

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

ماهرخ شریف مند^۱، ابراهیم سپهر^{۲*}، احمد بابوردی^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, P, K 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 معنادار 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 به دست 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 می‌باشد، 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 Homae, 1995). تجزیه گیاه به عنوان یک ابزار مزرعه‌ای در سال‌های اخیر به طور 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

1.CND: Compositional nutrient diagnosis

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

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 کج‌دال 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) به روش کالریمتری آرومتین 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:

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

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

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

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

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

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 N, P, K, Ca, Mg جهت ارزیابی وضعیت تغذیه ذرت در مرحله رشد V4 تا V8 تعیین نمایند. همچنین نرم‌های CND برای چغندر قند توسط دریا شناس 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 آذربایجان غربی 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

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 ($R^2=97-99, P \leq 0/05$). 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). نتیجه با در نظر گرفتن عملکرد حد واسط نرم‌های استاندارد عناصر غذایی برآورد گردید (جدول ۲).

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

$$I_{zi} = \frac{Z_i - Z_i^*}{SD_{zi}^*} \quad (\text{رابطه ۶})$$

شاخص تعادل تغذیه‌ای CND

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

$$r^2 = I_N^2 + I_P^2 + I_K^2 + \dots + I_{Rd}^2 \quad (\text{رابطه ۷})$$

یافته‌ها و بحث

گروه‌بندی مزارع کدو

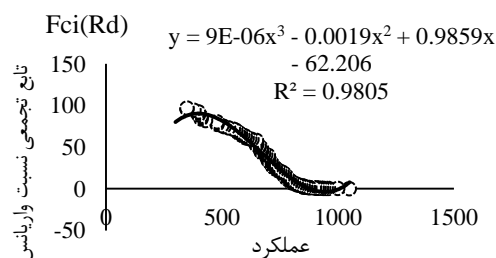
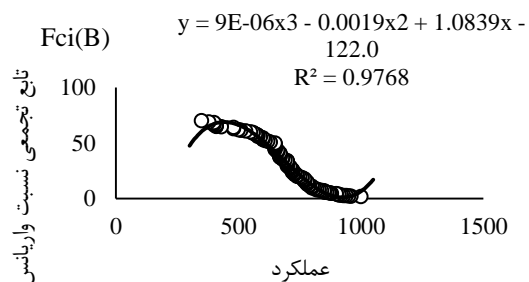
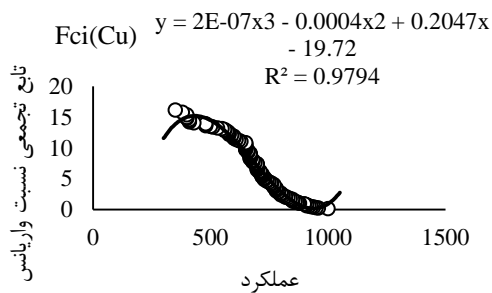
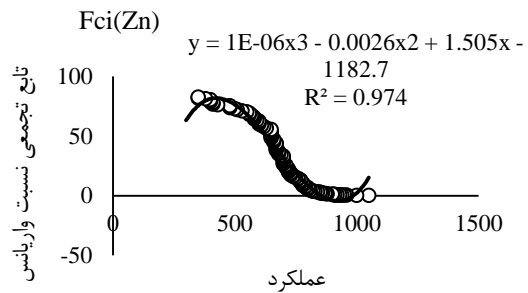
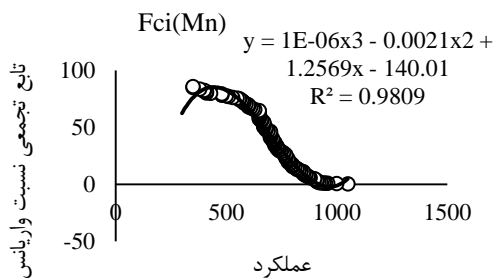
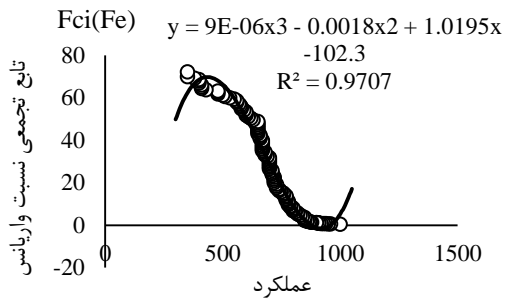
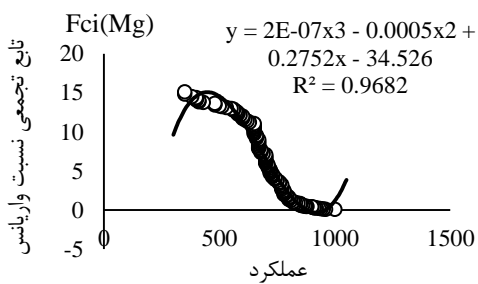
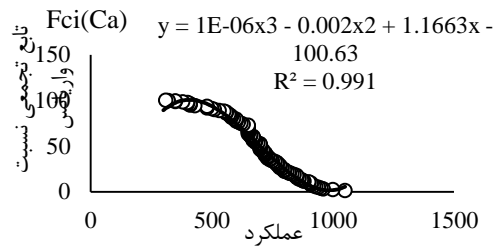
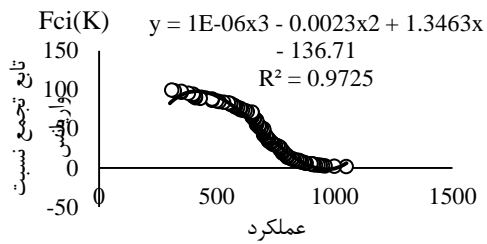
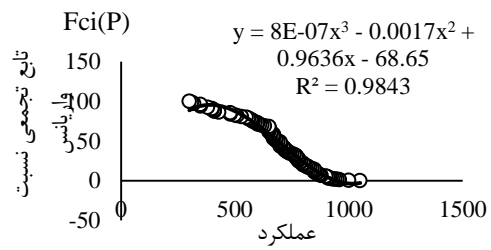
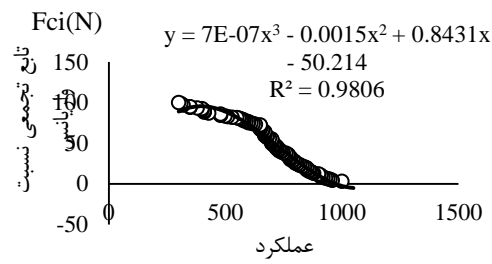
داده‌های عملکرد و غلظت عناصر غذایی مربوطه به ۱۲۲ مزرعه بر اساس میزان عملکرد از زیاد به کم ردیف شد. سپس مقادیر میانگین هندسی (G) و نسبت لگاریتمی (Vx) ۱۰ عنصر غذایی محاسبه گردید. در ادامه مقادیر تابع نسبت واریانس عناصر غذایی $Fi (VX)$ برای کلیه عناصر و تابع تجمعی واریانس نسبت لگاریتمی عناصر غذایی محاسبه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

