روش تحلیل داده‌های ترکیبی[1] برای تشخیص وضعیت عناصر غذایی کم‌مصرف با رویکرد تعادل عناصر در چغندرقند پاییزه

عبدالمحمد دریاشناس[2]، مجید بصیرت، علی رضا پاک‌نژاد و سروش دریاشناس

استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب کشور،سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران؛ Amdaryashenas1335@gmail.com

استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران؛ majid_basirat@ yahoo.com

مربی پژوهش مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد،سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول، ایران؛ rezapaak@yahoo.com

کارشناس ارشد موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران،ایران؛ surooshdaryashenas@gmail.com

دریافت: 95/11/25 و پذیرش: 96/3/3

چکیده

تجزیه گیاه روش مفیدی است که با استفاده از روش های غلظت بحرانی و دریس به منظور ارزیابی و بهینه‌سازی عناصر غذایی چغندرقند بکار می‌رود ولی این رویکردها دو اریب دارند، یکی نادیده گرفتن ماهیت ترکیبی عناصر در تحلیل داده‌های تجزیه گیاه و دیگری عدم استفاده از نسبت عناصر غذایی تأثیرگذار بر تغذیه گیاه است. با استفاده از روش تحلیل داده‌های ترکیبی (CDA) و تعادل‌های متعامد عناصر غذایی می‌توان این اریب‌ها را بر طرف ساخت. هدف از این تحقیق، توسعه استانداردهای DRIS و CND-clr[3] به CND-ilr[4] و تعیین نرم‌های مرجع تعادل عناصر غذایی یا CND-ilr و ارزیابی وضعیت عناصرکم‌مصرف برای چغندرقند پاییزه است. داده‌های عملکرد ریشه و شکر و نمونه‌های گیاهی از 183 مزرعه چغندرقند پاییزه استان خوزستان طی 7 سال متناوب 79 -1373 جمع‌آوری شد و عناصر آهن، منگنز، روی و مس نمونه‌های برگ چغندرقند اندازه‌گیری گردید. عناصر غذایی کم‌مصرف به سه فرم تعادلی ilr3 = [Zn|Cu] و ilr2 = [Mn| Zn, Cu] و ilr1 = [Fe| Mn, Zn, Cu] طراحی گردید و شاخص نسبت لگاریتم ایزومتریک[4] یا ilr برای این تعادل‌ها محاسبه شد. جامعه مشاهداتی (183 مزرعه) براساس عملکرد ریشه و عملکرد شکر حد واسط (Cut-off yield) به ترتیب به مقادیر 60/32 و 7/41 تن در هکتار به دو گروه عملکرد بالا و پایین تقسیم شدند. نتایج نشان داد که بر اساس محاسبات حاصله و احتساب سه تعادل مذکور، "فاصله ایچسن" به میزان 0/3 (به عنوان شاخص پیش‌بینی کننده) برای تشخیص گروه "متعادل عناصر غذایی" از "نامتعادل عناصر غذایی" جامعه چغندرقند پاییزه بدست آمد. همچنین نرم‌های مرجع برای سه تعادل ilr_1, ilr_2, ilr_3 تهیه گردید. روش تعادل ترازویی[5] برای ارزیابی عناصر کم‌مصرف 33 مزرعه چغندرقند پاییزه با عملکرد کمتر از 60 تن در هکتار واقع در مربع TP با سه تعادل مذکور استفاده شد. نتایج نشان داد که به ترتیب غلظت‌های 296، 120، 41 و 19 میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک برگ عنصر آهن، منگنز، روی و مس واقع در ربع TN می‌توانند به عنوان غلظت‌های مرجع *ilr برای تشخیص تعادل بین این عناصر استفاده شوند زیرا که هر کدام از این غلظت‌ها متاثر از اثرات متقابل و ترکیبی این 4 عنصر می‌باشند. همچنین نشان داده شد که برای افزایش کمی و کیفی چغندرقند ضرورتی به مصرف کود آهن نیست و اگر کوددهی آهن صورت گرفته است باید مقدار آن را کاهش داد.

واژه‌های کلیدی : فاصله ایچسن، نسبت لگاریتم ایزومتریک (ILR)، تعادل ترازویی، غلظت مرجع

---

1. Compositional Data Analysis

۲. نویسنده مسئول، آدرس: کرج، میدان استاندارد بعد از رزکان نو بلوار امام خمینی (ره) موسسه تحقیقات خاک و آب کد پستی 3177993545

3. Compositional Nutrient Diagnosis- Centered Log Ratio
4. Compositional Nutrient Diagnosis- Isometric Log Ratio
5. Mobile and fulcrums balance system

