تحقیقات آب و خاک ایران، دورهٔ ۴۸، شمارهٔ ۵، بهمن و اسفند ۱۳۹۶ (ص ۱۰۱۳-۱۰۰۷) DOI: 10.22059/ijswr.2018.225775.667619

ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای کدو با روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی (CND) در منطقه خوی

ماهرخ شریف مند[۱]، ابراهیم سپهر[۲*]، احمد بایبوردی[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۲. دانشیار، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۳. استادیار، گروه علوم خاک، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۴ – تاریخ بازنگری: ۱۳۹۶/۱/۲۴ – تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۲/۱۳)

چکیده

روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی (CND) از روش‌های مهم برای تفسیر نتایج تجزیه شیمیایی برگ و تشخیص وضعیت تغذیه‌ای گیاهان می‌باشد. به منظور ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای کدو (*Lagenaria Vulgaris*) با استفاده از روش CND و تعیین نرم‌های عناصر غذایی، نمونه‌های برگ از ۱۲۲ مزرعه کدو در شهرستان خوی جمع‌آوری و غلظت‌های عناصر غذایی B، Cu، Zn، Mn، Fe، Mg، Ca، K، P و N تعیین شدند. دو گروه عملکردی کم و زیاد به روش ریاضی و آماری و با کاربرد تابع تجمعی نسبت واریانس عناصر غذایی متمایز گردیدند. سپس نرم‌ها و شاخص‌های CND برای عناصر غذایی محاسبه گردید. نتایج نشان داد بین مزارع با عملکرد بالا و پایین از لحاظ غلظت عناصر غذایی تفاوت معنا-دار وجود دارد. براساس شاخص‌های CND عناصر پتاسیم و روی منفی‌ترین شاخص‌ها را داشتند. شاخص‌های تعادل تغذیه‌ای CND در مزارع با عملکرد پایین بزرگتر از صفر به‌دست آمد که نشان‌دهنده عدم تعادل عناصر غذایی در این مزارع می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های CND، کدو، نرم، وضعیت تغذیه‌ای

مقدمه

کدو یکی از محصولات استراتژیک و مهم شهرستان خوی می-باشد، حدود ۱۵ هزار هکتار از اراضی این شهرستان به کشت تخم کدو اختصاص داده شده است. هزینه تولید این محصول حدود ۵۰ میلیون ریال در هکتار است که ۴۰ درصد از این هزینه صرف کود می‌شود. استفاده از میزان بالای کود بین کشاورزان رایج است، لذا داشتن مدیریت مؤثر برای کوددهی جهت کاهش هزینه‌های صرف شده ضروری است. ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاهان جهت دست‌یابی به ارتباط میان عناصر غذایی قابل استفاده در خاک، میزان عناصر موجود در گیاه و عملکرد ضروری است (Pereira *et al*., 2011).

سنجش وضعیت تغذیه‌ای گیاه و نیز مطالعه تعادل عناصر غذایی در گیاه یکی از اساسی‌ترین توصیه‌های علم تغذیه گیاهی در سال‌های اخیر بوده است (Malakouti and Homaee, 1995). تجزیه گیاه به عنوان یک ابزار مزرعه‌ای در سال‌های اخیر به‌طور زیادی برای بهبود تغذیه گیاهان مورد استفاده گیاهان قرار می گیرد. تفسیر نتایج تجزیه به روش غلظت بحرانی به صورت محدوده کمبود، کفایت و بیش‌بود بیان می‌شود که هر کدام از این محدوده‌ها به صورت ارقام مرجع برای سنین معینی از رشد با تعداد زیادی از غلظت عناصر غذایی ارائه شده است. در این روش اثرات متقابل عناصر در درون محدوده‌های وسیع غلظت‌ها پوشیده شده است و قابل تفکیک نیستند (Parent and Dafir, 1992).

روش تشخیص چندگانه عناصر (CND[۱]) با در نظر گرفتن نسبت یک عنصر به همه عناصر اثرات متقابل عناصر را بیان می‌دارد (Parent and Dafir, 1992). همچنین در سامانه CND وضعیت هر عنصر غذایی نسبت به میانگین هندسی کلیه عناصر محاسبه می‌شود.

