تشخیص چند گانه عناصر غذایی(CND[1]) برای چغندرقند

عبدالمحمد دریاشناس[۲*] و کبری ثقفی

عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات خاک و آب؛ anssm2000@yahoo.com

محقق موسسه تحقیقات خاک و آب؛ kobra-saghafi@yahoo.com

چکیده

وضعیت عناصر غذایی در گیاهان با عملکرد زیاد می تواند یک معیار واقعی برای ارزیابی رشد و دستیابی به عملکرد بهینه باشد. ارقام مرجع (نرم ها) استخراج شده از مدل های تعمیم یافته مبتنی بر تشخیص چند گانه عناصر غذایی (CND) اهمیت دارند. در این تحقیق گروه عملکرد زیاد به تعداد ۱۲۳ مزرعه (۳۲ درصد) از ۳۸۲ مزرعه با احتساب عملکرد ریشه حد واسط به میزان ۵۳/۹۸۰ تن در هکتار با استفاده از سامانهCND از طریق ریاضی و آماری و کاربرد تابع تجمعی نسبت واریانس عناصر غذایی و تابع توزیع مربع کای، متمایز گردید. همچنین مقدار مربع کای بحرانی برای تمایز گروه عملکرد زیاد به میزان ۷/۳ بدست آمدکه این مقدار نیز با استفاده از داده های ۳۸ مزرعه چغندر قند بروش آماری کیت – نلسون مورد ارزیابی قرار گرفت و تایید گردید. سپس براساس روش شناسی سامانهCND نرم‌های استاندارد برای عناصر غذایی N، P، K، Mn، Zn، Fe، Cu، B، S و R_d به ترتیب $V_N^* = ۳/۴۴۲ \pm ۰/۱۴۵$، $V_P^* = ۰/۷۶۵ \pm ۰/۱۳۹$، $V_K^* = ۳/۱۹۷ \pm ۰/۱۸۷$، $V_{Mn}^* = -۲/۴۸۰ \pm ۰/۲۶۹$، $V_{Zn}^* = -۳/۶۹۱ \pm ۰/۳۰۶$، $V_{Fe}^* = -۳/۳۱۷ \pm ۰/۳۲۱$، $V_{Cu}^* = -۴/۳۷۷ \pm ۰/۲۳۳$، $V_B^* = -۳/۴۸۷ \pm ۰/۲۹۳$، $V_S^* = ۱/۳۵۹ \pm ۰/۲۸۳$، $V_{Rd}^* = ۶/۵۸۹ \pm ۰/۰۷۶$ محاسبه گردید. همچنین با استفاده از نتایج تجزیه گیاه ۳۸ مزرعه چغندر قند، محدوده "کفایت" و" بحرانی" عناصر غذایی برای سا ما نه CND برآ ورد گردید. به منظور اعتبار سنجی اولیه نرمها و شاخص ها، داده های تعدادی از آزمایشهای کودی چغندرقند بررسی شد و نتایج رضایت بخشی به دست آمد. می توان از این نرم ها، شاخص ها و محدوده های کفایت و بحرانی برای پیش بینی رشد، عملکرد و تشخیص اختلالات تغذیه ای چغندر قند استفاده کرد.

واژه های کلیدی: تجزیه گیاه، وضعیت عناصر غذایی، چغندر قند، تشخیص چند گانه عناصر غذایی، ارقام مرجع

مقدمه

چغندرقند گیاهی صنعتی است که فرایند تکامل آن در دو عرصه مزرعه و کارخانه اتفاق می‌افتد. بر خلاف حوزه کارخانه، مزرعه محیطی حیاتی متأثر از عوامل پویاست. تغذیه گیاه به عنوان یک عامل تأثیرگذار، تابعی از اثرات متقابل عناصر غذایی و شرایط محیطی است لذا تعیین دقیق عناصر غذایی مورد نیاز گیاه نیازمند روش علمی مبتنی بر اندازه‌گیری است تا بتوان میزان کمبود عناصر غذایی را تعیین نمود. (تیسدل و همکاران، ۱۹۹۳).

مصرف بیشتر کودها بویژه نیتروژن از یکسو باعث افزایش قابل توجه عملکرد غده چغندرقند ولی از سوی دیگر موجب کاهش کیفیت محصول می‌شود. به سبب این تأثیر متضاد، تغذیه متعادل چغندرقند اهیت زیادی دارد. در سالهای اخیر در رابطه با مصرف متعادل کودها در ایران تحقیقات زیادی توسط ملکوتی و همکاران و استفاده از

1- CND: Compositional nutrient diagnosis

۲- نویسنده مسئول، آدرس: کرج، میدان استاندارد بعد از رزکان نو بلوار امام خمینی (ره) موسسه تحقیقات خاک و آب کد پستی ۳۱۷۷۹۹۳۵۴۵

* دریافت: خرداد ۱۳۸۹ و پذیرش: دی ۱۳۸۹

Archive of SID

www.SID.ir

روشهایی نظیر دریس بکار برده شد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). تعدادی از محققین اظهار داشتند