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

روش‌های ارزیابی تغذیه گیاهان معمولاً به زحمت می‌توانند وضعیت تعادل عناصر غذایی را در خاک و گیاه تشریح نمایند و اغلب مقدار و شدت عناصر غذایی و تعادل بین آنها از طریق محاسبه تعادل یونی عناصر غذایی در عصاره‌های گرفته شده صورت می‌گیرد (پرنت اس.ای، 2012_a؛ جرالدسون سی. ام، 1970 و 1984). تعادل عناصر غذایی در خاک و گیاه از نسبت یک عنصر به عنصر دیگر و یا نسبت یک عنصر به چند عنصر مدنظر قرار می‌گیرد که برای D عنصر به تعداد $D\times(D-1)/2$ نسبت دو عنصری و به تعداد $D\times(D-1)^2/2$ "نسبت‌های آمیخته"[1] عناصر بدست می‌آید (ایچسن و گرینکر، 2002) اما بسیاری از این نسبت‌ها، خاصیت فزونی‌یافته[2] دارند که بیان واقعی تعادل عناصر غذایی نیستند (پرنت. اس . ای، 2012_b و اگوزسو و همکاران،2003). تجزیه گیاه (Plant analysis) از نظر تعریف به معنای تجزیه‌ی شیمیایی عناصر و بدست آوردن مقدار عناصر غذایی در گیاه است اما تجزیه گیاه به مفهوم سنجش عناصر غذایی گیاه با توجه به اثرات عناصر غذایی و نسبت بین آنها در گیاه با مفهوم «Plant ionome» جدیداً مطرح می‌شود. (باکستر و همکاران، 2008 وپرنت اس . ای وهمکاران 2013_{ab}). در این رویکرد موضوع اثرات متقابل واقعی عناصر که توسط دانش تغذیه گیاه و توسط محققین عرصه کشاورزی و اکولوژی طی تجربه‌های چندین ساله تأئید شده مورد توجه و ملاک قرار می‌گیرد. برای مثال اثرات متقابل K و Mg و Ca در خاک‌های اسیدی استوایی و اثرات متقابل Fe و Zn و Mn وCu در خاک‌های آهکی و پی هاش بالا مورد سنجش و تحلیل دقیق‌تر قرار می‌گیرد.

برای بررسی وضعیت عناصر غذایی با تأکید بر رویکرد تعادل عناصر غذایی و تجارب دانش تغذیه گیاه، استفاده ازاثرات متقابل به فرمهایی به شرح زیر مدنظر قرار می‌گیرد. (باکستر و همکاران،2008؛ مارشنر، 1995؛ برگمن، 1988؛ مالاولتا، 2006).

[Fv |S, N, P, K, Ca, Mg, B, Fe, Mn, Zn, Cu] [Fe, Mn, Zn, Cu |S, N, P, K, Ca, Mg, B] [B |S, N, P, K, Ca, Mg] [K, Ca, Mg |S, N, P] [P |S, N] [N |S] [Ca, Mg |K] [Mg |Ca] [Fe |Cu, Zn, Mn] [Mn |Zn, Cu] [Zn |Cu]

به عبارت دیگر هر یک از اثرات متقابل در فرمهای مذکور یک تعادل و مجموعاً می‌توان 11 تعادل عناصر غذایی تعریف کرد. مثلاً تعادل [Fe |Cu, Zn, Mn] به معنای تعادل بین Fe در مقابل Mn و Zn و Cu می‌باشد.

روش‌های مختلف برای تشخیص وضعیت تغذیه عناصر غذایی گیاهان زراعی و باغی شامل غلظت بحرانی (باتس، 1972) و روش تلفیقی تشخیص و توصیه (DRIS) (بیوفیلز، 1973) و روش CND-clr (پرنت و دافیر،1992) است که از نتایج هر سه روش ارتباط خوب تا متوسطی بین عملکرد محصول و شاخص‌های عناصر غذایی روش‌های مذکور برای ارزیابی تغذیه گیاهان نشان داده شده است (والورث و سامنر، 1987؛ ملکوتی و همکاران، 1387؛ دریاشناس و ثقفی، 1390؛ اسماعیلی و همکاران، 1379 ؛ دریاشناس و پاک‌نژاد، 1384). دریاشناس و ثقفی (1390) روش‌شناسی رویکرد CND-clr را معرفی کردند و با استفاده از این رویکرد، نرم‌های استاندارد CND-clr را برای داده‌های عملکرد ریشه و نمونه‌های گیاهی 383 مزرعه چغندرقند تهیه نمودند و نهایتاً به منظور اعتبارسنجی این نرم‌ها داده‌های تعدادی از آزمایش‌های کودی چغندرقند را آزمون کرده و نتایج رضایت‌بخشی گزارش کردند. اما در تعدادی ازمطالعات نتایج متناقضی گزارش شده است (سیلوا و همکاران، 2004؛ بلانکو-ماسیاس و همکاران، 2009، هوانگ و همکاران، 2012 و وایرجی و وان آستن، 2012).

در این ارتباط، پرنت (2011) ضمن تأئید داده‌های استفاده شده به روش دریس بیان داشت، تفسیر نتایج از نظر آماری دارای اریب‌هائی هستند و منشاء این اریب‌ها را مربوط به عواملی نظیرتوزیع غیرنرمال داده‌های حاصل از تجزیه گیاه که بر حسب درصد و قسمت در میلیون و... گزارش می‌شوند و همچنین مربوط به نسبت‌های فزون‌یافته‌ایی از عناصر غذایی می‌دانند که بیان واقعی تعادل عناصر نیستند. برای رفع این اریب‌ها، روش "نسبت لگاریتمی ایزومتریک" [3] ارائه شد (پرنت،2011) که توسط آن متغیرهای تبدیل یافته‌ایی بدست می‌آید که نااریب (unbiased) هستند (پاولوسکی-گالان و همکاران، 2011). با استفاده از روش ilr می‌توان مولفه‌های پراهمیت‌تر که درون یک مجموعه داده هستند (و ممکن است متناقض و دارای توزیع غیرنرمال باشند) ، تفکیک و مورد بررسی قرار داد. به عبارتی دیگر با این روش می‌توان مولفه‌های نامرتبط را حذف نمود. (پرنت،2011 و پرنت اس. ای و همکاران، 2013_{ab} و پرنت، اس. ای و همکاران، 2012_{ab}). پرنت (2011) به نقل از مالاولتا (2006) و یومش و همکاران (1996) و پاولوسکی-گالان و اگوزو (2008) اظهار داشت، اثرات متقابل عناصر غذایی