این روش با کمک گرفتن از روش ریاضی و آماری و کاربرد تابع تجمعی نسبت واریانس عناصر غذایی و تابع توزیع مربع کای، گروه‌های عملکردی زیاد و کم با دقت زیاد تفکیک می‌شوند (Khiari *et al*., 2001a, b, c). بدین معنی که تمایز جامعه عملکرد به دو گروه زیاد و کم بر اساس ترسیم تابع

* نویسنده مسئول : e.sepeher@urmia.ac.ir

1.CND: Compositional nutrient diagnosis

تجمعی بین عملکرد و نسبت واریانس شاخص‌های عناصر غذایی می‌باشد. این تابع عملکرد و عنصر غذایی شکل کاوی دارد. با تعیین نقاط عطف منحنی گروه‌های عملکردی با دقت زیادی تفکیک می‌شود (Khiari *et al*., 2001a, b, c). سپس شاخص‌های عناصر غذایی CND به روش گام به گام تعیین می‌گردد.

شاخص تعادل عناصر غذایی (r^2) از مجموع مربعات شاخص‌های عناصر غذایی قابل محاسبه است (Khiari *et al*., 2001a, b, c). این شاخص اعداد صفر و بیشتر را به خود اختصاص می‌دهد. هر اندازه r^2 به عدد صفر نزدیک‌تر شود تعادل عناصر غذایی مطلوب‌تر خواهد شد. بنابراین برای هر نمونه مشخص گیاهی از طریق بدست آوردن r^2 می‌توان میزان عدم توازن عناصر غذایی را تعیین کرد (Daryashenas and saghafi, 2011). شاخص‌های عناصر غذایی CND متغیری مستقل و نرمال هستند.

خیاری و همکاران (2001a) با استفاده از روش CND توانستند شاخص عناصر غذایی و نرم‌های استاندارد CND را برای عناصر Mg و Ca، K ، P، N جهت ارزیابی وضعیت تغذیه ذرت در مرحله رشد V4 تا V۸ تعیین نمایند. همچنین نرم‌های CND برای چغندرقند توسط دریاشناس و ثقفی (۲۰۱۱) تعیین شده است.

با توجه به این که کدو یکی از محصولات کشاورزی مهم شهرستان خوی می‌باشد و تحقیقات زیادی در تغذیه آن انجام نشده است لذا این پژوهش با هدف بررسی وضعیت تغذیه‌ای مزارع کدو با استفاده از روش CND و تعیین نرم‌های استاندارد برای این محصول انجام گردید.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از برگ

به منظور ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای کدو با استفاده از روش CND نمونه‌برداری تصادفی و تجزیه شیمیایی برگ‌ها در شهرستان خوی انجام گردید. مناطق مورد مطالعه از نظر موقعیت جغرافیایی در قسمت شمالی آذربایجان‌غربی بین ۳۸ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۴۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۴ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۴۵ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی واقع شده است. در این مطالعه تعداد ۱۲۲ مزرعه انتخاب و فرم‌های یادداشت‌برداری برای آنها تکمیل و از برگ‌های کامل و تازه تکامل یافته نمونه‌برداری انجام شد.

تجزیه برگ

نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و پس از مرحله شست و شو در ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک شد، بعد از آسیاب کردن نمونه‌های خشک شده، هضم نمونه گیاهی برای اندازه‌گیری عنصر نیتروژن کل به کمک دستگاه کجلدال انجام شد (Emami, 1996). هضم نمونه‌های گیاهی برای اندازه‌گیری سایر عناصر به روش اکسیداسیون خشک انجام شد. در عصاره صاف شده غلظت P با کالری‌متر، غلظت K توسط نشر شعله‌ای و غلظت Fe، Mn، Zn، Cu، Mg، Ca توسط اسپکتروسکوپی جذب اتمی و عنصر بور (B) به‌روش کالریمتری آزومتین H تعیین شدند (Emami, 1996)؛ و نسبت عناصر آن‌ها محاسبه گردید.

تشخیص چندگانه عناصر

ترکیبات بافت گیاهی حاوی عناصر غذایی (N, P, K…) و یک بخش باقیمانده (Rd) به شکل رابطه ذیل قابل بیان است که در آن d نماینده تعداد عناصر غذایی و Rd بیانگر باقیمانده ترکیبات گیاهی است:

$$N + P + K + \ldots + Rd = 100 \quad \text{(رابطه ۱)}$$

ابتدا عملکردها از زیاد به کم ردیف شدند سپس میانگین هندسی عناصر غذایی و نسبت لگاریتم طبیعی عناصر با روابط زیر محاسبه گردید:

$$G = (N \times P \times K \times \cdots \times Rd)^{\frac{1}{d+1}} \quad \text{(رابطه ۲)}$$

$$Zi = \log[xi / g(x)] \quad \text{(رابطه ۳)}$$

مجموع ترکیبات گیاهی بر مبنای عدد ۱۰۰ است و مجموع نسبت لگاریتمی عناصر با احتساب (Rd) مقدار باقیمانده ترکیبات برابر صفر خواهد بود.