روش دریس در مناطقی نظیر کشور ایران که مصرف کود در آن نامتعادل می‌باشد، اهمیت بیشتری دارد. (سلطانپور و همکاران،۱۹۹۵). روش تجزیه گیاه به منظور بهینه کردن مصرف کودها و تشخیص اختلالات تغذیه گیاهی استفاده می شود. روشهای تجزیه گیاه نظیر غلظت بحرانی [1](CVA) توسط اولریچ (۱۹۵۲) و باتس (۱۹۷۱)، روش تلفیقی تشخیص و توصیه [2](DRIS) توسط والورث و سامنر (۱۹۸۷) و روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی (CND) توسط پرنت و دافیر (۱۹۹۲) و پرنت و همکاران (۱۹۹۴) و خیاری و همکاران (۲۰۰۱a,b) استفاده شدند. تفسیر نتایج به روش غلظت بحرانی بصورت محدوده کمبود، کافی و زیاد بیان می شود که هر کدام از این محدوده ها به صورت ارقام مرجع یا نرمها برای سنین معینی از رشد با وسعت زیادی از غلظت عناصر غذایی ارائه شده است. اما در این روش اثرات متقابل عناصر در درون محدوده‌های وسیع غلظت‌ها مستتر است و قابل تفکیک نیستند (پرنت و دافیر،۱۹۹۲). در روش DRIS با در نظر گرفتن فرم های بیان دو عنصری نظیر N/P، N/K و ... تا حدود زیادی اثرات متقابل عناصر منظور گردیده است. روش DRIS با در نظر گرفتن نسبت دو عنصری (dual-ratio) ولی روش CND با در نظر گرفتن نسبت یک عنصر به همه عناصر (multi- ratio) اثرات متقابل عناصر را بیان می دارد (پرنت و دافیر،۱۹۹۲). ارقام مرجع (نرمها) در روش دریس به صورت فرم های بیان دو عنصری اند که وضعیت هر عنصر به صورت شاخص عنصر غذایی نظیر I_N ، I_P ، I_K و... از طریق محاسبه تابع نسبت دو عنصری کلیه عناصر بیان می شود. در واقع در روش DRIS شاخص هر عنصر غذایی میانگینی از نسبت های دو عنصری اند ولی در سامانه CND وضعیت هر عنصر غذایی نسبت به میانگین هندسی کلیه عناصر محاسبه می‌شود و اثرات متقابل یک عنصر نسبت به کلیه عناصر سنجیده می شود (والورث و سامنر، ۱۹۸۷، خیاری و همکاران، abc ۲۰۰۱). در هر دو روش DRIS و CND فلسفه انتخاب نرم استاندارد بر پایه این منطق استوار است که غلظت عناصر غذایی در گیاهان با عملکرد زیاد متعادل ترین است و این غلظت ها می توانند به عنوان معیاری برای ارزیابی رشد گیاهان و دستیابی به حداکثر عملکرد محسوب شوند. اما تفکیک دو گروه عملکرد زیاد و کم در روش دریس اختیاری است و استدلال برای تفکیک این است که به احتمال زیاد نمونه های دارای عملکرد زیاد دارای توزیع نرمال‌اند و پارامترهای مربوط به این گروه عملکردی نظیر غلظت عناصر نیز توزیعی نرمال و همگن دارند (والورث و سامنر، ۱۹۸۷). لذا متوسط عملکرد زارعین با مدیریت مناسب ملاک تفکیک دو گروه عملکردی قرار می گیرند اما مزیت روش CND این است که با کمک گرفتن از روش ریاضی و آماری و کاربرد تابع تجمعی نسبت واریانس عناصر غذایی و تابع توزیع مربع کای، گروه های عملکردی زیاد و کم با دقت زیاد تفکیک می شوند و امکان استفاده از بانک اطلاعاتی کوچک را تسهیل می کند (خیاری و همکاران، abc ۲۰۰۱). خیاری و همکاران (a ۲۰۰۱) با استفاده از روش CND توانستند شاخص عناصر غذایی و نرم های استاندارد CND را برای عناصر N، P، K، Ca و Mg جهت ارزیابی وضعیت تغذیه ذرت در مرحله رشد V_4 تا V_8 تعیین نمایند و ارتباط بسیار خوبی را (R^2 = ۰/۹۶) بین شاخص تعادل عناصر غذایی روش دریس [3](NII) با شاخص تعادل عناصر غذایی بروش CND یعنی (r^2) برای مرحله رشدی مذکور گزارش نمودند. در همین تحقیق شاخص عنصر نیتروژن در سه روش CVA، DRIS و CND مورد مقایسه قرار گرفت که ضریب تبیین (R^2) بین شاخص های نیتروژن با عملکرد دانه ذرت به ترتیب ۰/۰۳، ۰/۴۱ و ۰/۴۸ بدست آمد که بیانگر برتری نسبی روش CND به سایر روشها است. خیاری و همکاران (b ۲۰۰۱) در تحقیق دیگر ضمن استفاده از روش CND و کاربرد آن در کوددهی فسفری سیب زمینی، آنرا با روش DRIS مقایسه نمودند. در این تحقیق نیز نرم های CND به روش گام به گام برای عناصر N، P، K، Ca و Mg بدست آمد و مقدار محدوده بحرانی فسفر(CND_P) را با حدود ۰/۸- تا ۰/۸ + برای سیب زمینی گزارش نمودند. در همین تحقیق ضریب تبیین (R^2) بین NII دریس با عملکرد غده ۰/۱۳ ولی بین r^2 روش CND با عملکرد غده ۰/۳۴ گزارش شد که حاکی از دقت بیشتر روش CND نسبت به DRIS است. همچنین ارتباط شاخص عنصر غذایی فسفر (I_p) با عملکرد نسبی در سه روش CVA، DRIS و CND محاسبه و ضریب تبیین (R^2) به ترتیب ۰/۲۳، ۰/۷۲ و ۰/۸۳ بدست آمد که بیانگر مزیت نسبی روش CND به دیگر روشهاست .همچنین نرمهای CND برای محصولات دیگر نظیر پیاز توسط پرنت و خیاری (۲۰۰۳) و لوبیا چشم بلبلی .Vigna unguiculata L (walpi) توسط جوز و همکاران (۲۰۰۵) و نوعی کاکتوس

1- CVA: Critical value approach
2- DRIS: Diagnosis and recommendation integrated system
3- NII: Nutrient Imbalance Index

Archive of SID

www.SID.ir

داروئی بنام (Nopul -Opuntia ficus-india) توسط رافایل و همکاران (۲۰۰۴) تعیین شده است. در این تحقیق ابتدا روش شناسی سامانه CND تشریح و نتایج بر روی چغندرقند که به روش DRIS ارزیابی شده است (دریاشناس و پاک نژاد، ۱۳۸۴) با روش CND مورد بررسی و سپس نرم‌های استاندارد CND، شاخص عناصر غذایی و محدوده های "کفایت" و" بحرانی" برای عناصر غذایی تعیین و مورد بحث و تجزیه و تحلیل و اعتبار سنجی اولیه قرار می گیرد.

تئوری روش تشخیص چند گانه عناصر غذایی (CND)

این روش که مبانی ریاضی و آماری آن توسط پرنت و دافیر (۱۹۹۲) بیان گردید بشرح ذیل می باشد.

۱- ترکیبات بافت گیاهی به صورت یک سادک[1] (S^d) حاوی عناصر غذایی(... N, P, K) و یک بخش باقیمانده ترکیبات (R_d) بشکل رابطه ذیل قابل بیان است که در آن d نماینده تعداد عناصر غذایی و R_d بیانگر باقیمانده ترکیبات گیاهی است.

(۱)

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

در این رابطه عدد ۱۰۰ بیان کننده کل غلظت ماده خشک گیاه است (درصد) و N، P، K ... و R_d عناصر غذائی تشکیل دهنده بافت گیاهی هستند که R_d نشانگر سایر عناصر غذایی باقیمانده و اندازه گیری نشده است که از رابطه (۲) محاسبه می شود (ایچسن، ۱۹۸۰).

$R_d = ۱۰۰ - (N + P + K \ldots)$ (۲)

۲- میانگین هندسی عناصر غذایی با رابطه ۳ نشان داده می شود.

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

۳- نسبت لگاریتم طبیعی عناصر از طریق روابط ذیل محاسبه می شود.

$$Z_i = \log\left[x_i / g(x)\right]$$

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

$$V_N + V_P + V_K + \ldots V_{Rd} = 0 \quad (۵)$$

در نتیجه V_x بیانگر نسبت لگاریتمی عناصر برای xعنصر است. رابطه ۵ درستی محاسبات را تأیید می کند. براساس این تعریف، مجموع ترکیبات گیاهی بر مبنای عدد ۱۰۰ است و مجموع نسبت لگاریتمی عناصر با احتساب مقدار باقیمانده ترکیبات (R_d) برابر صفر خواهد بود. V_X

برای عناصری مانند N، P، K، ... R_d فرم بیانی از وضعیت و نسبت عناصر غذائی در گیاه است که مقادیر آن در جامعه با عملکرد زیاد بیانگر غلظت مطلوب و ایده آل است و به عنوان ارقام مرجع یا نرم های استاندارد CND محسوب می شوند و معمولاً با V^*_N، V^*_P، V^*_K و ... V^*_{Rd} نشان داده می شود. در نتیجه اگر غلظت هر عنصر غذایی گیاه مورد مطالعه را با غلظت ایده آل یا همان نرم های CND استاندارد کنیم شاخص عناصر غذایی CND بدست خواهد آمد و برای عناصر N، P، K، و ... R_d بشرح ذیل محاسبه می شود:

$$I_{zi} = \left(Z_i - z_i\right) / S_{zi} \quad (۶)$$

$$I_N = \frac{V_N - V^*_N}{SD^*_N} \qquad I_P = \frac{V_P - V^*_P}{SD^*_P}$$

$$I_K = \frac{V_K - V^*_K}{SD^*_K} \qquad I_{Rd} = \frac{V_{Rd} - V^*_{Rd}}{SD^*_{Rd}}$$

در این روابط V^*_N، V^*_P، V^*_K، V^*_{Rd}، V^*_V، SD^*_P، SD^*_K، SD^*_{Rd} به ترتیب میانگین و انحراف معیار نسبت لگاریتمی عناصر غذایی هستندکه بعنوان نرم استاندارد و یا ارقام مرجع CND محسوب می شوند. V_N، V_P، V_K و V_{Rd} نسبت لگاریتمی مربوط به نمونه مطالعاتی است. I_N، I_P، I_K و I_{Rd} به ترتیب شاخص عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم و عناصر باقیمانده هستند.