1. Amalgamated
2. Redundant
3. Isometric Log- Ratio-ilr

Archive of SID

www.SID.ir

در دنیای واقعی گیاه، با آنچه که از طریق محاسبه اثرات متقابل عناصر در روش‌های آماری بدست می‌آید، متفاوت است و باید با مصرف یک عنصر، مقدار کاهش یا افزایش غلظت سایر عناصر را فقط از طریق تجزیه گیاه بدست آورد در حالیکه در طرح‌های آماری، تفسیر اثرات متقابل و اصلی یک عنصر به روش تجزیه واریانس محاسبه می‌شود که دو اریب (اشتباه) ذاتی دارد: اریب اول اینکه اثرات اصلی از طریق اثرات متقابل بدست می‌آید که به اشتباه چهارم معروف است (یومش و همکاران، 1996) و اریب دوم که به تناقض سیمپسون (Simpson's paradox) معروف است و به موجب آن نتایج متفاوتی در دو حالتی که داده‌ها جدا و مرکب محاسبه می‌شوند، بدست می‌آید که نهایتاً این اریب‌ها باعث استنتاج اشتباه در تشخیص می‌شوند (پاولوسکی-گالان و اگوزو، 2008). پرنت و دافیر (1992) چگونگی تبدیل و توسعه رابطه‌های دریس (DRIS) به تشخیص چندگانه عناصر (CND) را که مبانی تئوریک آن توسط ایجسن (1986) تشریح شده بود با استفاده از روش‌های مبتنی بر تبدیل لگاریتمی نسبت عناصر غذایی (CND-clr) ارائه دادند. در تحقیق ما ابتدا تئوری‌های آماری مربوط به تبدیل داده‌ها و "تحلیل داده‌های ترکیبی" و روش ilr و تطبیق آنها با شرایط ویژه تغذیه گیاه و تعادل عناصر غذایی تبیین می‌شود سپس تشخیص وضعیت عناصر غذایی کم‌مصرف آهن، منگنز، روی و مس با رویکرد تعادل بین آنها برای 183 مزرعه چغندرقند پاییزه خوزستان ارائه می‌شود.

تئوری

فضای داده‌های ترکیبی[1]

یک بردار ترکیبی (Compositional vector) بسته شده بین یک مقدار معین مثلاً بین اعداد صفر تا 100 درصد برای داده‌های تجزیه گیاه بشرح رابطه‌ی ذیل بیان می‌شود (پرنت،2011؛ ایچسن و گرینکر،2002 ؛اگوزسو و همکاران،2003).

(1)

$$S_D = C(c_1, c_2, \dots c_D) = \left(\frac{c_1 k}{\sum_{i=1}^{D} c_i}, \frac{c_2 k}{\sum_{i=1}^{D} c_i}, \dots, \frac{c_D k}{\sum_{i=1}^{D} c_i}\right)$$

که در آن (S^D) یک سادک(simplex) و K واحد اندازه‌گیری (مثلاً درصد یا گرم در کیلوگرم یا قسمت در میلیون و....) و C_i برابر iامین قسمت از یک مجموعه ترکیبی با D قسمت است. در این رابطه مقدار باقیمانده عناصر (F_V- filling value) از تفریق مقادیر اندازه‌گیری شده عناصر غذایی از عدد 100 بدست می‌آید. داده‌های ترکیبی که به فرم درصد و یا نسبت بیان می‌شوند و محصور بین یک محدوده ثابتی هستند، معمولاً دارای توزیع نرمال نیستند اما داده‌هائی که مقادیر بین ∞- تا ∞+ را اختیار می‌کنند می‌توانند توزیع نرمال داشته باشند و فاصله اطمینان کمتر از صفر و بالاتر از 100 را بیان می‌کنند لذا با تبدیل داده‌های نتایج تجزیه گیاه مثلاً تبدیل لگاریتمی آنها را به توزیع نرمال و (یا نزدیک به توزیع نرمال) تبدیل می‌کنند. (پرنت،2011 و رضائی ،1376).

"نسبت لگاریتمی ایزومتریک" (ilr) و طراحی مقایسات دوتائی متوالی2 (تعادل‌های متعامد یا SBP)

ایده تفسیر نتایج برای نسبت‌های دو عنصری A/B (مانند روش دریس) و یا نسبت یک عنصر به چند عنصر (روش CND-clr) ممکن است برای بعضی از نسبت عناصر مناسب باشد ولی این ایده‌ها، ممکن است تعدادی از نسبت عناصر غذایی را به عنوان نرم مرجع معرفی کنند که بیانگر وضعیت واقعی تغذیه گیاه نباشند یا به عبارت دیگر یک برآورد اضافی و غیرواقعی از وضعیت اثرات متقابل عناصر غذایی را نشان دهند. (مارشنر، 1995، برگمن، 1988، پرنت، 2011). بنابراین می‌توان رویکرد نسبت عناصر که دارای D-1 درجه آزادی است را به ایده تعادل‌های مستقل خطی[3] برای D-1 جزء تبدیل کرد که متقابلاً به جای تعداد D×(D-1) /2 جفت عناصر (مانند N/P و N/K و....) می‌توان تعداد D×(D-1)^2 /2 دوتائی متوالی از «نسبت‌های آمیخته» مانند N/ (P, K) و... با درجه آزادی D-1 جزء ممکن استخراج کرد.