واریانس مقادیر Vx برای گروه‌های عملکردی محاسبه و نسبت واریانس و تابع تجمعی نسبت واریانس آن‌ها براساس فرمول‌های زیر محاسبه می‌شود:

$$f_i(v_X) = \frac{\text{واریانس } V_X \text{ برای } n1 \text{ مشاهده}}{\text{واریانس } V_X \text{ برای } n \text{ مشاهده}} \quad \text{(رابطه ۴)}$$

$$F_i = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} f_i(v_X)}{\sum_{i=1}^{n-3} f_i(v_X)} \times 100 \quad \text{(رابطه ۵)}$$

سپس رابطه تابع تجمعی نسبت واریانس با عملکرد ترسیم گردید این رابطه با معادله درجه ۳ قابل نمایش است. از طریق میانگین‌گیری از نقاط عطف منحنی‌ها که از مشتق اول و دوم معادله بدست می‌آید گروه‌های عملکردی کم و زیاد از هم تفکیک می‌شوند. Vx برای عناصر غذایی و بخش باقیمانده فرم بیانی از وضعیت و نسبت عناصر غذایی در گیاه است که مقادیر آن در جامعه با عملکرد بالا بیانگر غلظت مطلوب است و به‌عنوان ارقام مرجع یا نرم‌های CND (V_x^*) محسوب می‌شوند. بنابراین اگر غلظت هر عنصر غذایی گیاه مورد مطالعه را با

غلظت ایده‌آل یا همان نرم‌های CND استاندارد کنیم شاخص عناصر غذایی CND بدست خواهد آمد:

$$I_{zi} = \frac{Z_i - Z_i^*}{SD_{zi}^*}$$

(رابطه ۶)

شاخص تعادل تغذیه‌ای CND

شاخص تعادل تغذیه‌ای CND (r^2) با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید:

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

(رابطه ۷)

یافته‌ها و بحث

گروه‌بندی مزارع کدو

داده‌های عملکرد و غلظت عناصر غذایی مربوطه به ۱۲۲ مزرعه بر اساس میزان عملکرد از زیاد به کم ردیف شد. سپس مقادیر میانگین هندسی (G) و نسبت لگاریتمی (Vx) ۱۰ عنصر غذایی محاسبه گردید. در ادامه مقادیر تابع نسبت واریانس عناصر غذایی Fi (VX) برای کلیه عناصر و تابع تجمعی واریانس نسبت لگاریتمی عناصر غذایی محاسبه شد.

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 ترسیم گردید که به صورت ۱۱ معادله درجه ۳ برای ۱۰ عنصر و ۱ قسمت باقی‌مانده برازش داده شد (شکل ۱ و جدول ۱).

نقاط عطف منحنی‌ها برای ۱۰ عنصر غذایی و ترکیبات باقیمانده محاسبه گردید. مدل درجه ۳ برای کلیه عناصر معنادار بود ($P\leq$ ۰/۰۵، R^2=۹۷-۹۹). بر اساس بیشترین عملکرد (-b/3a) از بین ۱۰ عملکرد مذکور، میزان عملکرد حد واسط برای تفکیک دو گروه عملکرد کم و زیاد به مقدار ۷۲۷ کیلوگرم در هکتار ملاک قرار گرفت در نتیجه از مجموع ۱۲۲ مزرعه تعداد ۴۷ مزرعه معادل ۳۸ درصد در گروه عملکرد زیاد و تعداد ۷۵ مزرعه معادل ۶۲ درصد در گروه عملکرد کم قرار گرفتند.