در روش دریس نیز شاخص عناصر غذایی از طریق استاندارد کردن نرم های عناصر غذایی با استفاده از رابطه $I_{xi} = [1/(d-1)]^* \sum_{i=1}^{d} f\left(X_i / X_d\right),\ i \neq d$, پیشنهاد شده است (والورث و سامنر, ۱۹۸۷) و تفاوت آن با شاخص عناصر غذایی در روش CND این است که در روش دریس، نرم ها بصورت نسبت دو عنصری (N/P، P/N، N/K ، K/N و ...) بیان شده است ولی در روش CND غلظت یک عنصرنسبت به میانگین هندسی کل عناصر و ترکیبات با استفاده از رابطه $I_{zi} = \left(Z_i - z_i\right)/S_{zi}$ محاسبه می شود (پرنت و دافیر، ۱۹۹۲).

۴- شاخص تعادل عناصر غذایی با روش CND از طریق رابطه ذیل قابل محاسبه است. در این رابطه 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 تعادل عناصر غذایی مطلوب تر خواهد شد.

$$r^2 = I^2_N + I^2_P + I^2_K + \ldots + I^2_{Rd} \quad (۷)$$

بنابراین برای هر نمونه مشخص گیاهی از طریق بدست آوردن r^2 می توان عدم توازن عناصر غذایی را

1- Simplex

Archive of SID

www.SID.ir

تعیین کرد. با توجه به اینکه شاخص های عناصر غذایی CND متغیری مستقل و نرمال (unit-Normal) هستند بنابر این مجموع این شاخصها یعنی r^2 از یک توزیع مربع کای با درجه آزادی d+۱ تبعیت می کند (روس،۱۹۸۷). تبعیت متغیر شاخص توازن عناصر غذایی CND یعنی r^2 از تابع توزیع مربع کای یک مزیت به شمار می رود که در سامانه دریس امکان پذیر نبوده است.

۵- مراحل انتخاب جامعه با عملکرد زیاد در روش دریس تقسیم بندی جامعه عملکردی به دو گروه زیاد و کم اختیاری است. بررسیهای انجام شده در روش دریس نشان می دهد با توجه به اینکه محدوده نسبت عناصر غذایی در گروه عملکرد زیاد باریک و کوچک است، در نتیجه انتخاب نرم مناسب عناصر غذایی که از نسبت واریانس فرم های بیانی عناصر غذایی گروه عملکرد کم به زیاد بدست می آید بستگی زیاد به انتخاب نقطه تمایز دو گروه دارد در نتیجه انتخاب نقطه حد واسط اهمیت دارد. یک روش مناسب برای تمایز جامعه عملکرد به دو گروه زیاد و کم می تواند بر اساس ترسیم تابع تجمعی بین عملکرد و نسبت واریانس شاخص های عناصر غذایی باشد. این تابع عملکرد – عنصر غذایی شکل کاوی (concavity) دارد که با تعیین نقاط عطف منحنی (Inflection point) می توان گروه های عملکردی را با دقت ریاضی تفکیک نمود (خیاری و همکاران ، c ۲۰۰۱) (شکل ۱). مراحل به طریق زیرتعیین می شود:

۱- عملکردها از زیاد به کم ردیف می شوند؛

۲- نسبت لگاریتمی(V_X) عناصر غذایی محاسبه می شود؛

۳- واریانس مقادیر V_X برای اولین گروه عملکرد و برای سایر عملکردها محاسبه و نسبت واریانس آنها براساس رابطه زیر محاسبه می شود.این عمل برای دومین گروه عملکرد و الی آخر انجام می شود؛

(۸)

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

۴- تابع تجمعی نسبت واریانس نیز به روش بند ۳ براساس رابطه ذیل محاسبه می شود؛

$$F_i^c = \frac{\sum_{i=1}^{n_1-1} f_i\ (V_X)}{\sum_{i=1}^{n-3} f_i\ (V_X)} \times ۱۰۰ \qquad (۹)$$

۵- تابع تجمعی $F_i^c\ (V_X)$ مرتبط با عملکرد (Y) با الگوی درجه ۳ قابل نمایش است؛

$$F_i^C(V_x) = aY^3 + BY^2 + cy + d \qquad (۱۰)$$

۶- نقطه عطف این منحنی که شکل کاوی دارد ، از طریق مشتق اول و دوم معادله بدست خواهد آمد؛

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

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

از حل معادله (۱۲) مقدار b/3a– بیانگر عملکرد حد واسط بین گروه عملکرد کم و زیاد است که برای d +۱ عنصر غذایی قابل محاسبه است (شکل ۱).

مواد و روشها

تعداد ۷۶۴ نمونه گیاه (برگ و غده) از ۳۸۲ مزرعه چغندرقند کاری پراکنده در اطراف شهرستانهای دزفول، شوش، اندیمشک و هفت تپه از واحدهای کشت و صنعت، زارعین و کرتهای آزمایشی در مدت سه سال (۱۳۷۶-۱۳۷۳) جمع آوری شد. نمونه های گیاهی از مزارعی که ۹۰ تا ۱۲۰ روز از تاریخ کاشت آنها گذشته بود و از بوته های بالغ کاملاً باز شده (بین جوانترین برگها در مرکز بوته و برگهای مسن تر) تهیه شد. از هر مزرعه دو نمونه مرکب بدین گونه تهیه شده که از ۳۰ نقطه واقع در هر مزرعه، ۳۰ بوته انتخاب و اندامهای پهنک و دمبرگ تفکیک شد. تجزیه های آزمایشگاهی شامل ازت کل به روش میکروکلدال و با استفاده از دستگاه اتوآنالیز کجلتک، فسفر به روش کالریمتری توسط اسپکتروفتومتر، پتاسیم به وسیله دستگاه فلیم فتومتر اندازه گیری شد. عناصر روی، منگنز، آهن و مس به روش استخراج با هضم خشک انجام و توسط دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد. عنصر بور به روش آزومتین- اچ و گوگرد و به روش توربیدومتری با دستگاه اسپکتروفتومتری مورد سنجش قرار گرفت (امامی، ۱۳۷۵) در زمان برداشت میزان عملکرد ریشه و عیار قند هر مزرعه محاسبه گردید. با استفاده از نرم افزار Excel جامعه عملکردی از طریق کاربرد تابع تجمعی به دو گروه عملکرد کم و زیاد تقسیم شد. سپس شاخص های عناصر غذایی نیز به روش گام به گام CND مطرح شده توسط خیاری و همکاران (۲۰۰۱abc) تعیین گردید.

