۱۲)$$

در معادله درجه سه $-b/3a$ بیانگر عملکرد حد واسط بین گروه عملکرد کم و زیاد است که برای $d+1$ عنصر غذایی قابل محاسبه است. در این روش با استفاده از نرم‌های CND و روابط ۶ و ۷ مقادیر $I_K, I_P, I_N I_{Rd}$ و سپس r^2 برای ۱۵۰ مزرعه هندوانه محاسبه گردید و با استفاده از دو متغیر عملکرد و r^2 دیاگرام ارتباط بین آنها ترسیم شد.

محاسبات روش انحراف از درصد بهینه

نمونه‌برداری از برگ‌های سالم و کامل هندوانه در زمان گلدهی انجام و پس از برداشت محصول عملکرد مزارع تعیین گردید. در این روش دو جامعه با عملکرد بالا و پایین به روش شارما و همکاران (۲۰۰۵) تفکیک شدند: (۱۳)

(میانگین عملکرد – SD) ≥ مزارع با عملکرد پایین

(میانگین عملکرد – SD) ≥ مزارع با عملکرد متوسط

(میانگین عملکرد + SD) ≥ مزارع با عملکرد بالا

در این رابطه، SD انحراف معیار عملکرد مزارع می‌باشد.

پس از تفکیک دو گروه عملکردی، شاخص‌های عناصر غذایی در مزارع با عملکرد پایین به روش DOP با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (مونتاس و همکاران، ۱۹۹۳):

$$DOP = [C \times 100 / C_{ref}] - 100 \qquad (14)$$

که C غلظت عنصر غذایی در نمونه مورد ارزیابی و C_{ref} غظت بهینه عنصر غذایی می‌باشد.

برای تشخیص میزان انحراف از حالت بهینه، جمع قدر مطلق شاخص‌های DOP برای مزارع با عملکرد کم محاسبه شد، که شاخص تعادل تغذیه‌ای (ΣDOP) می‌باشد.

در تفسیر نتایج حاصل از این روش دو قانون ساده وجود دارد:

۱- مقدار قدر مطلق شاخص DOP اهمیت و شدت خروج از حالت تعادل را نشان می‌دهد زیرا عدد صفر بیانگر حالت تعادل و مقادیر بالای قدر مطلق شاخص DOP نشان‌دهنده انحراف زیاد از حالت تعادل است.

۲- برای هر عنصر مقدار منفی شاخص DOP نشان‌دهنده حالت کمبود و مقدار مثبت نشانگر حالت زیادی عنصر است بنابراین در روش DOP اعداد منفی‌تر بیانگر بیشتر عنصر غذایی مربوطه و اعدادمثبت‌تر بیانگر مقادیر بیشترین عناصر و اعداد صفر بیانگر وضعیت متعادل عناصر غذایی مربوطه نسبت به غلظت‌های مرجع می‌باشند که براساس این اعداد اولویت یا ترتیب نیاز این عناصر غذایی بدست می‌آید.

نتایج و بحث

با توجه به آستانه تحمل هندوانه به شوری که حدود ۲/۵ می‌باشد (مس، ۱۹۸۷)، تقریبا هیچ مزرعه‌ای دارای محدودیت نبود. ۸۰ درصد مزارع دارای کربن آلی کمتر از یک درصد بودند، بنابراین با توجه به تاثیر مواد آلی بر بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی

نسخه پیش انتشار

خاک استفاده از کودهای دامی و ارگانیک در منطقه توصیه می‌شود. غلظت بهینه فسفر در خاک‌های منطقه حدود ۱۲-۱۵ برآورده شده است (نورقلی پور و همکاران، ۱۳۹۳) که بر این اساس ۶۵ درصد خاک‌های منطقه بیشتر از این مقدار فسفر را دارا بودند. حد بحرانی پتاسیم در خاک ۲۵۰-۳۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۵) که حدود ۷۰ درصد مزارع پتاسیم شان کمتر از حد بحرانی گزارش شد.

