تعیین نرم ها و تشخیص عدم تعادل عناصر غذایی گیاه گندم با استفاده از روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی (CND) (مطالعه موردی منطقه مغان)

ابوالفضل گیکلوی[۱]، عادل ریحانی تبار[۲]، نصرت اله نجفی[۲] و هژیر هومئی[۳]
۱ و ۲- دانشجوی دکتری و گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ایران، ۳- گروه آمار، دانشکده ریاضی، دانشگاه تبریز، ایران

چکیده

ارقام مرجع استخراجی از روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی (CND) اهمیت دارند. در این تحقیق گروه عملکردی بالا به تعداد ۴۳ مزرعه از ۹۶ مزرعه با احتساب عملکرد ۴/۲ ton/ha با استفاده از سامانه CND متمایز گردید. نرم های عناصر غذایی N، P، K، Ca، Mg، Mn، Zn، Fe، Cu و B به ترتیب V^*_N =۳/۵۱±۰/۳۱، V^*_P=۱/۶۴±۰/۳۲، V^*_K=۳/۴۳±۰/۳۵، V^*_{Ca}=۲/۱۶±۰/۲۸، V^*_{Mg}=۲/۱۱±۰/۲۴، V^*_{Mn}=-۳/۶۴±۰/۲۴، V^*_{Zn}=-۴/۸۲±۰/۵۳، V^*_{Fe}=-۴/۶۵-/±۰/۳۶، -۴/۷۶±۰/۳۸، V^*_{Cu}= ، V^*_B=-۲/۲۵±۰/۳۹، V^*_{Rd}=۷/۲۵±۰/۱۱ محاسبه گردید.

واژه های کلیدی: تشخیص چندگانه عناصر غذایی، نرم عناصر غذایی، عملکرد

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) در دنیا و از جمله همه کشورهای خاورمیانه به عنوان یکی از مهمترین ترین محصولات کشاورزی مطرح می باشد. تغذیه صحیح این گیاه نیز یکی از عوامل مهم در بهبود کمّی و کیفی محصول به شمار می‌آید. کمبودهای عناصر غذایی گیاهان بیشتر به طور مستقیم با استفاده از تجزیه برگی تشخیص داده می شود(Hallmark and Beverly, 1991). از آنجا که جذب عناصر غذایی و توزیع آنها توسط اثرات متقابل درون گیاه تحت اثر قرار می گیرد بنابراین روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی (CND) جهت بررسی وضعیت عناصر غذایی گیاهان پیشنهاد شده است. در CND نسبت یک عنصر به میانگین هندسی همه عناصر در نظر گرفته می شود. محققان بیان کردند که در روش CND تابع توزیع مربع کای برای تعیین مقدار آستانه تفکیک دو گروه عملکردی بالا و پایین جهت بررسی عدم تعادل عناصر غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد(Parent and Dafir, 1992).

مطالعات تعیین وضعیت تعادل و نرم های عناصر غذایی گیاه گندم با استفاده از روش CND بسیار محدود می باشد. بنابراین در این تحقیـق هدف (۱) استخراج نرم های CND برای گیاه گندم، (۲) تعیین غلظت های تعادل عناصر غذایی با استفاده از شاخص های CND.

مواد و روش‌ها

تئوری روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی

ترکیبات بافت گیاهی به صورت یک سادک (S^d) حاوی عناصر غذایی (N، P، K، ....) اندازه گیری شده و یک بخش باقیمانده ترکیبات (R_d)، به شکل رابطه ذیل قابل بیان است که در آن d نماینده تعداد عناصر غذایی ترکیبات گیاهی و عدد ۱۰۰ بیان کننده کل مقدار ماده خشک گیاه است(Parent and Dafir, 1992):

$$S^d = [(N, P, K, \dots, R_d): N > 0, P > 0, K > 0, \dots, R_d > 0, N + P + K + \cdots + R_d = 100] \quad (۱)$$