نتایج و بحث

با ۷۶۴ نمونه گیاه شامل برگ و غده از ۳۸۲ مزرعه پراکنده در مناطق چغندرکاری استان خوزستان یک بانک اطلاعاتی حاوی ۴۲۱۱ داده آزمایشگاهی و صحرائی ایجاد گردید. داده های عملکرد ریشه و غلظت عناصر N، P، K، Mn، Zn، Fe، Cu، B و S در محیط نرم افزار Excel وارد شد. سپس براساس روش پیشنهادی خیاری و

Archive of SID

www.SID.ir

همکاران (۲۰۰۱abc) عملیات گام به گام به شرح ذیل انجام شد.

گام اول

داده های عملکرد و غلظت عناصر غذایی مربوطه به ۳۸۲ مزرعه براساس میزان عملکرد از زیاد به کم ردیف شد. سپس مقادیر میانگین هندسی (G) و نسبت لگاریتمی ۹ عنصر غذایی ، بر اساس معادلات ۳ و ۴ محاسبه گردید. در ادامه براساس معادله ۸ مقادیر تابع نسبت واریانس عناصر غذایی [$F_i\ (V_X)$] برای کلیه عناصر محاسبه شد. متعاقب آن تابع تجمعی واریانس نسبت لگاریتمی عناصر غذایی[$F_i^c(V_X)$] براساس معادله ۹ برای ۹ عنصر محاسبه شد.

برای تعیین عملکرد حد واسط و تمایز گروه کم و زیاد ارتباط بین عملکرد ریشه و مقادیر تجمعی نسبت واریانس هر عنصر غذایی یعنی $F_i^c(V_N)$، $F_i^c(V_P)$، $F_i^c(V_K)$، $F_i^c(V_{Mn})$، $F_i^c(V_{Zn})$، $F_i^c(V_{Fe})$، $F_i^c(V_{Cu})$، $F_i^c(V_B)$، $F_i^c(V_S)$ و $F_i^c(V_R)$ محاسبه و ترسیم گردید که بصورت ۱۰ معادله درجه ۳ برای ۹ عنصر و یک قسمت باقیمانده (R_d) برازش داده شد (جدول ۱ و شکل ۲).

نقاط عطف منحنی ها برای ۹ عنصر غذایی و ترکیبات باقیمانده به ترتیب $Fi^c(V_N)$=۵۷/۴، $F_i^c(V_K)$=-۵۶/۶، $F_i^c(V_P)$=۵۵، $F_i^c(V_{Mn})$=۶۱/۱، $F_i^c(V_{Zn})$=۷۱/۶، $F_i^c(V_{Fe})$=۵۵/۵، $F_i^c(V_{Cu})$=۵۳/، $F_i^c(V_B)$=۴۱، $F_i^c(V_S)$= ۴۲ و $F_i^c(R_d)$ = ۴۸ تن در هکتار بدست آمد. مدل درجه ۳ برای کلیه عناصر معنی دار بود (۰/۹۹- ۰/۹۷ = R^2). با میانگین گیری از ۹ عملکرد مذکور، میزان عملکرد حد واسط برای تفکیک دو گروه عملکرد کم و زیاد به مقدار ۵۳/۹۸۰ تن در هکتار ملاک قرار گرفت در نتیجه از مجموع ۳۸۲ مزرعه تعداد ۱۲۳ مزرعه معادل ۳۲ درصد در گروه عملکرد زیاد و ۲۵۹ مزرعه معادل۶۸ درصد در گروه عملکرد کم قرار گرفتند. نکته قابل توجه این است که در تحقیق قبلی که توسط نگارنده این سطور در مورد تعیین نرمهای دریس چغندرقند انجام شد (دریاشناس و پاک نژاد، ۱۳۸۴) عملکرد ریشه حد واسط به میزان۳۵۳ /۵۳ تن در هکتار برای تفکیک دو گروه عملکرد کم و زیاد در نظر گرفته شد. در واقع انتخاب عملکرد۵۳/۳۵۳ تن در هکتار در روش دریس اختیاری است و براساس تجارب محلی و میانگین عملکردهای گزارش شده از زارعین پیشرفته و کشت و صنعت ها بدست آمده و مورد ملاک قرار گرفته بود و در تحقیق حاضر با کاربرد روش ریاضی و استفاده از تابع تجمعی نسبت عناصر غذایی این عدد مورد تأئید قرار گرفت به طوری که عملکرد حد واسط از محاسبات ریاضی و آماری به روش CND به میزان ۵۳/۹۸۰ تن در هکتار بدست آمد .

گام دوم

مربع کای بحرانی برای ۹ عنصر به اضافه بخش باقیمانده (R_d) شامل ۱۰ درجه آزادی است و همان طوری که که در گام اول مشخص شد حدود ۶۸ درصد عملکردها در محدوده عملکرد کم و ۳۲ درصد در محدوده عملکرد زیاد قرار گرفته است که مقدار مربع کای بحرانی برای این مقادیر حدود ۷/۳ بدست آمد که از آن می توان برای تفکیک دو گروه عملکرد استفاده کرد (زالی و جعفری شبستری، ۱۳۶۹).

گام سوم

تعیین نرمهای استاندارد عناصر غذایی CND

با توجه به اینکه غلظت عناصر در جامعه با عملکرد زیاد به عنوان نرم و حد بهینه عناصر غذایی قرار می گیرند (خیاری و همکاران ۲۰۰۱a,b) در نتیجه با در نظر عملکرد حد واسط ۵۳/۹۸۰ تن در هکتار مقدار V^*_N، V^*_P، V^*_K، V^*_{Mn}، V^*_{Zn}، V^*_{Fe}، V^*_{Cu}، V^*_B، V^*_S، V^*_{Rd} منعکس شده در جدول ۲ به عنوان نرم های CND برآورد گردید. براین اساس غلظت های بهینه این عناصر نیز در جدول مذکور ارائه شده است.

گام چهارم

ارزیابی و مقایسه مقدار کای اسکویر بحرانی با r^2

توزیع متغیر r^2 شبیه توزیع تابع مربع کای است (خیاری و همکاران، ۲۰۰۱c). با داده های حاصل از ۳۸ مزرعه چغندر قند مقدار $CNDr^2$ با استفاده از روش آماری کیت- نلسون (نلسون و اندرسون، ۱۹۷۷) (شکل ۳) و (جدول ۳) محاسبه و با مربع کای بحرانی بدست آمده در گام دوم مقایسه شد. که به این منظور ابتدا با استفاده از نرم های CND حاصله از گام سوم و روابط ۶ و۷ مقادیر I_N، I_P، I_K ... و I_{Rd} و نهایتاً r^2 برای ۳۸ مزرعه محاسبه گردید که در جدول ۳ ارائه شده است. سپس با استفاده از دو متغیر r^2 و عملکرد ریشه، دیاگرام ارتباط بین آنها ترسیم گردید (شکل ۳). مقدار r^2 بحرانی حاصله از این محاسبه۷/۷ بود که بسیار نزدیک به مقدار مربع کای بحرانی در گام دوم یعنی ۷/۳ بود. همچنین عملکرد حد واسط (کمترین عملکرد برای تفکیک دو جامعه) نیز در این روش حدود ۵۲/۵ تن در هکتار بود (شکل۳)که بسیار نزدیک به عملکرد حد واسط بدست آمده در گام یک به میزان ۵۳/۹۸۰ تن در هکتار بود.