براین اساس روش نسبت لگاریتمی ایزومتریک (ilr) پیشنهاد شده است (ایچسن و گرینکر،2002 و اگوزسو و همکاران،2003). به عبارت دیگر این روش اجازه می‌دهد یک سادک (S^D) متشکل از داده‌های ترکیبی را در یک فضای اقلیدسی به تعداد D-1 مقایسه لگاریتمی متعامد (orthogonal log contrast) بدون هم‌پوشانی مقایسات انجام داد که تحت عنوان تعادل‌های متعامد یا نسبت‌های ژئومتریک نیز گفته می‌شود. بنابراین می‌توان یک سامانه مبتنی بر رویکرد تعادلی را به شکل مقایسات دوتائی متوالی (SBP) طراحی نمود. در واقع SBP یک ماتریس D×(D-1) مقایسات دوتایی متوالی است که یک جزء از یک مقایسه در صورت کسر (group numerator) با علامت 1+ و یک جزء دیگر از مقایسه در مخرج کسر (group denominator) با علامت 1- مشخص می‌شود و برای یک مقایسه دوتائی متوالی (یک تعادل متعامد) به کار می رود. در نتیجه مقدارilr بصورت زیر محاسبه می‌شود.

1. Compositional data space

2. Sequential Binary Partition - SBP

3. linearly independent balance

Archive of SID

www.SID.ir

(مودستو و همکاران، 2014 و اگوزسو و پاولوسکی، 2006).

(2)

$$ilr = \sqrt{\frac{n_j^+ n_j^-}{n_j^+ n_j^-}} \operatorname{Log} \frac{g(c_j^+)}{g(c_j^-)}$$

n^+_j: تعداد اجزاء تشکیل‌دهنده گروه صورت کسر

n^-_j: تعداد اجزاء تشکیل‌دهنده گروه مخرج کسر

$g(c^+_j)$: میانگین هندسی اجزاء تشکیل‌دهنده گروه مثبت صورت (+1)

$g(c^-_j)$: میانگین هندسی اجزاء تشکیل‌دهنده گروه منفی مخرج (-1)

Ilr : نسبت لگاریتمی ایزومتریک برای یک تعادل متعامد

در نتیجه تعادل بصورت { گروه 1+ | گروه 1- } فرموله می‌شود برای مثال تعادل عنصر Fe در مقابل عناصر Mn Cu, Zn, بصورت [- Fe|+ (Mn, Zn, Cu)] برآورد می‌شود. بررسی اثر متقابل یک یا چند عنصر در مقابل سایر عناصر غذایی یک تعادل نامیده می‌شود (جدول 3 و 4) .

طراحی مقایسات دوتائی متوالی(SBP) یا تعادل‌های متعامد

به تعداد $D\times(D-1)^2/2$ تعادل می‌توان از یک مجموعه داده ترکیبی با D قسمت بدست آورد مثلا برای 3 عنصر N, P, K می‌توان تعداد 3 جفت تعادل آمیخته N|P+ K و P|N+ K و K|P+N طراحی کرد. تعادل‌ها براساس اطلاعات و دانش‌های قبلی و کارشناسی ثابت شده در یک منطقه طراحی می‌شوند (مودستو و همکاران،2014) مثلاً در مناطق استوایی تعادل‌های عناصر Mg, Ca, K اهمیت درجه یک دارند در حالیکه در خاک-های آهکی ایران تأثیر متقابل عناصر Fe و Mn و Zn و Cu اهمیت دارند. بعضی از محققین (پرنت، 2011) اعتقاد دارند استفاده از SBP ممکن است نتایج متفاوتی را بدست آورد. به طوری‌که در بعضی از مواقع از تحلیل آماری متکی به ilr بدلیل انتخاب نادرست رابطه های تعادلی دوتائی، نتایج خوبی بدست نیاید. به هرحال طراح و تحلیل‌گر داده مسلط به شناخت وضعیت شیمی و حاصلخیزی می تواند مناسب ترین نوع عنصر و فرم تعادل‌هائی را که بیان واقعی وضعیت شیمیایی موجود در خاک‌های یک منطقه باشد برای بررسی اثر متقابل انتخاب کند (مودستو و همکاران،2014). مثلاً تعادل‌های پیشنهادی آزمایش ما به موضوع تعادل Fe و Mn و Cu و Zn در خاک‌های آهکی ایران توجه داشته است (جدول 3). بررسی اثر متقابل یک یا چند عنصر در مقابل سایر عناصر غذایی یک تعادل نامیده می‌شود (جدول 3 و 4) .