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

با محاسبه میانگین هندسی، نسبت لگاریتمی طبیعی عناصر غذایی(V_x) از طریق روابط زیر محاسبه می‌شود (Aitchison, 1986).

$$G = [N \times P \times K \times \cdots \times R_d]^{\frac{1}{d+1}} \quad (۳)$$

$$V_N = \ln\left(\frac{N}{G}\right), V_P = \ln\left(\frac{P}{G}\right), V_K = \ln\left(\frac{K}{G}\right), \ldots, V_{\mathrm{R_d}} = \ln\left(\frac{\mathrm{R_d}}{G}\right) \quad (۴)$$

$$V_N + V_P + V_K + \cdots + V_{\mathrm{R_d}} = 0 \quad (۵)$$

مقادیر V_x در جامعه با عملکرد زیاد به‌عنوان ارقام مرجع محسوب می‌شوند و معمولاً با V_x^* نشان داده می‌شوند. شاخص عناصر غذایی (I_x) و شاخص تعادل عناصر غذایی CND (r^2) به شرح ذیل محاسبه می‌شود از نظر تئوری هر اندازه r^2 به عدد صفر نزدیک‌تر شود تعادل عناصر غذایی مطلوب‌تر خواهد شد:

$$\mathrm{I_N} = \frac{V_N - V_N^*}{SD_N^*} \qquad \mathrm{I_P} = \frac{V_P - V_P^*}{SD_P^*}$$
$$\mathrm{I_K} = \frac{V_K - V_k^*}{SD_K^*} \qquad \mathrm{I_{R_d}} = \frac{V_{\mathrm{R_d}} - V_{\mathrm{R_d}}^*}{SD_{\mathrm{R_d}}^*} \quad (۶)$$

$$\mathrm{r}^2 = I_N^2 + I_P^2 + I_K^2 + \cdots + I_{\mathrm{R_d}}^2 \quad (۷)$$

در این روابط $SD_x^* V_x^*$, به‌ترتیب انحراف معیار و میانگین نسبت لگاریتمی عناصر غذایی در زیرگروه مرجع هستند. V_x و I_x نسبت لگاریتمی و شاخص‌های عناصر غذایی مربوط به زیرگروه غیرمرجع است.

برای تمایز جامعه به دو گروه با عملکرد زیاد و کم تابع تجمعی بین عملکرد و نسبت واریانس Vx ترسیم می شود. با تعیین نقطه عطف منحنی می‌توان گروه‌های عملکردی را تفکیک نمود(Khiari et al, 2001abc). مراحل تفکیک بدین صورت می باشد: الف) مشاهدات عملکرد به‌ترتیب نزولی مرتب و سپس به صورت تکرار، داده‌ها به دو گروه فرعی تقسیم می‌شوند. در اولین تکرار دو مشاهده از بالاترین مقادیر عملکردی یک گروه و بقیه مشاهدات گروه دیگر را تشکیل می‌دهد. در مرحله بعد سه مشاهده از بالاترین مقادیر مربوط به عملکرد در یک گروه و بقیه در گروه دوم قرار می‌گیرد. این فرآیند تا زمانی ادامه پیدا می‌کند که دو مشاهده از پایین‌ترین عملکردها یک گروه را تشکیل دهند. در هر تکرار تعداد مشاهدات برای ترکیب فرعی اول (گروه اول)، n_1 و برای ترکیب فرعی دوم (گروه دوم)، n_2 می‌باشد. ب) بعد از محاسبه نسبت لگاریتمی (Vx) و واریانس مقادیر Vx گروه های عملکردی، نسبت واریانس و تابع تجمعی نسبت واریانس محاسبه می‌شود.

$$F_i(V_x) = \frac{\text{واریانس } V_x \text{ برای } n_1 \text{ مشاهده}}{\text{واریانس } V_x \text{ برای } n_2 \text{ مشاهده}} \quad (۸)$$

$$F_i^c(Vx) = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n_1-1} f_i(V_x)}{\sum_{i=1}^{n-3} f_i(V_x)}\right] \times 100 \quad (۹)$$