Archive of SID

www.SID.ir

گام پنجم

محدوده کفایت عناصر غذایی در روش CND برای چغندرقند

تعدادی از محققین اعتقاد دارند بجای یک «نقطه بهینه» بهتر است یک «محدوده بهینه» برای عناصر غذایی منظور شود و بهترین تقریب برای چنین محدوده‌ای مثلاً به روش DRIS با میانگین نسبت عناصر ± انحراف معیار بدست می آید. محاسبه شاخص های عناصر غذایی با کاربرد نرمهای تعدیل شده توسط آماره انحراف معیار، خطای تشخیص را بویژه در موارد عدم تعادل شدید عناصر غذایی نقصان می‌دهد (الوالی و گاشو، ۱۹۸۴). در ارتباط با تفسیر نتایج با استفاده از روش DRIS بر روی گیاه شبدر ساوی و روبینسون (۱۹۹۰) دریافتند، وقتی که محدوده‌های بزرگتری از نرم عنصر غذایی در نظر گرفته شد، تعداد تشخیص‌های درست نسبت به غلط برای عناصر P و K به ترتیب ۲۳٪ و ۲۷٪ افزایش یافت. یکی از مزایای سامانه CND نسبت به روش DRIS اینست که رابطه شاخص های عنصر غذایی CND با عملکرد شبیه یک تابع کای اسکویر است و دارای این پتانسیل است که می توان شاخص ها را به صورت یک محدوده بیان داشت (خیاری و همکاران، ۲۰۰۱ab). در این ارتباط برای تعیین محدوده بحرانی شاخص عناصر غذایی به روش CND برای چغندر قند تحقیق ما بدین طریق عمل شد که جامعه عملکرد ریشه (مزرعه ۳۸= N) با استفاده از مربع شاخص های عناصر غذایی ($CNDI^2x$) و روش گام به گام آماری کیت- نلسون (نلسون و اندرسون، ۱۹۷۷) به دو گروه تقسیم شد. مربع شاخص‌های بحرانی (I^2x) به ترتیب ۰/۰۷۱ برای I^2N، ۰/۲۶۷ برای I^2P، ۰/۰۲۷ برای I^2K ، ۰/۲۲۷ برای I^2Mn، ۰/۹۳۲ برای I^2Zn، ۰/۸۵۵ برای I^2Fe، ۱/۳۶۳ برای I^2Cu، ۰/۷۱۳ برای I^2B ، ۰/۶۴۱ برای I^2S و ۱/۵۷۳ برای I^2Rd بدست آمد (جدول۳) مجموع این متغیرها برابر ۷/۷ می شود و تقریباً برابر مقدار $CNDr^2$ بدست آمده در گام دوم (۷/۳= r^2) بود (روس، ۱۹۸۷). با توجه به اینکه r^2 از حاصل جمع (additive) مربع شاخص های کلیه عناصر بدست می آید. نتیجاً می توان هر یک از مربع شاخص های عناصر را به صورت یک محدوده متقارن نسبت به عدد صفر بیان داشت (خیاری و همکاران، ۲۰۰۱ab). در واقع r^2 یک مجموعه متشکل از محدوده‌های شاخص غذایی است که به وسیله روش کیت- نلسون قابل تعریف است و می تواند به عنوان یک روش کنترل برای برآورد صحیح شاخص های عناصر غذایی محسوب شود و این پتانسیل در روش DRIS امکان پذیر نیست. مقادیر (I^2x) و محدوده بحرانی برای نیتروژن۰/۲۶۶- تا ۰/۲۶۶+ برای فسفر ۰/۵۱۶- تا ۰/۵۱۶+ برای پتاسیم ۰/۱۶۴+ تا ۰/۱۶۴-، برای منگنز ۰/۴۷۶+ تا ۰/۴۷۶-، برای روی ۰/۹۶۵+ تا ۰/۹۶۵-، برای آهن ۰/۹۲۴+ تا ۰/۹۲۴-، برای گوگرد ۱/۲۸۱+ تا ۱/۲۸۱- و برای باقیمانده عناصر ۱/۲۵۴+ تا ۱/۲۵۴- بدست آمد (جدول ۳). می توان این محدوده ها را به عنوان یک «محدوده کفایت» برای شاخص های عناصر غذایی در نظر گرفت که اعداد خارج از این محدوده بیانگر وضعیت بحرانی و داخل محدوده نشانه وضعیت خوب و بسنده است. مثلاً شاخص بحرانی ۰/۲- برای فسفر که در محدوده ۰/۵+ تا ۰/۵- قرار می گیرد بیانگر وضعیت نرمال عنصر فسفر برای چغندر قند است در حالیکه در روش دریس منفی بودن یک شاخص بیانگر کمبود آن عنصر برآورد می شود (والورث و سامنر، ۱۹۸۷). به هرحال حتی با روش DRIS هم اگر به توان شاخص های عناصر غذایی را به صورت یک محدوده بیان داشت احتمال تفسیر صحیح نسبت به غلط افزایش می یابد (ساوی و روبینسون، ۱۹۹۰). محققین اخیر نرمهای دریس را برای گیاه شبدر به صورت مضربی از انحراف معیار نرمها ($\frac{16}{3}SD$، $\frac{12}{3}SD$، $\frac{8}{3}SD$، $\frac{4}{3}SD$ و $\frac{0}{3}SD$) منظور کردند و نتیجه گرفتند تعداد تفسیر صحیح با لحاظ کردن محدوده های بزرگتری از نرم ما نند $\frac{16}{3}SD$ و $\frac{12}{3}SD$ نسبت به نرمهای بدون محدوده ($\frac{0}{3}SD$: به عنوان یک نقطه بهینه) بیشتر بوده است.

گام ششم

ارزیابی و مقایسه شاخص عناصر غذایی چغندر قند در روشهای CVA، DRIS و CND

شاخص های عناصر غذایی در روشهای CVA، DRIS و CND به منظور ارزیابی وضعیت تغذیه ای گیاه استفاده می شود. شاخص متداول در روش CVA استفاده از تغییرات غلظت نیتروژن گیاه نسبت به تغییرات رشد و عملکرد است.در روش DRIS شاخص عناصر غذایی هر عنصر به صورت میانگین نسبت های دو عنصری عناصر است ($I_{xi}=[1/(d-1)]^* \sum_{i=1}^{d} f(X_i/X_d), i\neq d,$) و شاخص عنصر نیتروژن با وجود دو عنصر N و P از رابطه $IN=\frac{f(N/P)+f(N/K)+f(P/K)}{3}$ بدست می آید. همچنین در روش DRIS از مولفه دیگری به نام شاخص تعادل عناصر غذایی (NII) که نسبت عکس با عملکرد دارد استفاده می شود. در روش CND وضعیت یک عنصر

Archive of SID

www.SID.ir

غذایی معین به صورت لگاریتم نسبت آن عنصر (X_i) به میانگین هندسی سایر عناصر $[g\ (x)]$ از طریق رابطه: $Z_i = \log[x_i / g(x)]$ برآورد می شود. شاخص غذایی هر عنصر به صورت میزان انحراف از غلظت ایده آل بیان می شود و در روش CND برای عنصر نیتروژن بوسیله رابطه $I_N = V_N - V_N^* / SD^*_N$ محاسبه می شود. در روش CND همچنین از شاخص دیگری به نام r^2 که حاصل جمع مربعات شاخص های عناصر غذایی N، P، K و ... است نیز استفاده می شود $r^2 = I^2_N + I^2_P + I^2_K + \ldots + I^2_{Rd}$) (خیاری و همکاران، ۲۰۰۱ab).