شاخص فاصله‌های ایچسن (Atchison Distances)

فرم‌های بیان لگاریتمی عناصر برای تشریح تغییرات در فضاهای ترکیبی نسبت به فرم‌های بیان غلظت مطلق عناصر مناسبتر هستند بخصوص اینکه خواسته شود تغییرات یک مولفه از یک مجموعه مولفه‌ها را در فضای داده‌های ترکیبی بررسی کنیم (پرنت،2011و ایچسن و گرینکر، 2002). فاصله‌های ایچسن با استعاره از فاصله اقلیدسی بین دو سری داده ترکیبی محاسبه می‌شود. تعیین فاصله ایچسن برای مقایسه دو سری داده ترکیبی X و Y که بطریق لگاریتمی تبدیل شده‌اند، مناسب است که در آن clr نسبت لگاریتمی بین دو سری داده ترکیبی X و Y با استفاده از رابطه ذیل قابل محاسبه است (پرنت،2011)

$$d(x,y) = d(clr(x), clr(Y) = \sum_{i=1}^{D-1} (clr(y))2$$

فاصله اقلیدسی برای دو سری داده خام و داده تبدیل‌یافته لگاریتمی مانند clr برای یک سادک 3 قسمتی محاسبه می‌شود:

نمونه A = (5 و 35 و 60) (60 و 30 و 10)

فاصله‌اقلیدسی $d_A=\sqrt{(5-10)^2+(35-30)^2+(60-60)^2}$ =7/07

نمونه B =(20 و 40 و 40) (20 و 35 و 45)

فاصله‌اقلیدسی $d_B=\sqrt{(35-40)^2+(45-40)^2+(20-20)^2}$ =7/07

با استفاده از تبدیل لگاریتمی(clr) و میانگین هندسی:

نمونه A = $(5\times35\times60)^{\frac{1}{3}}$=21/9 $(60\times30\times10)^{\frac{1}{3}}$=26/2

نمونهB= $(30\times45\times20)^{\frac{1}{3}}$ = 31/6 $(40\times40\times20)^{\frac{1}{3}}$ = 31/1

با محاسبه clr برای نمونه A

نمونهA={0/828 و 0/135 و 0/963-} و {1/008 و 0/469 و 1/477-}=

و محاسبه clr برای نمونه B

نمونه B={0/441- و 0/035- و 0/476} و {0/457- و 0/103 و 0/354}=

در نتیجه فاصله ایچسن براساس معادله بالا به میزان 0/638 برای نمونه A و 0/185برای نمونه B بدست آمد. بنابراین مشاهده می‌شود با بکاربردن نسبت لگاریتمی، فاصله اقلیدسی در داده خام، عدد یکسان (7/07) ولی در روش clr فاصله اقلیدسی در نمونه A و B متفاوت است،براین اساس می‌توان فاصله ایچسن (A) را برای مقایسه متعامد دو گروه شامل یک گروه مطالعاتی X^* و

Archive of SID

www.SID.ir

یک گروه مرجع Y^* به شکل ذیل فرموله نمود (پرنت، 2011 و پرنت اس. ای و همکاران 2013_{ab})

(3)

$$x^* = \sqrt{\frac{n_j^- n_j}{n_j^+ n_j^-}} \ln\left(\frac{g(x^+)}{g(x^-)}\right)$$

$$d_a^2(x, y) = \sum_{i=1}^{D-1}(xi^* - yi^*), A = \sqrt{d_a^2(x,y)}$$

و می‌توان فاصله ایچسن (A) نمونه‌های مطالعاتی را از نمونه‌های مرجع به طریق فرمول ذیل محاسبه کرد که در آن ilr_i مربوط به نمونه‌های مطالعاتی و ilr^* مربوط به نمونه مرجع می‌باشد.

(4)

$$A = \sqrt{\sum_{i=1}^{D=1}(ilr_i - ilr_i^*)^2}$$

ilr می‌تواند مربوط به یک تعادل مطالعاتی مانند [Fe| Mn, Zn, Cu] و ilr^* می‌تواند مربوط به یک تعادل مرجع [Fe| Mn, Zn, Cu] بدست آمده از گروه مرجع عملکرد بالا باشد.

شاخص فاصله ایچسن (A) همانند شاخص تعادلی NII در سامانه DRIS و شاخص تعادلی r^2 درسامانه CND ،یک پیش‌بینی کننده (Predictor) است و شاخص پیش‌بینی کننده به عنوان یک متغیر (Variable) در مقابل یک واکنش (Response) ارزیابی می‌شود که معمولاً به وسیله آن می‌توان عملکرد محصولات را پیش بینی کرد. هرچه مقادیر فواصل ایچسن کمتر باشد عملکرد بیشتری را می‌توان پیش بینی کرد و نشانه‌ای از تعادل بیشتر عناصرغذایی در گروه عملکردهای بالا می‌باشد (پرنت اس. ای و همکاران، 2012_b).

فواصل ایچسن در یک مجموعه مقایسات دوتائی متوالی (SBP) با عملکرد ، همبستگی معکوس خوبی را بیان می‌کنند. یک پیش‌بینی کننده مانند فاصله ایچسن به عنوان یک شاخص جداکننده گروه‌های عملکرد بالا و پائین است که در عین‌حال می‌تواند بیانی از تفکیک حد کفایت و تعادل عناصر غذایی از حد ناکافی و نامتعادل عناصر غذایی بکار رود.

از نقطه پیش‌بینی کننده روی محورهای مختصات 4 مربع بروش گروه‌بندی کیت- نلسون (نلسون و اندرسون،1984) بشرح زیر قابل تقسیم و تعریف است (پرنت اس.ای و همکاران، 2012_b).و (شکل 1 الف وب).

TP: قسمت صحیح مثبت (نامتعادل عناصر غذایی): عملکرد کمتری که نامتعادل است .در این قسمت عملکرد کم اما شاخص پیش‌بینی کننده تعادل عناصر غذایی (فاصله ایچسن) بزرگ است.