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک‌های دشت شیبلوی پلدشت

فاکتور اندازه گیری	شن	رس	سیلت	مس	روی	منگنز	آهن	فسفر	پتاسیم	کربن آلی (%)	pH عصاره اشباع	هدایت الکتریکی عصاره اشباع ($ds.m^{-1}$)
	(%)			($mg.kg^{-1}$)								
میانگین	۴۱/۸	۹/۵	۴۸/۷	۱/۵۳	۱/۲	۵/۱۵	۹/۶	۱۷/۹	۱۹۲/۵	۰/۸	۷/۸	۱/۴۹
	±۶/۲	±۲/۳	±۶/۶	±۰/۶۱	±۰/۵	±۲/۵۲	±۲/۰۷	±۴/۷	±۹۶/۴	±۰/۲	±۰/۱۸	±۰/۷۸
میانه	۴۱/۳	۸/۷	۴۷/۱	۱/۶۵	۱/۳	۴/۹	۹/۶	۱۷/۹	۱۷۴/۵	۰/۷	۷/۸	۱/۵
نما	۴۷	۱۰	۴۳	۱	۱/۲	۳	۹	۲۰	۱۸۳	۰/۸	۷/۸	۱/۵
حداقل	۳۱/۲	۶/۳	۳۱/۸	۰/۶	۰/۴	۱/۸	۶/۲	۱۰/۲	۷۹	۰/۵	۷/۵	۰/۵۵
حداکثر	۵۱	۱۳/۱	۶۰	۲/۶	۱/۹	۹/۹	۱۲/۳	۲۵/۲	۳۴۱	۱/۱	۸/۱	۲/۸

تفسیر نتایج با روش تشخیص چندگانه عناصر (CND)

برای تعیین عملکرد حد واسط و تمایز گروه عملکردی کم و زیاد، ارتباط بین عملکرد و مقادیر تجمعی نسبت واریانس هر عنصر غذایی محاسبه و بصورت ۱۱ معادله درجه سه برای ۱۰ عنصر غذایی و یک بخش باقیمانده برازش داده شد که در جدول ۲ مشخصات نمودارها ارائه شد. مدل درجه سه برای کلیه عناصر در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار و مقادیر R^2 آنها در محدوده ۰/۹۸ – ۰/۹۹ محاسبه شدند. عملکرد حد واسط برای تفکیک دو گروه از مزارع با عملکرد کم و زیاد ۳۶ تن درهکتار تعیین شد. بنابراین از ۱۵۰ مزرعه تعداد ۴۶ مزرعه معادل ۳۰ درصد در گروه عملکردی بالا و تعداد ۱۰۴ مزرعه معادل ۷۰ درصد در گروه عملکردی پایین قرار گرفتند. میانگین عملکرد در مزارع با عملکرد بالا و پایین به ترتیب ۳۷/۹ و ۲۸/۵ تن در هکتار به دست آمد.

جدول ۲ - برآورد عملکرد حد واسط براساس روش تابع تجمعی واریانس نسبت لگاریتمی عناصر غذایی

عناصر غذایی	R^2	$F_i^c\ (V_X)=aY_3+bY_2+cY+d$	عملکرد تعیین شده $-b/3a\ (kg.ha^{-1})$
N	0.989	$Y= -0.0021x^3 + 0.4154x^2 - 24.246x + 443.64$	65.9
P	0.993	$Y= -0.0037x^3 + 0.4504x^2 - 21.606x + 391.89$	40.6
K	0.992	$Y= -0.0035x^3 + 0.4625x^2 - 22.922x + 412.46$	44.0
Ca	0.990	$Y= -0.0049x^3 + 0.6617x^2 - 30.978x + 500.33$	45.0
Mg	0.991	$Y= 0.0028x^3 - 0.2402x^2 + 1.6581x + 150.47$	28.6
Fe	0.990	$Y= 0.0106x^3 - 0.9225x^2 + 20.356x - 10.30$	29.0
Mn	0.986	$Y= -0.0186x^3 + 1.8178x^2 - 61.266x + 751.66$	32.6
Zn	0.986	$Y= -0.0012x^3 + 0.0865x^2 - 14.288x + 364.31$	24.0
Cu	0.989	$Y= 0.0049x^3 - 0.3133x^2 + 0.0441x + 190.11$	21.3
B	0.989	$Y= -0.0026x^3 + 0.273x^2 - 10.036x + 131.93$	35.0
R_d	0.995	$Y= 0.0128x^3 - 1.1976x^2 + 31.303x - 143.86$	31.2