به منظور مقایسه کارایی این شاخص ها در ارزیابی وضعیت تغذیه ای گیاه چغندرقند نتایج تعدادی از آزمایش های کودی چغندرقند انجام شده در یاسوج (نیرومندی جهرمی، ۱۳۷۶) با سطوح مختلف عناصر غذایی با سه روش CVA و DRIS و CND مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفتند اما با توجه به اهمیت عنصر کودی نیتروژن در چغندرقند شاخص عنصر غذایی نیتروژن مورد استفاده و تحلیل قرار گرفت. در این ارتباط همبستگی بین شاخص عنصر نیتروژن با عملکرد ریشه محاسبه گردید که در شکل ۴ ارائه شده است. ضریب تعیین (R^2) برای روش CVA و DRIS و CND به ترتیب ۰/۴۷، ۰/۶۰ و ۰/۶۷ بدست آمد که حاکی از برتری روشهای CND و DRIS نسبت به روش CVA است. از طرف دیگر شاخص CND با ضریب تعیین ۰/۶۷ نسبت به شاخص DRIS با ضریب تعیین ۰/۶۰ برتری نشان داد.

همچنین همبستگی شاخص تعادل غذایی CND یعنی r^2 با شاخص تعادل غذایی DRIS یعنی NII محاسبه گردید و ضریب تعیین (R^2) بین این دو شاخص ۰/۹۴ بدست آمد (شکل ۵) این همبستگی نشان می دهد اگر چه روش CND می تواند نارسائی های روش DRIS را مرتفع نماید ولی شاخص های بیانگر وضعیت تغذیه ای روش DRIS ما نیز دارای کارائی خوبی برای ارزیابی وضعیت تغذیه گیاه چغندرقند است که بنظر می رسد علت آن بزرگی و جامعیت بانک اطلاعاتی DRIS باشد که توانسته نرمها و شاخص های قابل اعتماد و واقعی را بدست دهد. (دریاشناس و پاک نژاد، ۱۳۸۴)

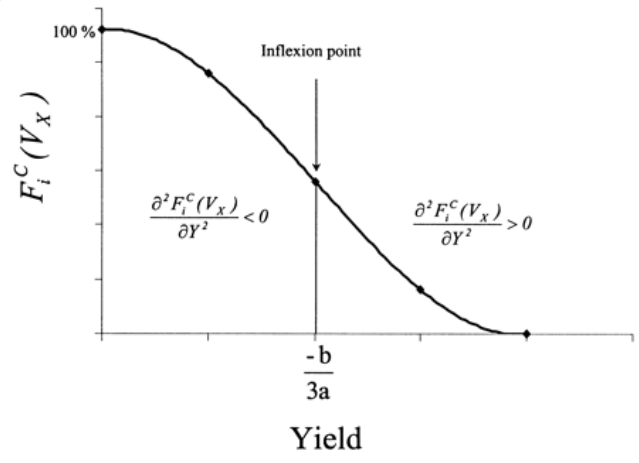
نتیجه گیری و پیشنهادات

با توجه به اهمیت روش تجزیه گیاه در بهینه کردن مصرف کودها، می توان روش CND را جایگزین مناسب روش DRIS نمود، زیرا:

۱. تعیین نرم های DRIS نیازمند بانک اطلاعاتی بزرگتر است ولی تعیین نرم های CND با داده های اطلاعاتی کمتری بدست خواهد آمد و هزینه ها را کاهش می دهد.
۲. روش CND بدلیل لحاظ نمودن اثرات متقابل کلیه عناصر می تواند جامعیت بیشتری نسبت به روش DRIS داشته باشد.
۳. نرم های CND حاصله از تحقیق ما می تواند برای ارزیابی وضعیت عناصر غذایی، تشخیص اختلالات تغذیه ایی و بهبود توصیه های کودی استفاده شود.
۴. پیشنهاد می شود با استفاده از داده های منطقه ای روش های CND و DRIS را مورد اعتبار سنجی و مقایسه بیشتری قرار داد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از همکاری‌های آقای مهندس محمد پسندیده، آقای دکتر فرهاد مشیری و سرکار خانم فرزانه شامی سپاسگزاری می نماید.



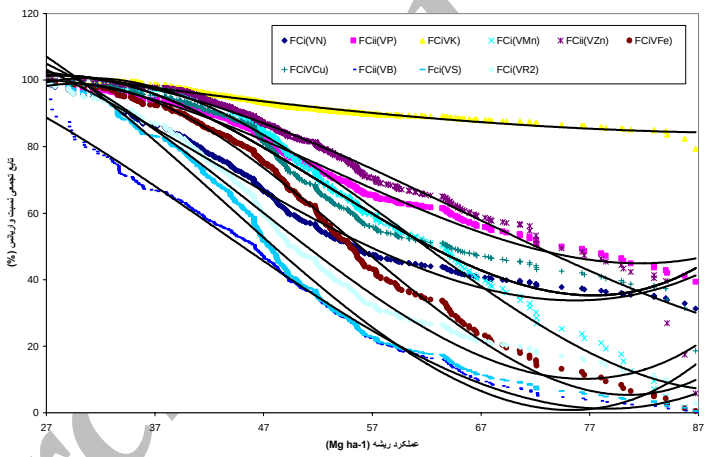
شکل ۱- ارتباط تئوریک بین عملکرد (Yield) و تابع تجمعی واریانس نسبت لگاریتمی عناصر غذایی [$F_i^c(V_X)$]

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- برآورد عملکرد حد واسط براساس روش توابع تجمعی واریانس نسبت لگاریتمی عناصر غذایی [$F_i^c(V_X)$] از ۳۸۲ مزرعه مطالعاتی

عناصر غذایی	$F_i^c(V_X)=aY^3+bY^2+cY+d$	R^2	(-b/3a) ($Mg.ha^{-1}$)
N	$6E-0/05x^3+0/0127x^2-3/27267x+187/26$	۰/۹۸	۵۷/۴
P	$0/0006x^3-0/0966x^2+2/85401x+85/027$	۰/۹۸	۵۵
K	$-0/0004x^3+0/0892x^2-7/945x+282/14$	۰/۹۷	-۵۶/۶
Mn	$0/0008x^3-0/141x^2+6/4906x+13/318$	۰/۹۹	۶۱/۸
Zn	$0/0003x^3-0/0584x^2+7/54787x+79/2665$	۰/۹۷	۷۱/۶
Fe	$0/0011x^3-0/1782x^2+7/54787x+4/4408$	۰/۹۹	۵۵/۵
Cu	$0/0006x^3-0/1021x^2+3/5277x+72/6119$	۰/۹۶	۵۳/۲
B	$0/0006x^3-0/0842x^2+1/49933x+94/7745$	۰/۹۹	۴۱
S	$0/0006x^3-0/059x^2-1/32213x+186/29$	۰/۹۸	۴۲
Rd	$0/0007x^3-0/0803x^2+0/26332x+149/94$	۰/۹۸	۴۸
میانگین			۵۳/۹۸۰