FP: قسمت غلط مثبت (اشتباه نوع اول): عملکرد بالایی که نامتعادل است .در این منطقه عملکرد زیاد و شاخص پیش‌بینی کننده تعادل (فاصله ایچسن) بزرگ است.احتمالاً مصرف لوکس عناصر غذایی اتفاق افتاده است.

TN: قسمت صحیح منفی (منطقه تعادل عناصر غذایی): عملکرد بالائی که متعادل است.در این منطقه عملکرد زیاد و شاخص پیش‌بینی کننده تعادل (فاصله ایچسن) کوچک است این قسمت به منطقه مرجع معروف است.

FN: قسمت غلط منفی (اشتباه نوع دوم): عملکرد پائینی که به اشتباه متعادل اعلام شده است. در این منطقه عملکرد کم و شاخص پیش‌بینی کننده تعادل (فاصله ایچسن) کوچک است. احتمالاً عوامل محدودکننده دیگری غیر از عوامل تغذیه‌ای تأثیر داشته است.

خطوط جداکننده باید به گونه‌ایی جابجا شوند که بیشترین تعداد در بخش TN و TP قرار گیرد. کارآمدی داده‌های مرقوم در چهار مربع TP و TN و FP و FN بوسیله ضرایب زیر برآورد می‌شود:

ضریب حساسیت (Sensitivity): احتمال اینکه یک عملکرد کم، نامتعادل باشد را بررسی می‌کند و از رابطه‌ی (TP/ TP+ FN) محاسبه می‌شود.

ضریب ویژگی (Specificity): احتمال اینکه یک عملکرد بالا، متعادل باشد و از رابطه‌ی (TN/ TN+ FP) محاسبه می‌شود.

درجه پیش بینی مثبت (PPV): احتمال اینکه یک تشخیص نامتعادل به علت عملکرد کم باشد و از رابطه‌ی TP/ (TP+ FP) محاسبه می‌شود.

درجه پیش بینی منفی (NPV): احتمال اینکه یک تشخیص متعادل مربوط به عملکرد بالا باشد و از رابطه‌ی TN/ (TN+ FN) محاسبه می‌شود.

ضریب تشخیص درست (Accuracy): احتمال اینکه یک مشاهده اعم از متعادل یا نامتعادل، صحیح تشخیص داده شود و از رابطه‌ی (TP+ TN)/ (TP+ TN+FP+FN) محاسبه می‌شود.

مواد و روش‌ها

نمونه برداری و تجزیه های آزمایشگاهی

تعداد 364 نمونه گیاه (برگ و غده) از 183 مزرعه چغندرقند پراکنده در اطراف شهرستان‌های دزفول، شوش، اندیمشک و هفت‌تپه از واحدهای کشت و صنعت، زارعین و کرت‌های آزمایشی در مدت 7 سال متناوب (1379- 1373) جمع‌آوری شد. نمونه‌های گیاهی از مزارعی که 90 تا 120 روز از تاریخ کاشت آنها گذشته بود و از بوته‌های بالغ کاملاً بازشده (بین جوانترین برگ‌ها در مرکز بوته و برگهای مسن‌تر) تهیه شد. از هر مزرعه دو

Archive of SID

www.SID.ir

نمونه مرکب بدین‌گونه تهیه شد که از 30 نقطه واقع در هر مزرعه، 30 بوته انتخاب و اندام‌های پهنک و دمبرگ تفکیک شد. تجزیه‌های گیاهی شامل عناصر روی، منگنز، آهن و مس به روش استخراج با هضم خشک انجام و توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. (امامی، 1375) در زمان برداشت میزان عملکرد ریشه و عیار قند هر مزرعه محاسبه گردید.

طراحی مقایسات دوتائی متوالی (تعادل‌ها یا SBP)

براساس روش مطرح در بخش تئوری در فضای داده‌های ترکیبی X ،کل غلظت عناصر غذایی حاصل از تجزیه بافت گیاه چغندرقند آزمایش را می‌توان بشرح رابطه ذیل بیان کرد:

$$X = (Fe, Mn, Zn, Cu, Fv) = 1000g\ Kg^{-1}$$

در این رابطه، بخش باقیمانده (Fv) از تفریق غلظت سایر عناصر از 1000 گرم در کیلوگرم محاسبه گردید به دلیل اهمیت اثرات متقابل عناصر آهن، منگنز، روی و مس جمعاً سه تعادل متعامد ilr_1= [Fe| Mn, Zn, Cu] و ilr_2= [Mn| Zn, Cu] و ilr_3=[Zn|Cu] که همپوشانی نداشته و اثرات متقابل آنها توسط تجارب و دانش تغذیه گیاه گزارش شده است، (باکستر و همکاران،2008؛ مارشنر، 1995 ؛ برگمن، 1988 ؛ مالاولتا، 2006) طراحی گردید (جدول 3).