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	$50/214x - 0/8431x^2 + 0/0026x^3 - 0/6E-1y =$	0/98	714
P	$68/65x - 0/9636x^2 + 0/0017x^3 - 0/7E-8y =$	0/98	708
K	$136/71x - 1/3463x^2 + 0/0023x^3 - 0/6E-1y =$	0/97	766
Ca	$100/63x - 1/1663x^2 + 0/002x^3 - 0/6E-1y =$	0/99	666
Mg	$34/526x - 0/2752x^2 + 0/0005x^3 - 0/7E-2y =$	0/97	833
Fe	$102/3x - 1/0195x^2 + 0/0018x^3 - 0/6E-9y =$	0/97	666
Mn	$140/01x - 1/2569x^2 + 0/0021x^3 - 0/6E-1y =$	0/98	700
Zn	$182/7x - 1/505x^2 + 0/0026x^3 - 0/6E-1y =$	0/97	866
Cu	$19/72x - 0/2047x^2 + 0/0004x^3 - 0/7E-2y =$	0/98	666
B	$122/0x - 1/0839x^2 + 0/0019x^3 - 0/6E-9y =$	0/97	703
Rd	$62/206x - 0/9859x^2 + 0/0019x^3 - 0/6E-9y =$	0/98	703

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*C <u>u</u>	V*B	V*Rd
Mean	2/9	0/7	3/0	2/2	1/2	-2/3	-2/5	-3/5	-4/8	-3/3	6/2
SD*	0/11	0/12	0/13	0/16	0/15	0/09	0/10	0/17	0/10	0/11	0/14



شکل ۱- رابطه بین عملکرد و تابع تجمع واریانس نسبت لگاریتمی عناصر غذایی و قسمت باقی مانده

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 به صورت $Zn > Fe > B > Cu > Mn$ در مزارع کدو با عملکرد پایین به دست آمد که شاخص‌های روی و آهن به ترتیب در ۶۱ و ۵۶ درصد از مزارع منفی بودند، به طوری که 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 برگشت پذیری بور در خاک نشان دادند (Majidi and Rahnemaie, 2015). با توجه به اینکه محدوده 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.