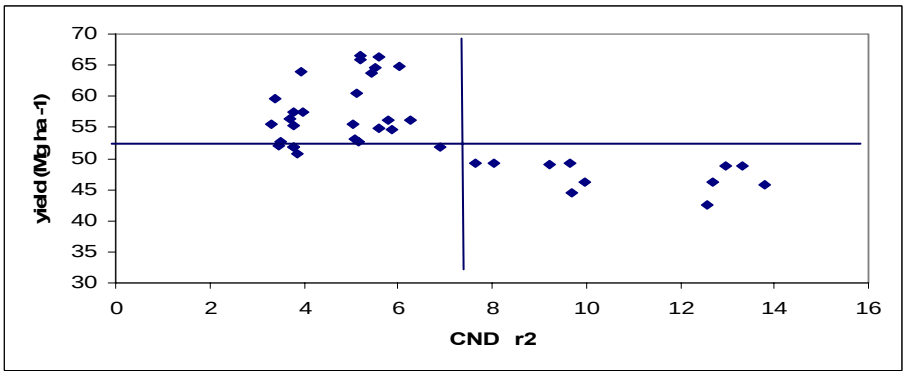
شکل ۲- رابطه بین عملکرد ریشه و تابع تجمعی واریانس نسبت لگاریتمی ۹ عنصر غذایی

جدول ۲- نرم های CND برای ۹ عنصر غذایی جهت دستیابی به عملکردهای بالای ۵۳/۹۸۰ تن در هکتار

نرم CND	میانگین	انحراف معیار	عناصر	میانگین	انحراف معیار
V^*_N	۳/۴۴۲	۰/۱۴۵	N	۳/۹۷۰	۰/۳۹۵
V^*_P	۰/۷۶۵	۰/۱۳۹	P	۰/۲۷۳	۰/۰۳۲
V^*_K	۳/۱۹۷	۰/۱۸۷	K	۳/۱۶۸	۰/۶۸۵
V^*_{Mn}	-۲/۴۸۰	۰/۲۶۹	Mn	۱۱۰	۲۸/۷
V^*_{Zn}	-۳/۶۹۱	۰/۳۰۶	Zn	۳۴	۸/۷
V^*_{Fe}	-۳/۳۱۷	۰/۳۲۱	Fe	۳۵۵	۱۲۲
V^*_{Cu}	-۴/۳۷۷	۰/۲۳۳	Cu	۱۶/۵	۴/۳
V^*_B	-۳/۴۸۷	۰/۲۹۳	B	۴۰	۱۱/۸
V^*_S	۱/۳۵۹	۰/۲۸۳	S	۰/۵۲۰	۰/۱۸۰
V^*_{Rd}	۶/۵۸۹	۰/۰۷۶			
ΣV_X	۰/۰۰۰				

Archive of SID

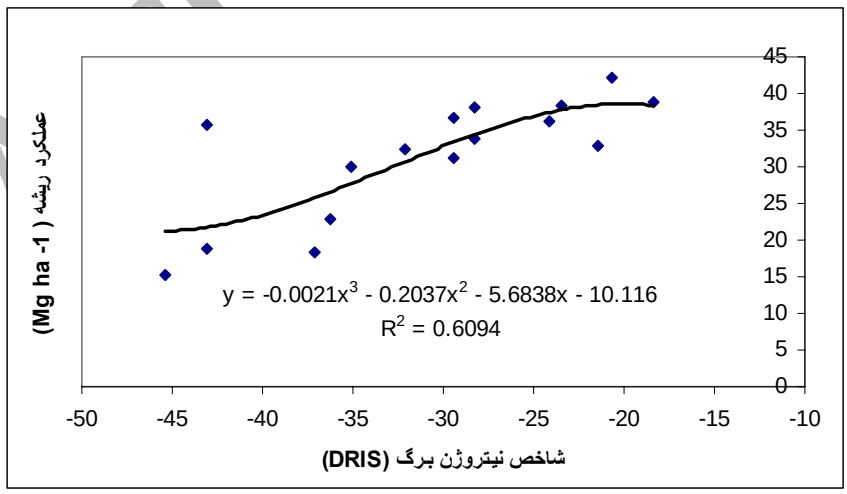
www.SID.ir



شکل ۳- ارتباط بین شاخص تعادل عناصر غذایی (r2) و عملکرد ریشه چغندر قند به روش آماری کیت- نلسون (۳۸ مزرعه)

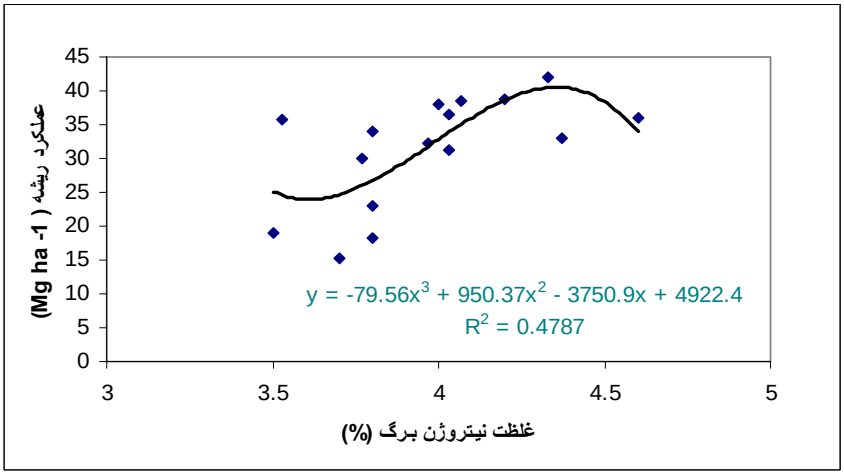
جدول ۳- مقدار شاخص عناصر غذایی و محدوده بحرانی آن برای ۹ عنصر غذایی (۳۸ مزرعه چغندرقند)