ج) تابع تجمعی $F_i^c(Vx)$ مرتبط با عملکرد (Y) با الگوی درجه ۳ قابل نمایش است؛ و نقطه عطف این منحنی که شکل کاوی دارد از طریق مشتق اول و دوم معادله به‌دست خواهد آمد؛

$$F_i^c(V_x) = aY^3 + BY^2 + cY + d \quad (۱۰)$$

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

$$\frac{\partial^2 F_i^c(V_x)}{\partial Y^2} = 6ay + 2b = 0 \rightarrow y = -\frac{b}{3a} \quad (۱۲)$$

ایجاد بانک اطلاعاتی

این مطالعه در اراضی زراعی شرکت کشت و صنعت مغان انجام گردید. نمونه‌برداری خاک و گیاه از قطعه‌های اختصاص داده شده برای کشت گندم انجام گرفت. مرحله اول نمونه‌برداری از عمق ۳۰-۰ سانتی متری خاک در ماههای اواخر مهر و

اوایل آبان سال ۱۳۹۳ انجام گردید. نمونه های خاک بعد از هوا خشک شدن، از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند. پارامترهای شیمیایی خاک شامل pH گل اشباع، هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع، O.C، کربنات کلسیم معادل (CCE)، نیتروژن کل، فسفر قابل دسترس، کاتیونهای خاک شامل Na، K، Ca و Mg قابل دسترس، عناصر غذایی کم مصرف Fe، Zn، Mn و Cu و B تعیین گردید. در مرحله دوم، به طور تصادفی تعداد ۵۰ تا ۶۰ برگ پرچم (مرحله رشدGS 39) گیاه گندم از سطح ۹۶ مزرعه در بازه زمانی اواخر فروردین و اوایل اردیبهشت سال ۱۳۹۴نمونه برداری شد. نمونه ها پس از انتقال به آزمایشگاه، هوا خشک شده، در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشکانده و آسیاب گردید و پارامترهای غلظت N، P، K، Ca، Mg، Fe، Zn، Mn، Cu و B مطابق روش های تجزیه شیمیایی توصیه شده تعیین گردید(Jones, 2001). داده های عملکرد مربوط به مزارع نمونه برداری شده از اداره زراعی بخش های مختلف تهیه شد.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی خاک مزارع مورد مطالعه

	pH	EC	O.C	$CaCO_3$	Total N	Ca†	Mg†	Na†
		dS/m		……(g/100gr)……				
Min.	۷/۷	۱/۶۷	۰/۰۶	۳	۰/۰۳	۰/۸۹	۰/۰۰۹۳	۰/۰۴۳
Max.	۸/۲	۷/۷۱	۲/۳۲	۲۱	۰/۱۸	۲/۸۸	۰/۴۲	۰/۱۶
Mean±SD	۷/۳±۰/۱۷	۱/۱۷±۰/۴۶	۰/۹۸±۰/۳۸	۱۰/۳۳±۴/۰	۰/۰۹±۰/۰۳	۱/۱۷±۰/۲۱	۰/۱۹±۰/۰۷	۰/۰۷±۰/۰۲
	K‡	P‡	Cu‡	Mn‡	Fe‡	Zn‡	B‡	
	…….. (mg/kg)……							
Min.	۳۹۱	۴/۴	۰/۴۲	۰/۹۶	۰/۱۹	۰/۰۴	۰/۰۲	
Max.	۱۷۲۶	۴۰	۶/۹۶	۸/۸۷	۱۰/۸۶	۱/۶۲	۰/۶۳	
Mean±SD	۷۶۰±۲۲۶	۱۷/۰±۵/۲	۲/۴±۱	۵/۲۵±۱/۴۵	۴/۸۱±۲/۱۵	۰/۵۲±۰/۲۴	۱/۱۹±۰/۶	