تعیین شاخص‌های CND

با استفاده از نرم‌های حاصله و روابط ارائه شده مقادیر $I_N, I_P, I_K, \dots, I_{Rd}$ برای مزارع با عملکرد پایین محاسبه گردید که ۱۰ نمونه 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 نشان‌دهنده 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 مورد نیاز برای عناصر غذایی پر نیاز به صورت $K > P > N > Mg > Ca$ به دست آمد. در بین عناصر پر نیاز 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 به خصوص گیاهان قابل 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 به صورت فلور آپاتیت و هیدروکسی آپاتیت رسوب می‌کند (Bertrand et al., 2003). مثبت شدن شاخص کلسیم در ۵۴ درصد از این مزارع نیز به

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

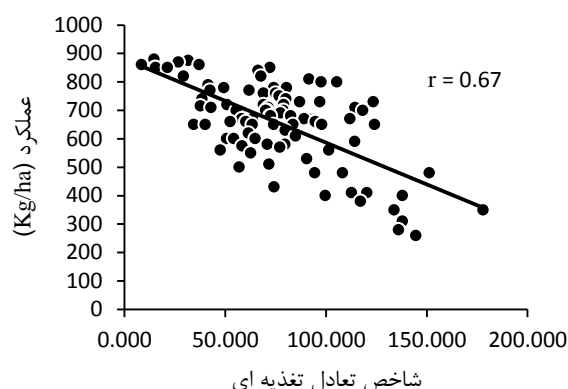
Yield	شاخص‌ها										اولویت نیاز عناصر غذایی		r ²
	I_N	I_P	I_K	I_{Ca}	I_{Mg}	I_{Fe}	I_{Mn}	I_{Zn}	I_{Cu}	I_B	عناصر پر نیاز	عناصر کم نیاز	
۷۲۰	۰/۳۴	-۰/۸۲	۰/۰۳	۱/۱۲	-۰/۱۴	-۲/۱۱	۰/۹۸	-۱/۶۹	۱/۲۲	۰/۵۲	P>Mg>K>N>Ca	Fe>Zn>B>Mn>Cu	۱۲
۶۸۰	۱/۰۹	-۳/۷۸	۰/۴۹	۱/۰۸	-۱/۲۳	-۰/۴۹	۱/۲۵	۰/۹۶	۰/۰۸	-۰/۷۳	P>Mg>K>Ca>N	B>Fe>Cu>Zn>Mn	۴۲
۶۳۰	-۰/۸۹	-۰/۱۷	-۰/۰۹	۰/۵۷	۰/۱۳	-۰/۸۰	۰/۸۳	۱/۴۶	-۱/۹۵	-۱/۰۵	N>P>K>Mg>Ca	Cu>B>Fe>Zn>Mn	۷۹
۵۹۰	-۰/۱۶	-۱/۸۰	-۰/۸۴	۰/۴۷	۰/۵۳	-۱/۶۸	۱/۴۹	-۰/۴۵	-۰/۳۷	۱/۳۹	P>K>N>Ca>Mg	Fe>Zn>Cu>Mn>B	۷۴
۵۵۰	-۱/۵۵	۰/۰۰	-۱/۴۹	۱/۱۲	-۰/۱۰	-۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۰۴	۰/۴۱	۰/۰۶	N>K>Mg>P>Ca	Fe>Zn>B>Cu>Mn	۸۲
۵۰۰	۰/۵۶	-۰/۵۹	-۰/۷۱	۰/۲۸	-۱/۱۷	-۰/۱۵	-۰/۵۱	۰/۰۶	۰/۴۱	۰/۰۹	Mg>K>P>Ca>N	Fe>Mn>Zn>B>Cu	۹۵
۴۸۰	-۰/۲۷	-۱/۵۴	-۱/۱۰	-۰/۶۸	-۰/۴۲	۰/۱۲	۱/۴۷	-۰/۵۵	۰/۵۷	۰/۶۷	P>K>Ca>Mg>N	Zn>Fe>Cu>B>Mn	۹۷
۴۱۰	-۳/۸۷	۰/۷۰	۱/۱۴	-۰/۹۶	-۰/۶۳	۱/۱۷	۰/۵۱	-۰/۶۰	۱/۰۸	-۰/۵۵	N>Mg>Ca>P>K	Zn>B>Mn>Fe>Cu	۱۰۲
۳۸۰	-۱/۵۲	۰/۸۸	-۲/۱۹	۰/۰۲	۰/۶۷	۱/۳۶	-۰/۶۶	۱/۴۸	۰/۲۳	-۳/۳۱	K>N>Ca>Mg>P	B>Mn>Cu>Fe>Zn	۱۱۱
۲۶۰	-۴/۱۳	-۱/۲۲	-۰/۶۲	۰/۹۹	۰/۶۷	-۰/۴۳	۰/۹۵	-۰/۳۰	-۰/۲۰	۰/۳۶	N>P>K>Mg>Ca	Fe>Zn>Cu>B>Mn	۱۱۷

۲۶۰ کیلوگرم در هکتار) است (جدول ۳). با توجه به شکل (۲) نیز هر چه عملکرد کاهش می‌یابد شاخص r^2 افزایش پیدا می‌کند، به عبارتی رابطه معکوس و معناداری بین r^2 و عملکرد کدو در پژوهش حاضر وجود دارد ($P \leq 0.001$).

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 به صورت $Zn > Fe > B > Cu > Mn > K > P > N > Mg > Ca$ 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.



شکل ۲- 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-

REFERENCES

- Bertrand, I., Holloway, E., Armstrong, R. D. and Mclaughlin, M. J. (2003). Chemical characteristics of phosphorus in alkaline soils from southern Australia. *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 Rahnamaie, 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 Homaei, 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)