تعیین نرم‌های CND

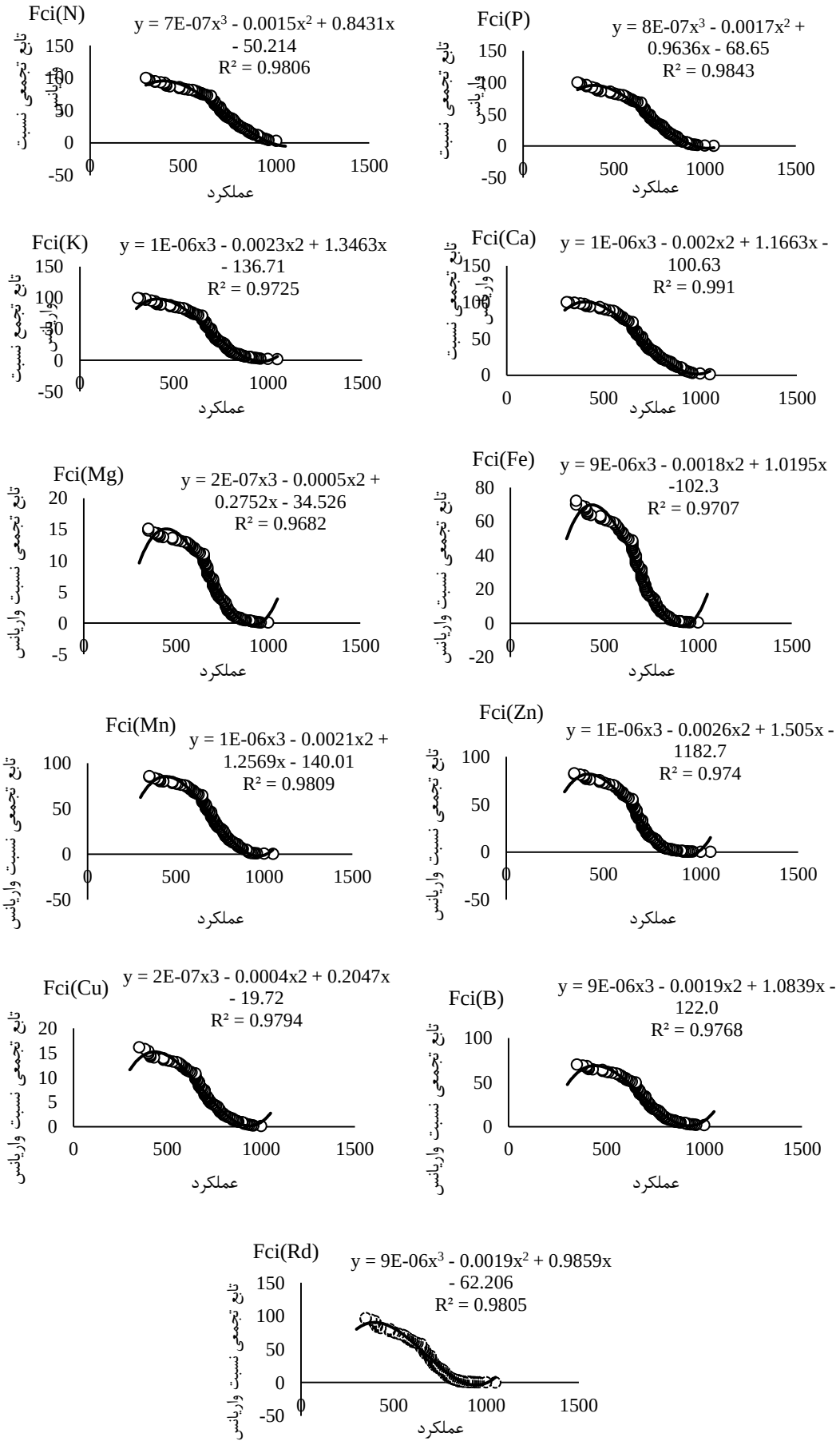
غلظت عناصر در جامعه با عملکرد زیاد به عنوان نرم و حد بهینه عناصر غذایی قرار می‌گیرد (Khiari *et al*., 2001a, b, c). در نتیجه با در نظر گرفتن عملکرد حد واسط نرم‌های استاندارد عناصر غذایی برآورد گردید (جدول ۲).