†: exchangeable
‡: available

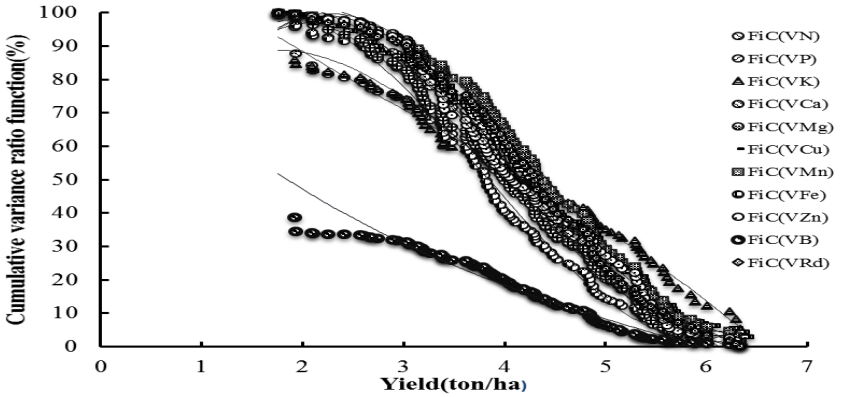
نتایج و بحث

نرم های روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی

سادک ۱۱ بُعدی گیاه گندم شامل ۱۰ عنصر غذایی (N، P، K، Ca، Mg، Cu، Mn، Fe، Zn، B) و مقدار پرکننده (R) می-باشد. تمام توابع محاسبه شده الگوی معادله درجه ۳ را نشان دادند که با محاسبه نقطه عطف منحنی ها (-b/3a)، برای هر عنصر غذایی یک مقدار حداکثر عملکرد محاسبه گردید که با میانگین گیری از این مقادیر محاسبه شده، مقدار ۴/۲۳۲ تن در هکتار ملاک تفکیک دو زیرگروه عملکردی بالا و پایین قرار گرفت (جدول۲). نمودار معادلات درجه سوم تشکیل شده بین عملکرد گندم و تابع تجمعی نسبت واریانس عناصر غذایی اندازه‌گیری شده نیز آورده شده است (شکل ۱).

جدول۲- عملکرد گندم در نقاط عطف توابع تجمعی نسبت واریانس

عناصر غذایی	$F_i^c(V_x) = aY^3 + bY^2 + cY + d$	R^2	عملکرد در نقطه عطف (ton/ha) (-b/3a)
N	$y = 1.38x^3 - 17.845x^2 + 49.474x + 49.525$	۰/۹۹۹۱	۴/۳۱
P	$y = 2.887x^3 - 35.453x^2 + 110.48x - 5.447$	۰/۹۹۵	۴/۰۹۳
K	$y = -0.247x^3 + 2.306x^2 - 24.272x + 129.7$	۰/۹۹۱	۳/۱۱
Ca	$y = 3.232x^3 - 39.84x^2 + 126.293x - 18.247$	۰/۹۹۵	۴/۱۰۸
Mg	$y = 2.583x^3 - 29.58x^2 + 78.286x + 39.437$	۰/۹۹۳	۳/۸۱۶
Cu	$y = 2.189x^3 - 27.67x^2 + 84.445x + 22.468$	۰/۹۹۷	۴/۲۱۳
Mn	$y = 2.456x^3 - 32.608x^2 + 109.76x - 10.112$	۰/۹۹۷	۴/۴۲۵
Fe	$y = 2.0664x^3 - 24.867x^2 + 67.224x + 47.084$	۰/۹۹۷	۴/۰۰۸
Zn	$y = 2.069x^3 - 25.561x^2 + 72.475x + 42.337$	۰/۹۹۱	۴/۱۱۶
B	$y = -0.1996x^3 + 3.6244x^2 - 30.531x + 95.32$	۰/۸۲۳	۶/۰۵۲
Rd	$y = 2.7602x^3 - 35.593x^2 + 117.27x - 16.016$	۰/۹۹۷	۴/۲۹۸