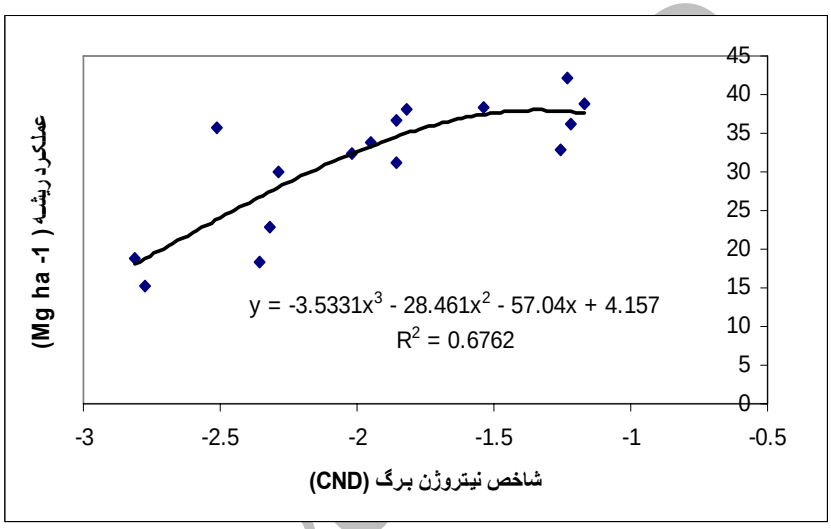
مربع شاخص CND	عملکرد بحرانی $mg.ha^{-1}$	I^2x بحرانی	حد پایین بحرانی	حد بالای بحرانی
I^2_N	۷۹/۱۶۴	۰/۲۶۶	-۰/۲۶۶	+۰/۲۶۶
I^2_P	۵۹/۷۰۷	۰/۵۱۶	-۰/۵۱۶	+۰/۵۱۶
I^2_K	۴۹/۱۷۶	۰/۱۶۴	-۰/۱۶۴	+۰/۱۶۴
I^2_{Mn}	۵۶/۲۹۹	۰/۴۷۶	-۰/۴۷۶	+۰/۴۷۶
I^2_{Zn}	۵۷/۳۷۷	۰/۹۶۵	-۰/۹۶۵	+۰/۹۶۵
I^2_{Fe}	۶۶/۳۴۳	۰/۹۲۴	-۰/۹۲۴	+۰/۹۲۴
I^2_{Cu}	۴۸/۸۹۴	۱/۱۶۷	-۱/۱۶۷	+۱/۱۶۷
I^2_B	۴۸/۷۴۵	۰/۸۴۴	-۰/۸۴۴	+۰/۸۴۴
I^2_S	۴۶/۱۷۳	۱/۲۸۱	۱/۲۸۱	۱/۲۸۱
I^2_R	۵۲/۶۱۱	۱/۲۵۴	۱/۲۵۴	۱/۲۵۴
$CNDr^2=\sum I_{xj}^2$	-	۷/۶۶۹	-	۷/۷۰۰



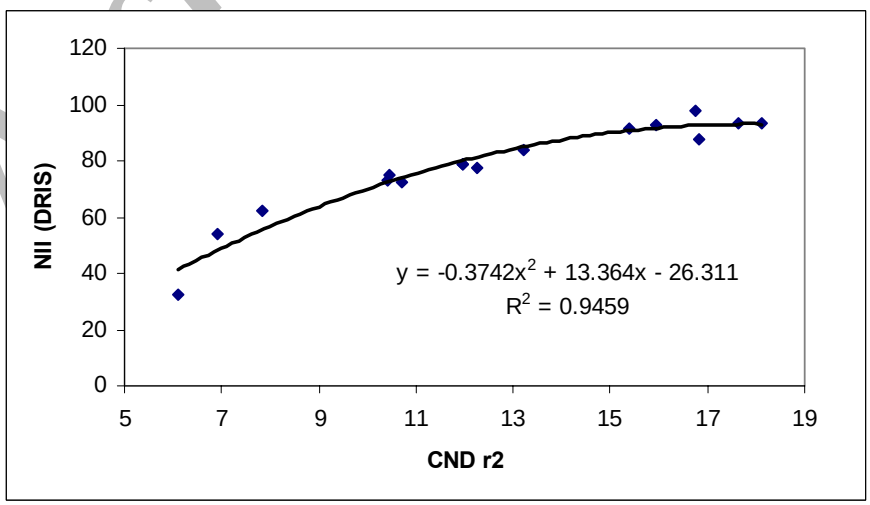
Archive of SID

www.SID.ir





شکل ۴- رابطه بین عملکرد ریشه و شاخص های عنصر غذایی نیتروژن برگ چغندر قند در سه روش DRIS, CVA **و** CND **-یاسوج**



شکل ۵- ارتباط بین شاخص تعادل عناصر غذایی CND با شاخص تعادل عناصر غذایی دریس (NI)

www.SID.ir

فهرست منابع:

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

۲. دریاشناس، عبدالمحمد و علیرضا پاک نژاد.۱۳۸۴ .تعیین نرمهای استاندارد دریس برای چغندر قند پاییزه استان خوزستان. نهمین کنگره علوم خاک ایران، ایران، کرج، ۶ تا ۹ شهریور، ۱۳۸۴

۳. زالی، عباسعلی و جمشید جعفری شبستری. ۱۳۶۹. مقدمه ای بر احتمالات و آمار (ترجمه) انتشارات دانشگاه تهران ۱۸۹۶ چاپ سوم

۴. نیرومندی جهرمی، محمود. ۱۳۷۶. تعیین میزان مناسب کودهای ازته و فسفره در زراعت چغندر قند گزارش نهایی، شماره ثبت مرکز اطلاعات و مدارک علمی: ۷۶/۳۶۱ مورخ ۷۶/۹/۱۶، ناشر:مرکز تحقیقات کشاورزی فارس

۵. ملکوتی م. ج . پیمان کشاورز، و نجفعلی کریمیان. (۱۳۸۷). روش جامع تشخیص و ضرورت مصرف بهینه کود برای کشاورزی پایدار. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

6. Aitchison, J. 1986. Statistical analysis of compositional data. Chapman and Hall, New York.
7. Bates, T.E. 1971. Factors affecting critical nutrient concentrations in plant and their evaluation: A review. Soil Sci. 112:116–130.
8. Elwali, A.M.O. and G.J.Gacho .1984 . Soil testing ,foliar analysis, and DRIS as guides for sugarcane fertilization .Agron.J.76:466-470
9. 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 desert calcareous soil .Plant and Soil. Volume 271, Numbers 1-2.pp 297-307.
10. 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
11. Khiari, L., L.E. Parent, and N. Tremblay. 2001b . The Phosphorus Compositional Nutrient Diagnosis Range For Potato. Agron. J. 93:815–819
12. Khiari, L., L.E. Parent, and N. Tremblay. 2001c. Selecting the high-yield subpopulation for diagnosing nutrient imbalance in crops. Agron. J. 93:802–808
13. 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,
14. Parent, L.E., and M. Dafir. 1992. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 117:239–242
15. 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
16. Parent, L.E., A.N. Cambouris, and A. Muhawenimana. 1994. Multivariate diagnosis of nutrient imbalance in potato crops. Soil Sci. Soc. Am. J. 58:1432–1438.
17. Ross, S.M. 1987. Introduction to probability and statistics for engineers and scientists. John Wiley & Sons, New York.
18. 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 (*Opuntia ficus- indica*).(on line).Available at http://www.Jpacd.org (verified 24 Mar .2009).

Archive of SID

www.SID.ir

19. Soltanpour, P. N., M. J. Malakouti, and A. Ronaghi. (1995). Comparison of diagnosis and recommendation in integrated system and nutrient sufficiency range for corn. Soil Sci. Soc. Am. J. 59: 10. 133-139.
20. Savoy, H.J., and D.L. Robinson. 1990. Norm range size effects in calculating Diagnosis and Recommendation Integrated System indexes. Agron. J. 82:592–596
21. Tisdale, S.L , W.L.Nelson.,and J . D Beaton (1993).Soil fertility and fertilizer. Macmillan USA. 648 page
22. Ulrich , A . 1952 . Physiological bases for assessing the nutritional requirement of plants .Annu. Rev. Plant. Physio. 207-228 – Downloaded from www. Annualreviews.org
23. Walworth, J.L., and M.E. Sumner. 1987. The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). Adv. Soil Sci. 6:149–188.

Archive of SID

www.SID.ir