نسخه پیش انتشار

با توجه به اینکه غلظت عناصر در جامعه با عملکرد زیاد به عنوان نرم در نظرگرفته می‌شوند، با استفاده از عملکرد حد واسط (۳۶ تن در هکتار) مقادیر V^*_B, V^*_{Cu} , V^*_{Zn}, V^*_{Rd} V^*_{Mn}, V^*_{Fe} , V^*_{Mg} , V^*_{Ca} , V^*_K , V^*_P , V^*_N به عنوان نرم‌های CND در جدول ۳ نشان داده شده است. همچنین با تعیین عملکرد حد واسط و تفکیک گروه‌های عملکردی، غلظت‌های بهینه عناصر غذایی از مزارع با عملکرد بالا به دست آمد که در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳ - نرم‌های CND و غلظت مطلوب عناصر غذایی برای مزارع هندوانه

عناصر غذایی	نرم‌های CND		غلظت مطلوب عناصر (%)	انحراف معیار (SD)
	میانگین (V*)	انحراف معیار (SD*)		
N	3.04	0.29	2.57	0.56
P	0.59	0.23	0.23	0.07
K	2.87	0.18	2.19	0.56
Ca	2.72	0.20	1.84	0.35
Mg	1.31	0.38	0.47	0.16
Fe	-2.50	0.29	0.0105	38.76
Mn	-2.75	0.38	0.0081	23.18
Zn	-3.42	0.23	0.0041	11.21
Cu	-4.50	0.32	0.0014	4.25
B	-4.01	0.43	0.0025	12.25
Rd	6.65	0.11	39.72	1.96

برای تعیین محدوده بحرانی شاخص عناصر غذایی به روش CND برای هندوانه مربع شاخص‌های بحرانی (I^2_x) برای عناصر غذایی طبق جدول ۴ محاسبه شد. با روش CND میانگین مربع شاخص‌های عناصر غذایی (I^2_x) در هندوانه برای B, Cu, Zn, Mn, Fe, Mg, Ca, K, P, N به ترتیب ۳/۷، ۱/۸، ۱/۷، ۰/۹، ۱/۷، ۱/۰، ۰/۶، ۱/۸، ۱/۸ و ۱/۴ به دست آمد. با استفاده شاخص‌های عناصر غذایی وضعیت تغذیه‌ای هندوانه برای ۹ مزرعه تصادفی با پوشش عملکرد بالا و پایین تعیین شد (جدول ۵). در این جدول وضعیت تغذیه عناصر غذایی به دو وضع نامتعادل و متعادل کافی تشریح شده است. بررسی این نتایج نشان می‌دهد که بیشترین نامتعادلی مربوط به عناصر نیتروژن و روی می‌باشد. همچنین براساس نتایج بیشترین وضعیت تعادل عناصر غذایی در مزارع با عملکرد بالا و بیشترین عدم تعادل در مزارع با عملکرد پایین مشاهده شد که این نتایج با فلسفه روش CND که غلظت عناصر غذایی گروه‌های عملکرد بالا متعادل‌ترین هستند مطابقت داشت (دریاشناس و ثقفی، ۱۳۹۰).

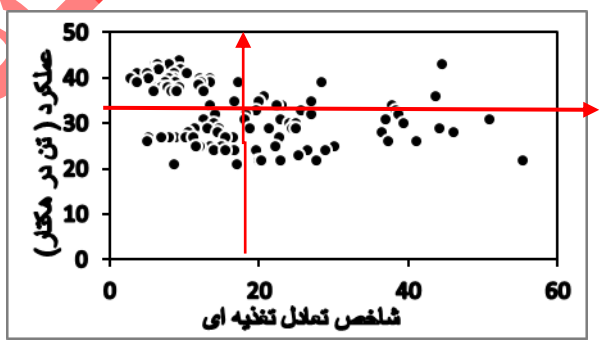
جدول ۴ – مقدار شاخص عناصر غذایی و محدوده بحرانی برای ۱۰ عنصر غذایی و یک بخش باقیمانده

مربع شاخص CND	عملکرد بحرانی ($ton.ha^{-1}$)	I^2_X بحرانی	حد پایین بحرانی	حد بالای بحرانی
I^2_N	26.54	0.893	-0.945	+0.945
I^2_P	34.89	3.277	-1.81	+1.81
I^2_K	37.07	3.330	-1.89	+1.89
I^2_{Ca}	36.02	1.623	-1.41	+1.41
I^2_{Mg}	33.24	1.232	-1.11	+1.11
I^2_{Fe}	35.13	2.402	-1.55	+1.55
I^2_{Mn}	31.77	0.608	-0.78	+0.78
I^2_{Zn}	36.62	8.643	-2.94	+2.94
I^2_{Cu}	37.77	1.904	-1.38	+1.38
I^2_B	36.12	2.310	-1.52	+1.52
I^2_{Rd}	37.53	5.475	-2.34	+2.34