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

عناصر	$F_i^c(V_x) = aY^3 + bY^2 + cY + d$	R^2	(-b/3a) ($Kg.ha^{-1}$)
N	۵۰/۲۱۴x – ۰/۸۴۳۱$x^۲$ + ۰/۰۰۲۶$x^۳$ – ۰۶E-۱y =	۰/۹۸	۷۱۴
P	۶۸/۶۵x – ۰/۹۶۳۶$x^۲$ + ۰/۰۰۱۷$x^۳$ – ۰۷E-۸y =	۰/۹۸	۷۰۸
K	۱۳۶/۷۱x – ۱/۳۴۶۳$x^۲$ + ۰/۰۰۲۳$x^۳$ – ۰۶E-۱y =	۰/۹۷	۷۶۶
Ca	۱۰۰/۶۳x – ۱/۱۶۶۳$x^۲$ + ۰/۰۰۲$x^۳$ – ۰۶E-۱y =	۰/۹۹	۶۶۶
Mg	۳۴/۵۲۶x – ۰/۲۷۵۲$x^۲$ + ۰/۰۰۰۵$x^۳$ – ۰۷E-۲y =	۰/۹۷	۸۳۳
Fe	۱۰۲/۳x – ۱/۰۱۹۵$x^۲$ + ۰/۰۰۱۸$x^۳$ -۰۶E-۹y =	۰/۹۷	۶۶۶
Mn	۱۴۰/۰۱x – ۱/۲۵۶۹$x^۲$ + ۰/۰۰۲۱$x^۳$ – ۰۶E-۱y =	۰/۹۸	۷۰۰
Zn	۱۸۲/۷x – ۱/۵۰۵$x^۲$ + ۰/۰۰۲۶$x^۳$ – ۰۶E-۱y =	۰/۹۷	۸۶۶
Cu	۱۹/۷۲x – ۰/۲۰۴۷$x^۲$ + ۰/۰۰۰۴$x^۳$ – ۰۷E-۲y =	۰/۹۸	۶۶۶
B	۱۲۲/۰x – ۱/۰۸۳۹$x^۲$ + ۰/۰۰۱۹$x^۳$ – ۰۶E-۹y =	۰/۹۷	۷۰۳
Rd	۶۲/۲۰۶x – ۰/۹۸۵۹$x^۲$ + ۰/۰۰۱۹$x^۳$ – ۰۶E-۹y =	۰/۹۸	۷۰۳

جدول ۲- نرم‌های CND و انحراف معیار برای ۱۰ عنصر غذایی و ترکیبات باقی‌مانده

CND norms	V*N	V*P	V*K	V*Ca	V*Mg	V*Fe	V*Mn	V*Zn	V*Cu	V*B	V*Rd
Mean	۲/۹	۰/۷	۳/۰	۲/۲	۱/۲	-۲/۳	-۲/۵	-۳/۵	-۴/۸	-۳/۳	۶/۲
SD*	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۱۷	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۱۴



شکل ۱- رابطه بین عملکرد و تابع تجمعی واریانس نسبت لگاریتمی عناصر غذایی و قسمت باقی‌مانده

تعیین شاخص‌های CND

با استفاده از نرم‌های حاصله و روابط ارائه شده مقادیر $I_N, I_P, I_{K,...} I_{Rd}$ برای مزارع با عملکرد پایین محاسبه گردید که ۱۰نمونه در جدول (۳) ارائه شده است.

شاخص‌های CND نشان‌دهنده ترتیب نیاز غذایی و وضعیت تغذیه‌ای در مزارع کدو می‌باشند. شاخص‌هایی با علامت منفی نشان‌دهنده کمبود، شاخص‌هایی با علامت مثبت نشان-دهنده حالت بیش‌بود و شاخص‌هایی با عدد صفر نشان‌دهنده حالت تعادل عنصر غذایی مورد نظر در مزرعه با عملکرد پایین می‌باشد.

همان‌طور که از ارقام جدول برمی‌آید از روی میانگین شاخص‌ها در مزارع با عملکرد پایین، ترتیب اولویت عناصر غذایی موردنیاز برای عناصر غذایی پرنیاز به صورت K>P>N >Mg>Ca به‌دست آمد. در بین عناصر پرنیاز مثبت‌ترین شاخص CND عنصر کلسیم و منفی‌ترین شاخص عنصر پتاسیم می‌باشد. شاخص پتاسیم در ۸۱ درصد از مزارع با عملکرد پایین، منفی می‌باشد. کشت مستمر گیاهان زراعی به‌خصوص گیاهان پرتوقع نسبت به پتاسیم در منطقه خوی سبب تخلیه مقدار قابل توجهی از پتاسیم قابل استفاده خاک می‌شود (Dovlati *et al*,. 2007). مدیریت کشت منطقه و نحوه مدیریت کودی زارعین منجر به کاهش میزان پتاسیم از خاک‌های زراعی و در نتیجه افزایش پارامترهای جذب در این خاک‌ها شده است (Peyghami *et al*., 2014).