شکل ۱- رابطه بین عملکرد گندم و تابع تجمعی نسبت واریانس برای ۱۱ عنصر غذایی

نرم‌های اولیه CND شامل میانگین و انحراف استاندارد نسبت‌های لگاریتمی عناصر غذایی مربوط به زیرگروه با عملکرد بالا در جدول (۳) آورده شده است. روند افزایشی غلظت عناصر غذایی در برگ پرچم نمونه های مرجع به شرح زیر می باشد: Zn>Cu>Fe>Mn>B>P>Mg>Ca>K>N.

جدول ۳- نرم‌های CND عناصر غذایی در زیرگروه با عملکرد بالا جهت دستیابی به عملکرد بالای ۴/۲۳۲ تن در هکتار گیاه گندم

	V^*_N	V^*_P	V^*_K	V^*_{Ca}	V^*_{Mg}	V^*_{Cu}	V^*_{Mn}	V^*_{Fe}	V^*_{Zn}	V^*_B	V^*_{Rd}	ΣVx
میانگین	۳/۵۱	۱/۶۴	۳/۴۳	۲/۱۶	۲/۱۱	-۴/۷۶	-۳/۶۴	-۴/۶۵	-۴/۸۲	-۲/۲۵	۷/۲۵	۰/۰۰
انحراف معیار	۰/۳۱	۰/۳۲	۰/۳۶	۰/۲۸	۰/۲۴	۰/۳۸	۰/۲۴	۰/۳۶	۰/۵۳	۰/۳۹	۰/۱۱	-

منابع

Aitchison J. 1986. Statistical Analysis of Compositional Data. Chapman and Hall, New York.

Jones J. B. 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press LLC.

Hallmark W. B. and Beverly R. B. 1991. Review – An update in the use of the Diagnosis and Recommendation Integrated System. *Journal of Fertilizer Issues* 8: 74–88.

Hernandez J. L. G., Cepeda R. D.V., Amador B.M., Morales F.A.B., Espinoza F.H.R., Castillo I.O., Hernandez A.F. and Dieg E.T., 2006. Preliminary compositional nutrient diagnosis norms in *Aloe vera* L. grown on calcareous soil in an arid environment. Environmental and Experimental Botany 58: 244–252

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

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. Agronomy Journal. 93:802–808

Parent L.E. and Dafir M. 1992. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. J. Am. Soc. Hort. Sci. 117, 239–242.

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.

Determination of norms and diagnosis of nutrient unbalance at wheat plants by compositional nutrient diagnosis (CND) (Case Study of the Moghan region)

A. Geiklooi[1,*], A. Reyhanitabar[2], N. Najafi[2] and H. Homei[3]

1 and 2- Ph.D student and Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Tabriz, Iran

Abstract

Reference values derived from the generalized model based on compositional nutrient diagnosis (CND) are important. In the present study, with the yield cutoff value of 4.2 ton/ha and CND systems and were applied to identify 43 field groups out of 96 as high yielding subgroups (45%). Based on CND methodology, the nutrient norms were determined as follows: V^*_N=3.51 ± 0.31, V^*_P = 1.64 ± 0.32, V^*_K = 3.43 ± 0.35, V^*_{Ca} = 2.16 ± 0.28, V^*_{Mg} = 2.11 ± 0.24, V^*_{Mn} = -3.64 ± 0.24, V^*_{Zn} =-4.82 ± 0.53, V^*_{Fe}= - 4.65 ± 0.36, $V^*_{Cu,}$ = -4.76 ± 0.38, V^*_B= -2.25 ± 0.39, V^*_{Rd} = 7.25 ± 0.11.

Keywords: compositional nutrient diagnosis (CND), nutrition norms, yield