جدول ۵ – ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای تعدادی از مزارع هندوانه با استفاده از روش CND

عملکرد ($ton.ha^{-1}$)	شاخص r^2	شاخص‌های عناصر غذایی CND									
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
41	13.3	متعادل- کافی	متعادل- کافی	متعادل- کافی	متعادل- کافی	متعادل- کافی	متعادل- کافی	متعادل- کافی	متعادل- کافی	متعادل- کافی	متعادل- کافی
39	17.8	متعادل- کافی	متعادل- کافی	نامتعادل	متعادل- کافی	متعادل- کافی	نامتعادل	متعادل- کافی	متعادل- کافی	متعادل- کافی	نامتعادل
36	19.4	متعادل- کافی	متعادل- کافی	نامتعادل	متعادل- کافی	متعادل- کافی	متعادل- کافی	نامتعادل	نامتعادل	نامتعادل	نامتعادل
30	23.4	نامتعادل	متعادل- کافی	نامتعادل	متعادل- کافی	متعادل- کافی	متعادل- کافی	نامتعادل	متعادل- کافی	متعادل- کافی	متعادل- کافی
21	27.1	نامتعادل	متعادل- کافی	متعادل- کافی	نامتعادل	متعادل- کافی	متعادل- کافی	نامتعادل	نامتعادل	متعادل- کافی	متعادل- کافی
24	30.0	نامتعادل	نامتعادل	نامتعادل	متعادل- کافی	متعادل- کافی	متعادل- کافی	نامتعادل	نامتعادل	متعادل- کافی	نامتعادل
25	34.4	نامتعادل	نامتعادل	نامتعادل	متعادل- کافی	متعادل- کافی	متعادل- کافی	نامتعادل	نامتعادل	متعادل- کافی	متعادل- کافی
27	38.8	نامتعادل	نامتعادل	نامتعادل	متعادل- کافی	متعادل- کافی	نامتعادل	نامتعادل	نامتعادل	متعادل- کافی	نامتعادل
29	44.0	نامتعادل	متعادل- کافی	نامتعادل	متعادل- کافی	متعادل- کافی	نامتعادل	نامتعادل	متعادل- کافی	نامتعادل	متعادل- کافی

شاخص تعادل تغذیه‌ای یا r^2 با استفاده از روش کیت- نلسون بر اساس تابع توزیع آماری کای اسکوئر (K^2) با درجه آزادی d+1 مشخص شد و مقدار آن برای عملکرد ۳۶ تن در هکتار مقدار ۱۷/۵ بدست آمد (شکل ۱). تحلیل این نمودار نشان می‌دهد برای بدست آوردن عملکردهای ۳۶ تن به بالا مقدار r^2 باید کمتر از ۱۷/۵باشد.



شکل ۱- نمودار پراکنش و تعیین حد بحرانی شاخص تعادل تغذیه ای با روش کیت- نلسون

تفسیر نتایج با روش انحراف از درصد بهینه (DOP)

در این روش ۳۳ مزرعه در گروه با عملکرد زیاد و ۱۱۷ مزرعه در گروه با عملکرد کم قرار گرفتند. میانگین عملکرد محصول در مزارع با عملکرد بالا ۴۰/۵ تن در هکتار و در عملکرد پایین ۲۹/۶ تن در هکتار بود که این تفاوت از لحاظ آماری معنی دار بود ($P \leq 0.01$). میانگین غلظت هر عنصر غذایی در نمونه‌های با عملکرد بالا به عنوان غلظت استاندارد یا نرم‌های DOP در نظر گرفته شد. نتایج تجزیه واریانس و محاسبات آماری عناصر موجود در برگ در مزارع با عملکرد زیاد و کم به ترتیب در جدول‌های ۶ و ۷ نشان داده شده است.