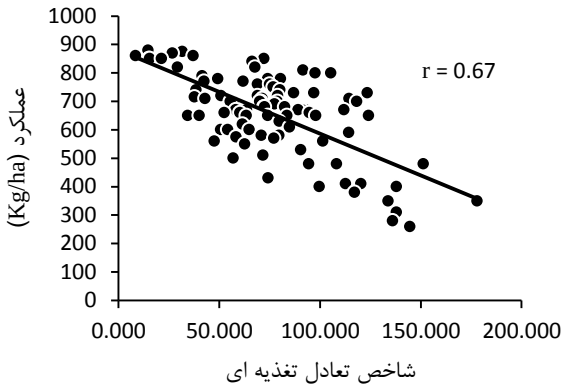
بعد از عنصر پتاسیم، فسفر در ۶۴ درصد از مزارع مذکور دارای شاخص منفی می‌باشد. به دلیل وجود شرایط آهکی و تثبیت فسفر توسط رس‌ها، فسفر با کلسیم به‌صورت فلور آپاتیت و هیدروکسی آپاتیت رسوب می‌کند (Bertrand *et al*,. 2003). مثبت شدن شاخص کلسیم در ۵۴ درصد از این مزارع نیز به علت شرایط آهکی خاک‌های منطقه می‌باشد. مقدار نیاز استاندارد فسفر (SPR) به شدت تحت تأثیر میزان رس، آهک و ظرفیت بافری خاک است (Shirvani and Shariatmadari, 2002).

در بین عناصر کم مصرف میانگین ترتیب نیاز عناصر غذایی به‌صورت Zn>Fe>B>Cu>Mn در مزارع کدو با عملکرد پایین به‌دست آمد که شاخص‌های روی و آهن به ترتیب در ۶۱ و ۵۶ درصد از مزارع منفی بودند، به‌طوری‌که روی در ۵۳ درصد و آهن در ۴۴ درصد از مزارع مذکور دارای اولویت اول از نظر کمبود می‌باشند (جدول ۳). شرایط آهکی خاک‌ها قابلیت فراهمی عناصر میکرو به ویژه آهن و روی را از خاک به ریشه گیاهان با مشکل مواجه نموده است. تهویه خوب، pH بالا، وجود Ca و Mg، جذب آهن را کاهش می‌دهد (Malakouti and Hamadani, 1991). بنابراین کربنات کلسیم زیاد و pH بالای خاک‌های منطقه را می‌توان به عنوان یکی از عوامل کمبود عناصر کم مصرف و کاهش عملکرد مزارع عنوان کردند.

شاخص بور در برخی مزارع مثبت و در برخی از مزارع دیگر منفی می‌باشد. شناخت دامنه اثر فرآیندهای کنترل کننده فعالیت بور در محلول خاک برای حفظ کیفیت آب و مدیریت حاصلخیزی خاک مهم است. ظرفیت تبادل کاتیونی و کربنات کلسیم فعال خاک، از مهمترین عوامل ابقای بور در خاک‌های آهکی هستند و رابطه مثبتی با درجه برگشت‌پذیری بور در خاک نشان دادند (Majidi and Rahnemaie, 2015). با توجه به اینکه محدودهٔ بین کمبود و سمیت این عنصر در گیاهان بسیار نزدیک به هم می‌باشد لذا در مدیریت عنصر بور باید با احتیاط اقدام شود و کوددهی مزارع براساس تجزیه خاک و برآورد نیاز گیاه انجام گردد.

جدول ۳- شاخص‌های CND، عملکرد و اولویت نیاز عناصر غذایی شاخص تعادل تغذیه‌ای (r^2) در برگ مزارع کدو با عملکرد پایین