محاسبات آماری

داده‌های خام مربوط به غلظت آهن، منگنز، روی، مس و عملکرد ریشه و عملکرد شکر 183 مزرعه چغندرقند بر حسب تن در هکتار در محیط نرم افزار اکسل وارد شد. سپس کلیه محاسبات شامل نسبت لگاریتم ایزومتریک (ilr) در نرم افزار فرمول‌نویسی و محاسبه گردید. همچنین نتایج 33 مزرعه چغندرقند برای محاسبه اثرات متقابل عناصر به روش تعادل ترازوئی برای سه تعادل ilr_1 و ilr_2 و ilr_3 در قالب یک دندروگرام محاسبه گردید. همچنین با استفاده از روش گروه‌بندی کیت-نلسون (نلسون و اندرسون، 1984) ارتباط فاصله ایچسن بحرانی (A) و عملکرد ریشه و عملکرد شکر تعیین گردید.

نتایج و بحث

تعیین نرم‌های مرجع *CND-ilr برای چغندرقند پائیزه

بر اساس روش شناسی رویکرد CND، جامعه عملکرد بالا (جامعه مرجع) از طریق کاربرد تابع تجمعی نسبت واریانس عناصر غذایی و تابع توزیع مربع کای و به استناد مطالعات قبلی و استفاده از روش CND-clr برای چغندرقند پائیزه (دریاشناس و ثقفی، 1390) میزان عملکرد ریشه و عملکرد شکر به ترتیب به میزان 60/325 و 7/409 تن در هکتار به عنوان عملکردهای حدواسط (Cut off yield) بین گروه عملکرد بالا و پائین در نظر گرفته شد. از مجموع 183 مزرعه تعداد 47 مزرعه در گروه عملکرد بالا و 136 مزرعه در گروه عملکرد پایین قرار گرفتند. براساس سه تعادل مدنظر 3 میزان تعادل ilr_1 و ilr_2 و ilr_3 برای 183 مزرعه محاسبه گردید (جدول 1). مقدار ilr^* مرجع برای سه تعادل مذکور از طریق محاسبه میانه (Median) مقادیر ilr در گروه عملکرد ریشه بالای 60 تن در هکتار و عملکرد شکر 7/40 تن در هکتار (47 مزرعه) محاسبه گردیدکه در جدول 1 نرم‌های مرجع $CND\text{-}ilr^*$ و نرم‌های مرجع *CND-clr برای چغندرقند پائیزه استان خوزستان ارائه شده است.

جدول 1- نرم‌های مرجع عناصر غذایی CND – ilr و CND - clr برای چغندرقند پاییزه خوزستان

عناصر غذایی	نرم‌های مرجع	انحراف معیار
	clr	
Fe	-1/059	0/042
Mn	-2/055	0/160
Zn	-3/149	0/160
Cu	-3/821	0/177
	ilr	
ilr_1	-1/668	0/052
ilr_2	-1/371	0/395
ilr_3	-0/502	0/133

تعیین فاصله ایچسن (A) به عنوان پیش بینی کننده عملکرد و تعادل عناصر غذایی چغندرقند پاییزه

فاصله ایچسن (A) با احتساب سه تعادل ilr_1 و ilr_2 و ilr_3 برای 183 مزرعه چغندرقند از رابطه‌ی ذیل محاسبه گردید که مقادیر ilrهای ستاره‌دار بیانگر نرم‌های تعادل مرجع می‌باشند.

$$A=[(ilr_1 - ilr_1^*)^2 + (ilr_2 - ilr_2^*)^2 + (ilr_3 - ilr_3^*)^2]^{\frac{1}{2}}$$

Archive of SID

www.SID.ir

با قراردادن مقادیر فواصل ایچسن (A) و عملکرد ریشه و عملکرد شکر در روی محور مختصات و استفاده از روش گروه‌بندی کیت-نلسون تصویری (نلسون و اندرسون،1984) مقادیر فاصله ایچسن بحرانی (حدواسط) برای عملکرد ریشه به میزان 0/3 و برای عملکرد شکر نیز همین مقدار بدست آمد و مقادیر عملکرد ریشه و شکر در این نقطه به ترتیب 60 و 9/20 تن در هکتار محاسبه شد. (شکل1 الف و ب). این نقاط بحرانی از فاصله ایچسن (به عنوان یک پیش‌بینی کننده عملکرد) بدین معنی است که برای بدست آوردن عملکردهای بیشتر ریشه و شکر چغندرقند باید مقدار فاصله ایچسن کمتر از 0/3 باشد و در صورتیکه مقدار فاصله ایچسن از 0/3 بیشتر شود می‌توان پیش‌بینی کرد که عملکردهای ریشه و شکر کاهش یابند. به عبارت دیگر در فاصله ایچسن بیشتر از 0/3 احتمال برهم خوردن سه تعادل Fe|Mn,Zn,Cu و Mn|Zn,Cu و Zn|Cu بیشتر خواهد بود و به تبع آن، عملکردها کاهش می‌یابند.