جدول ۶ - نتایج محاسبات آماری عناصر موجود در برگ مزارع با عملکرد زیاد

پارامتر	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B	عملکرد
	(%)							($mg.kg^{-1}$)			($ton.ha^{-1}$)
حداقل	2.01	0.14	1.60	1.3	0.18	54	9	25	5	5	38
حداکثر	4.03	0.50	3.49	2.30	0.78	188	130	60	20	60	44
میانگین	2.80	0.25	2.41	1.85	0.47	106	83	45	15	27.3	40.5
انحراف معیار	0.42	0.07	0.46	0.34	0.13	34	24	9	4	12	1/77
ضریب تغییرات	15.1	30.6	19.2	18.4	29.2	32.2	29.4	19.81	26.4	44.6	4

جدول ۷ - نتایج محاسبات آماری عناصر موجود در برگ مزارع با عملکرد کم

پارامتر	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B	عملکرد
	(%)							($mg.kg^{-1}$)			($ton.ha^{-1}$)
حداقل	1	0.17	1	0.5	0.1	33	23	11	4/2	13	20
حداکثر	3	0.23	3.2	2	1	200	140	69	18	60	40
میانگین	1.92	0.13	1.75	1.2	0.4	97	63	33	14	24	29.6
انحراف معیار	0.51	0.08	0.48	0.4	0.17	40	23	12	8	13	4.83
ضریب تغییرات	26	25.3	26.8	25	43.1	41.2	28.9	37.1	65.3	52.3	16.3

براساس شاخص‌های DOP در بین عناصر پرمصرف نیتروژن و پتاسیم به ترتیب در ۹۵ و ۹۴ درصد از مزارع منفی‌ترین شاخص بودند و در وضعیت نامتعادل- کمبود قرار داشتند. در بین عناصر کم مصرف نیز روی و آهن در ۸۴ و ۶۲ درصد از مزارع دارای منفی‌ترین شاخص و دارای وضعیت نامتعادل- کمبود بودند (جدول ۸). بنابراین نتایج حاصل از این روش مشابه روش CND به دست آمد.

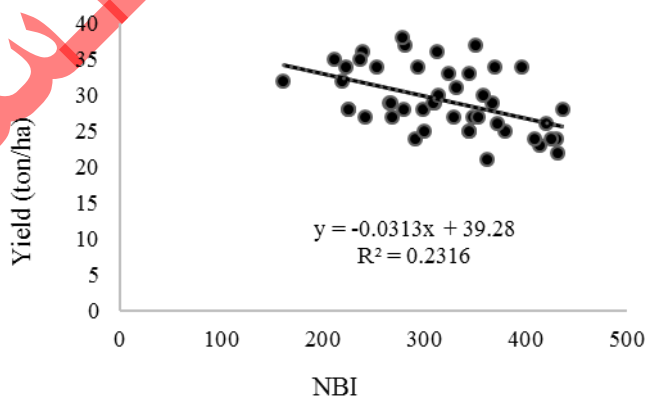
نسخه پیش انتشار

جدول ۸- ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای تعدادی از مزارع هندوانه با استفاده از روش DOP

عملکرد	شاخص	شاخص‌های عناصر غذایی DOP									
ton.ha^{-1})	Σ|DOP|	N	K	P	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
41	46	نامتعادل – کمبود	متعادل– کافی	متعادل– کافی	متعادل– کافی	متعادل– کافی	نامتعادل – کمبود	متعادل– کافی	متعادل– کافی	متعادل– کافی	متعادل– کافی
39	51	نامتعادل – کمبود	نامتعادل – کمبود	متعادل– کافی	متعادل– کافی	متعادل– کافی	نامتعادل – کمبود	متعادل– کافی	نامتعادل – کمبود	نامتعادل – کمبود	متعادل– کافی
36	119	نامتعادل – کمبود	نامتعادل – کمبود	نامتعال– بیشبود	متعادل– کافی	نامتعال– بیشبود	نامتعادل – کمبود	نامتعال– بیشبود	نامتعال– بیشبود	نامتعادل – کمبود	نامتعال– بیشبود
30	127	نامتعادل – کمبود	نامتعال– بیشبود	نامتعادل – کمبود	نامتعال– بیشبود	نامتعال– بیشبود	نامتعادل – کمبود	متعادل– کافی	متعادل– کافی	نامتعادل – کمبود	متعادل– کافی
21	313	نامتعادل – کمبود	نامتعادل – کمبود	نامتعادل – کمبود	نامتعال– بیشبود	نامتعال– بیشبود	نامتعادل – کمبود	نامتعال– بیشبود	نامتعال– بیشبود	نامتعادل – کمبود	نامتعال– بیشبود
24	229	نامتعادل – کمبود	نامتعادل – کمبود	نامتعادل – کمبود	نامتعادل – کمبود	نامتعال– بیشبود	نامتعادل – کمبود	متعادل– کافی	نامتعال– بیشبود	نامتعادل – کمبود	نامتعال– بیشبود
25	335	نامتعادل – کمبود	نامتعادل – کمبود	نامتعادل – کمبود	نامتعال– بیشبود	نامتعال– بیشبود	نامتعادل – کمبود	نامتعال– بیشبود	نامتعال– بیشبود	نامتعادل – کمبود	نامتعال– بیشبود
27	209	نامتعادل – کمبود	نامتعادل – کمبود	نامتعادل – کمبود	نامتعال– بیشبود	نامتعادل – کمبود	نامتعادل – کمبود	نامتعال– بیشبود	نامتعال– بیشبود	نامتعادل – کمبود	نامتعال– بیشبود
29	129	نامتعادل – کمبود	نامتعادل – کمبود	نامتعادل – کمبود	متعادل– کافی	نامتعال– بیشبود	نامتعادل – کمبود	نامتعال– بیشبود	نامتعال– بیشبود	نامتعادل – کمبود	نامتعال– بیشبود