	اولویت نیاز عناصر غذایی										شاخص‌ها							
r2	عناصر کم‌نیاز	عناصر پرنیاز	I_B	I_{Cu}	I_{Zn}	I_{Mn}	I_{Fe}	I_{Mg}	I_{Ca}	I_k	I_P	I_N	Yield
۱۲	Fe>Zn>B>Mn>Cu	P>Mg>K>N>Ca	۰/۵۲	۱/۲۲	-۱/۶۹	۰/۹۸	-۲/۱۱	-۰/۱۴	۱/۱۲	۰/۰۳	-۰/۸۲	۰/۳۴	۷۲۰
۴۲	B>Fe>Cu>Zn>Mn	P>Mg>K>Ca>N	-۰/۷۳	۰/۰۸	۰/۹۶	۱/۲۵	-۰/۴۹	-۱/۲۳	۱/۰۸	۰/۴۹	-۳/۷۸	۱/۰۹	۶۸۰
۷۹	Cu>B>Fe>Zn>Mn	N>P>K>Mg>Ca	-۱/۰۵	-۱/۹۵	۱/۴۶	۰/۸۳	-۰/۸۰	۰/۱۳	۰/۵۷	-۰/۰۹	-۰/۱۷	-۰/۸۹	۶۳۰
۷۴	Fe>Zn>Cu>Mn>B	P>K>N>Ca>Mg	۱/۳۹	-۰/۳۷	-۰/۴۵	۱/۴۹	-۱/۶۸	۰/۵۳	۰/۴۷	-۰/۸۴	-۱/۸۰	-۰/۱۶	۵۹۰
۸۲	Fe>Zn>B>Cu>Mn	N>K>Mg>P>Ca	۰/۰۶	۰/۴۱	۰/۰۴	۰/۲۳	-۰/۲۳	-۰/۱۰	۱/۱۲	-۱/۴۹	۰/۰۰	-۱/۵۵	۵۵۰
۹۵	Fe>Mn>Zn>B>Cu	Mg>K>P>Ca>N	۰/۰۹	۰/۴۱	۰/۰۶	-۰/۵۱	-۰/۱۵	-۱/۱۷	۰/۲۸	-۰/۷۱	-۰/۵۹	۰/۵۶	۵۰۰
۹۷	Zn>Fe>Cu>B>Mn	P>K>Ca>Mg>N	۰/۶۷	۰/۵۷	-۰/۵۵	۱/۴۷	۰/۱۲	-۰/۴۲	-۰/۶۸	-۱/۱۰	-۱/۵۴	-۰/۲۷	۴۸۰
۱۰۲	Zn>B>Mn>Fe>Cu	N>Mg>Ca>P>K	-۰/۵۵	۱/۰۸	-۰/۶۰	۰/۵۱	۱/۱۷	-۰/۶۳	-۰/۹۶	۱/۱۴	۰/۷۰	-۳/۸۷	۴۱۰
۱۱۱	B>Mn>Cu>Fe>Zn	K>N>Ca>Mg>P	-۳/۳۱	۰/۲۳	۱/۴۸	-۰/۶۶	۱/۳۶	۰/۶۷	۰/۰۲	-۲/۱۹	۰/۸۸	-۱/۵۲	۳۸۰
۱۱۷	Fe>Zn>Cu>B>Mn	N>P>K>Mg>Ca	۰/۳۶	-۰/۲۰	-۰/۳۰	۰/۹۵	-۰/۴۳	۰/۶۷	۰/۹۹	-۰/۶۲	-۱/۲۲	-۴/۱۳	۲۶۰



شکل۲- رابطه بین شاخص تعادل غذایی CND و عملکرد کدو

تعیین شاخص تعادل تغذیه‌ای CND

شاخص تعادل تغذیه‌ای CND (r^2) در مزارع با عملکرد پایین تعیین شدند. سپس با استفاده از دو متغیر r^2 و عملکرد کدو دیاگرام ارتباط بین آن‌ها ترسیم گردید (شکل ۲). این شاخص به عنوان معیاری برای ارزیابی وضعیت تعادل تغذیه‌ای می‌باشد و می‌تواند صفر و یا بزرگ‌تر از صفر باشد. در این شاخص تعادل تغذیه‌ای نیز هرچه مجموع توان دوم شاخص‌های CND بزرگتر از صفر باشد عدم تعادل تغذیه‌ای بیشتر می‌شود. در مزارع با عملکرد پایین r^2 در محدوده ۹ تا ۱۱۸ بدست آمده است. کمترین شاخص تعادل تغذیه‌ای ($r^2 = ۹$) مربوط به مزرعه با عملکرد ۷۲۰ کیلوگرم در هکتار و بیشترین شاخص تعادل تغذیه‌ای ($r^2 = ۱۱۸$) مربوط به مزرعه با عملکرد پایین (۲۲۰-۲۶۰ کیلوگرم در هکتار) است (جدول ۳). با توجه به شکل (۲) نیز هر چه عملکرد کاهش می‌یابد شاخص r^2 افزایش پیدا می‌کند، به‌عبارتی رابطه معکوس و معناداری بین r^2 و عملکرد کدو در پژوهش حاضر وجود دارد ($P \leq ۰/۰۰۱$).