شاخص تعادل تغذیه‌ای DOP

شاخص تعادل غذایی (Σ|DOP|) در کلیه مزارع با عملکرد پایین خیلی بزرگتر از صفر به‌دست آمد که حاکی از عدم تعادل عناصر غذایی در مزارع مورد مطالعه است. هرچه عدم تعادل تغذیه‌ای در گیاه بیشتر باشد، عملکرد کاهش می‌یابد. با توجه به شکل ۲ رابطه معکوس بین شاخص تعادل عناصر غذایی و عملکرد هندوانه در شهرستان پلدشت وجود دارد.



شکل ۲- رابطه شاخص تعادل تغذیه‌ای و عملکرد مزارع هندوانه

نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد عملکرد هندوانه در منطقه مورد مطالعه پایین است که یکی از دلایل آن اختلالات تغذیه‌ای می‌باشد و شاخص تعادل تغذیه‌ای محاسبه شده برای مزارع با عملکرد پایین نیز نشان‌دهنده نداشتن تعادل نسبی بین عناصر غذایی جذب شده به وسیله هندوانه می‌باشد که بیانگر عدم مدیریت صحیح و کوددهی نامتعادل در مزارع می‌باشد. بنابراین توصیه کودی بهینه تنها با استناد بر ویژگی‌های خاک امکان‌پذیر نبوده و آزمون برگ نقش مهمی دارد. روش‌های DOP و CND در تفسیر نتایج تجزیه برگ هندوانه مشابهت زیادی داشتند به طوری که براساس شاخص‌های عناصر غذایی در هر دو روش، نیتروژن، پتاسیم، روی و آهن عناصر محدود کننده بودند و باید نسبت به کوددهی این عناصر اقدام کرد. در نهایت پیشنهاد می‌شود روش‌های تفسیر نتایج تجزیه برگ، با استفاده از داده‌های منطقه‌ای، مورد اعتبارسنجی و مقایسه بیشتری قرار گیرند.

فهرست منابع

۱. امامی، ع. ۱۳۷۵ . روشهای تجزیه گیاه (جلد اول). نشریه فنی شماره ۹۸۲ . موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران. ایران.

۲. بصیرت، م. ا.اخیانی و ع. دریاشناس. .۱۳۹۵برآورد اعداد مرجع عناصر غذایی برای انگور رقم شاهرودی به روش تشخیص چندگانه غذایی، نشریه پژوهشهای خاک علوم و آب، جلد، ۳۰شماره ،۱صفحه ۱-۱

۳. چاکرالحسینی، م، ر.خراسانی، ا فتوت و م. بصیرت. .۱۳۹۵تعیین اعداد مرجع و محدودیت عناصر غذایی برای پرتقال. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار. جلد ششم، شماره سوم، صفحه ۱

۴. حسینی، ی. .۱۳۹۵کاربرد روش انحراف از درصد بهینه برای تعیین تعادل تغذیه‌ای باغ‌های لیموترش در استان هرمزگان. نشریه دانش آب و خاک . جلد ۲۵ شماره ۳/۲ صفحه ۲۴۳ تا ۲۵۵.

۵. دریا شناس، ع و ک. ثقفی . ۱۳۹۰ . تشخیص چندگانه عناصر غذایی (CND) برای چغندرقند. مجله پژوهش‌های خاک. دوره ۲۵. شماره ۱. صفحه ۱۲-۱ .

۶. شریف مند, م., ا., سپهر, و ا., بایبوردی. ۱۳۹۶. ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای کدو با روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی (CND) در منطقه خوی. تحقیقات آب و خاک ایران, ۴۸(۵), ۱۰۰۷-۱۰۱۳. doi: 10.22059/ijswr.2018.225775.667619

۷. طاهری، م.۱۳۹۵ . بررسی وضعیت عنصرهای غذایی در تاکستان‌های شهرستان خدابنده با کاربرد شاخص‌های تغذیه‌ای. مجله علوم باغبانی ایران. دوره .۷۴شماره۷ ص .۷.

۸. فیضی زاده، م و ع. صمدی. .۱۳۹۵. مقایسه روش‌های DOP و DRIS برای بالانس عناصر غذایی در پیاز. مجله علوم آب و خاک. جلد .۲۵ شماره .۲ صفحه ۲۸۶-۲۷۱.

۹. ملکوتی، م.، ر.ایران‌پور، م.غیبی، م.کشاور، ۱۳۸۳. تعیین حد بحرانی فسفر و پتاسیم برای محصول چغندرقند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

۱۰. نورقلی‌پور، ف، ح. رضایی، ک. میرزاشاهی، ح. حقیقت‌نیا، م. ر. رمضان‌پور، م. ح. ارزانش، ه. اسدی رحمانی، م. همیرزاپور، ص. ع. زمانی، ص. محمدیکیا و م. افضلی. .۱۳۹۳ دستورالعمل

نسخه پیش انتشار

مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیهکلزا. نشریه فنی. چاپ اول. موسسه تحقیقات خاک و آب. کرج. ایران.

11. Aitchison, J. 1987. 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. Blanco–Macías, F., Magallanes–Quintanar, R., Valdez–Cepeda, R. D., Vázquez–Alvarado, R., Olivares–Sáenz, E., Gutiérrez–Ornelas, E., Vidales–Contreras, J.A., and Murillo–Amador, B. 2010. Nutritional reference values for Opuntia ficus–indica determined by means of the boundary–line approach. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 173:923–934.in perlite substrate. J. Sci. Technol. Greenhous Cul. 26: 23-350.
13. Dow, A.I., and Roberts, S. 1982. Proposal: Critical nutrient ranges for crop diagnosis. Agron. J. 74:401-403.
14. Fageria. N.K., Baligar, V.C., and Jones, C.A. 1991. Growth and mineral nutrition of field crop. Marcel Dekker, New York.
15. Ganeshamurthy, A.N., Govindakrishnan, P., Raghupathi, H.B., and Mahendra Kumar, M.B. 2019. Compositional nutrient diagnosis (CND) norms and indices for potato (Solanum tuberosum L.). J. Hortic. Sci. 14(2): 142-148.
16. Geikloue, A., Reyhanitabar, A., and Najafi, N. 2019. Investigating the balance status of nutrients in wheat plant Using isometric log ratio and field validation of balances. Agronomy Journal. 111: 5. 2404-2410
17. Huang, H., Xiao Hu, C., Tan, Q., Hu, X., Sun, X., and Bi, L. 2012. Effects of Fe–EDDHA application on iron Chlorosis of citrus trees and comparison of evaluations on nutrient balance with three approaches. Scientia Horticulturae.146: 137-142
18. Jose, L., Garcia-Hernandez, Ricardo D., Valdez- Cepeda, Narciso Y., Avila-Serrano, Bernardo Murillo- Amador, Alejandra Nieto- Garibay, Rafael Megallanes- Quintanar, Juan Larrinaga- Mayoral and Enriqur Troyo-Dieguez. (2005). Preliminary compositional nutrient diagnosis norms for cowpea (Vigna unguiculata (L.) Walp.) Grown on desertcalcareous soil. Plant and Soil. Volume 271, Numbers 1-2. pp 297-307.
19. Khiari, L., Parent, L.E., and Tremblay. N. 2001b. The Phosphorus Compositional Nutrient Diagnosis Range for Potato. Agron. J. 93:815–819.
20. Maas, E.V. 1987. Salt tolerance of plants, In CRC Handbook of plant Science in Agriculture, edited by B. R. Chritic, PP. 57 – 75.
21. Montanes, L., Heras. L., Abadia. J., and Sanz, M. 1993. Plant analysis interpretation based on a new index: deviation from optimum percentage. J. Plant. Nutr. 16: 1289-1308.
22. Nelson, L.A., and R.L. Anderson. 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.
23. Parent, L.E., and M. Dafir. 1992. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 117:239–242.
24. Parent, L.E., and M. Dafir. 1994. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 117:239–242.
25. Parent, L.E., L. Khiari. 2003. The compositional nutrient diagnosis of onions. Xxxvi international horticultural congress: Toward ecologically sound fertilization strategies for field vegetable production. http://www.actahort.org.
26. Refael Magallanes-Quintanar, Ricardo David Valdez-Cepeda, Fidel Blanco-Macias, Miguel Marquez-Madrid, Raul Rene Ruiz- Garduno, Oscar Perez-Veyna, Jose Luis Garcia- Hernadez, Bernardo Murillo-Amador, Jose Dimas Lopez- Martinez, and Enrique Martinez- Rubin de Celis(2004).