نتیجه‌گیری

براساس نتایج حاصله مشخص گردید که بین مزارع با عملکرد بالا و پایین از لحاظ عناصر غذایی تفاوت معنادار وجود دارد در نتیجه می‌توان گفت که پایین بودن عملکرد در مزارع مورد بررسی مسائل تغذیه‌ای می‌باشد. اولویت‌بندی عناصر غذایی در مزارع مورد بررسی کدو با استفاده از شاخص‌های CND برای عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف به ترتیب به‌صورت K>P>N>Mg>Ca و Zn>Fe>B>Cu>Mn بدست آمد که نشان می‌دهد عناصر پتاسیم و روی از عوامل محدود کننده عملکرد کدو در منطقه خوی می‌باشد و مدیریت کودی صحیح از جمله مصرف کودهای حاوی این عناصر می‌تواند رشد و عملکرد کدو را در این منطقه بهبود ببخشد.

روش CND به دلیل لحاظ نمودن اثرات متقابل کلیه عناصر می‌تواند جامعیت بیشتری نسبت به روش‌های دیگر داشته باشد. نرم‌های CND حاصل می‌تواند برای تشخیص اختلالات تغذیه‌ای و توصیه‌های کودی استفاده گردد و پیشنهاد می‌شود روش CND مورد اعتبارسنجی قرار گیرد.

REFERENCES

Bertrand, I., Holloway, E., Armstrong, R. D. and Mclaughlin, M. J. (2003). Chemical characteristics of phosphorus in alkalin soils from southern A ustralia. *Journal of Soil Research*, 41, 61-76.

Daryashenas, A. and Saghafi, K. (2011). Compositional nutrient diagnosis for Sugar beet. *Journal of Soil Research (Soil and Water Sci*), 25(1), 1-12. (In Farsi)

Dovlati, B., Ustan, S.H. and Samadi, A. (2007). Potassium different forms and Q/I relations in soils under of cultivation Sunflower in Khoy. In: Proceedings of *10th International Congress on soil sciences*, 46 b. (In Farsi)

Emami, A. (1996). *Methods of plant analysis*. Soil and Water Research Institute, technical publication No. 982, Tehran, Iran, 128p. (In Farsi)

Khiari, L., Parent, L.E. and Tremblay, N. (2001a). Critical compositional nutrient indexes for sweet corn at early growth stage. *Journal of Agronomy*, 93, 809–814.

Khiari, L., Parent, L.E. and Tremblay, N. (2001b). The phosphorus compositional nutrient diagnosis range for potato. *Journal of Agronomy*, 93, 815–819.

Khiari, L., Parent, L.E. and Tremblay, N. (2001c). Selecting the high-yield subpopulation for diagnosing nutrient imbalance in crops. *Journal of Agronomy*, 93, 802–808.

Majidi, A. and Rahnemaie, R. (2015). Effect of physical and chemical characteristics of calcareous soils on adsorption and desorption reaction of boron surface. *Journal of Soil Research (Soil and Water Sci*), 29(3), 321-334. (In Farsi)

Malakouti, M.J. and Homaee, M. (1995). *Soil fertility in arid regions- problems and solutions*. Tarbiat Modares University Press, Tehran, Iran, 494 pp. (In Farsi)

Malakouti, M.J. and Riyazi Hamadani, A.H. (1991). *Fertilizers and soils fertility*. Tehran University Press, 598 pp. (In Farsi)

Parent, L. E. and Dafir, M. (1992). A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 117, 239–24.

Pereira, B. F. F., Stoffella, P. J. and Melfi, A. J. (2011). Reclaimed wastewater: Effects on citrus nutrition. *Journal of Agricultural Water Management*, 98, 1828–1833.

Peyghami Khoshemehr, H., Sepehr, E. and Momtaz, H.R. (2014). Comparison of potassium adsorption characteristics of cultivated and virgin soils in Khoy region. *Journal of Application Research of soil*, 2(2), 1-14. (In Farsi)

Shirvani, M. and Shariatmadari, H. (2002). Application of sorption isotherms for determining the phosphorus buffering indices and the standard P requirement of some calcareous soils in Isfahan. *Journal of Agricultural and Natural Resources Sciences and Thechnology*, 6 (1), 121-130. (In Farsi)