Compostional Nutrient Diganosis In Nopal (Opuntiaficus- indica).(on line).Available at http://www.Jpacd.org (verified 24 Mar .2009)
27. Ross, S.M. 1987. Introduction to probability and statistics for engineers and scientists. John Wiley & Sons, New York.
28. Sharma, J., Shikhamany, S.D., Singh, R.K., and Raghupathi, H.B. 2005. Diagnosis of nutrient imbalance in Thompson seedless grape grafted on Dog Ridge rootstock by DRIS. Communication in Soil Science and Plant Analysis, 36: 2823-2838.
29. Smith, F. W.1986. Interpretation of plant analysis: concepts and principles. p. 1-12. In: D.J. Reuter, and J. B. Robinson (eds.). Plant analysis: an interpretation manual. Inkata Press, Melbourne.
30. Sumner M.E. 1979. Interpretation of foliar analyses for diagnostic purposes. Agron. J. 71:343-348.
31. Sumner, M.E. 1981. Diagnosing the sulfur requirements of corn and wheat foliar analysis. Soil Sci. Soc. Am. J. 45: 87-90.
32. Walworth, J.L., and M.E. Sumner. 1987. The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). Adv. Soil Sci. 6:149–188.

نسخه پیش انتشار

Evaluation of Nutritional Status of watermelon (*Citrullus Vulgaris*) by Compositional Nutritional Diagnosis (CND) and its comparison with Deviation from Optimum Percentage (DOP)

S.J.Ghoreyshi , E. Sepehr* and M. Sharifmand

Dept. of Soil Science, Faulty of Agriculture, Tabriz University; Email: Seyyedjavad_ghoreyshi@yahoo.com
Dept. of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University; E-mail: e.sepehr@urmia.ac.ir
Dept. of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University; E-mail: m.sharifmand@urmia.ac.ir

Abstract

Achieving optimal performance is possible by balancing the nutrients. Nutritional indicators are used to diagnose nutritional disorders and then optimize the use of chemical fertilizers. Therefore, to optimize the use of fertilizer in watermelon farms in the north of West Azarbaijan province, the method of compositional nutrient diagnosis (CND) was used and its results were compared with deviation from optimal percentage (DOP) method. For this purpose, soil and leaf samples were prepared from 150 watermelon farms in Poldasht region and the concentration of nutrients including nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), iron (Fe), manganese (Mn), zinc (Zn), copper (Cu) and boron (B) were determined by standard laboratory methods. Then the farms were classified into two high and low yield groups and the indices of nutrient were calculated by DOP and CND methods. According to the CND method, norms for N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, B and residual elements (Rd) were determined as 3.04±0.18, 0.59±0.25, 2.87±0.22, 2.72±0.24, 1.31±0.31, -2.50±0.37, -2.75±0.38, -3/42±0.27, -4.50±0.28, -4.01±0.46 and 6.65±0.15, respectively. Comparison of the results of CND and DOP methods showed that in both methods nitrogen and potassium were the most negative indices among the macro elements, and also zinc and iron had the most negative indices and the most deficiency among the micro elements, so the results of both methods were similar. Finally, based on the indicators of elements, it is concluded the farms with low yield were in unbalanced status in terms of nutritional elements.

Keywords: CND, DOP, Nutritional balance, Watermelon

* - Corresponding author's email: e.sepehr@urmia.ac.ir