در شکل1 الف و ب بیشترین نقاط محصور در بیضی در مربع TN و TP قرار گرفته است بطوریکه حدود 30 نقطه در مربع TN و 129 نقطه در مربع TP قرار گرفته است که قرارگرفتن بیشترین نقاط در این بیضی به معنی بیشترین همبستگی معکوس بین عملکردهای ریشه و شکر با شاخص فاصله ایچسن(A) است. نقاط واقع در مربع TN به عنوان نقاط مرجع محسوب می‌شوند که بیشترین عملکرد و کمترین فاصله ایچسن را به خود اختصاص می‌دهند. روزان دانیلو ادواردو و همکاران (2011) فاصله ایچسن بحرانی برای 108 باغ مرکبات منطقه سائوپالو برزیل را 0/47با عملکرد بحرانی 154 کیلوگرم در هر درخت (55 تن در هکتار) گزارش نمودند. پرنت اس. ای و همکاران (2012_b) فاصله ماهالانوبیس بحرانی (Mahalanobis distance) را که مفهومی مانند فاصله ایچسن دارد برای 431 باغ کیوی نیوزلند با احتساب 11 تعادل عناصر غذایی به میزان 4/41 با عمکرد بحرانی 46339 کیلوگرم در هکتار گزارش نمودند. مودستو و همکاران (2014) مقدار فاصله ماهالانوبیس بحرانی را برای 758 مزرعه ذرت دانه‌ایی کانادا با احتساب 9 تعادل عناصر غذایی به میزان 4/21 و عملکرد دانه 11/825 تن در هکتار گزارش نمودند. با توجه به تعداد قرار گرفتن نقاط در 4 مربع TN و FN و TP و FP آماره‌های ضریب حساسیت، ضریب ویژگی، ضریب تشخیص درست، درجه پیش‌بینی مثبت (PPV) و درجه پیش‌بینی منفی (NPV) محاسبه و در جدول 2 ارائه شده است (مودستو و همکاران، 2014 و یاسری و همکاران، 1391). نتایج این آزمایش که با استفاده از شاخص‌های مذکور بررسی می‌شود، آزمون تشخیصی نامیده می‌شود. با استفاده از آزمون تشخیصی می‌توان دقت و صحت و ارزش نقاط را بر روی قسمت‌بندی کیت-نلسون ارزیابی کرد. نتایج آزمون تشخیصی تحقیق ما درجدول 2 ارائه شده است . ضریب حساسیت آزمایش ما 87% بدست آمد این مقدار حساسیت نمایانگر توانایی آزمایش ما در تشخیص صحیح تعداد مشاهدات عملکرد کم است به عبارت دیگر نشان می‌دهد چند درصد از مشاهدات عملکرد کم صحیح مثبت تشخیص داده شده‌اند ولی چیزی در مورد جامعه عملکرد بالا را بیان نمی‌کند.

ضریب ویژگی آزمایش ما، 84% برآورد شد. این مقدارضریب ویژگی نشاندهنده توانائی آزمایش، در تشخیص صحیح تعداد مشاهدات عملکرد زیاد است به عبارت دیگر نشان می‌دهد چند درصد از مشاهدات عملکرد صحیح منفی، تشخیص داده شده است. ضریب ویژگی تنها قدرت تشخیص را در جامعه عملکرد بالا سنجش می‌کند. هرگاه مقدار ضریب حساسیت و ویژگی هر دو با هم اعداد بالائی را نشان دهند دلیل برصحت و دقت و ارزش آزمایش می‌باشد (مودستو و همکاران، 2014و یاسری و همکاران، 1391). نتیجه آزمایش ما به ترتیب با کسب مقادیر ضریب حساسیت و ویژگی به میزان 87% و 84% نتایج خوبی است که با اطمینان بیشتر می‌توان از نرم‌های مرجع *ilr و فاصله ایچسن (A) برای ارزیابی وضعیت تعادل عناصر غذایی چغندرقند پاییزه و نیل به افزایش عملکرد ریشه و شکر استفاده کرد.

جدول 2- آماره گروه‌بندی داده‌های فاصله ایچسن و عملکرد شکر چغندرقند پاییزه

% 62/7	(NPV) پیش‌بینی منفی	0/3	(فاصله ایچسن) پیش‌بینی کننده
% 87	(Accuracy) ضریب تشخیص درست	9/20	(T/ ha) واکنش عملکرد شکر
%87	(Sensivity) ضریب حساسیت	30	تعداد TN
% 84	(Spesificity) ضریب ویژگی	18	تعداد FN
% 95/5	(PPV) پیش بینی مثبت	129	تعداد TP
		6	تعدادFP

Archive of SID

www.SID.ir

کاربرد نرم‌های مرجع *ilr برای تشخیص وضعیت عناصر غذایی چغندرقند پاییزه

از نرم‌های استاندارد *ilr حاصله از تحقیق، مندرج در جدول 1 می‌توان تعادل‌های عناصر غذایی موردنظر را برای چغندرقند، تفسیر و ارزیابی کرد. ذیلاً وضعیت عناصر غذایی یک مزرعه چغندرقند مطالعاتی را با رویکرد تعادل عناصر غذایی آهن، منگنز ، روی و مس برحسب گرم در کیلوگرم در ماده خشک برگ به ترتیب به مقادیر 0/4، 0/066، 0/045 و 0/019 و عملکرد ریشه 46/786 تن در هکتار ارزیابی می‌گردد. و غلظت همین عناصر مربوط به نرم مرجع به ترتیب 0/291، 0/1135، 0/3315 و 0/0036 گرم در کیلوگرم در ماده خشک برگ می‌باشد. مقادیر ilr_1 و ilr_2 و ilr_3 برای نمونه مطالعاتی با استفاده از رابطه 2 در بخش تئوری به ترتیب به میزان 2/0344- و 0/664- و 0/609- محاسبه گردید.نرم‌های مرجع *ilr نیز از جدول 1 استخراج و در محاسبه استفاده شد.

$ilr_1\text{-}ilr_1^*$= -2/0344(-1/668)= -0/362

$ilr_2\text{-}ilr_2^*$= -0/664(-1/371)= +0/707

$ilr_3\text{-}ilr_3^*$= -0/609(-0/502)= -0/107

$$A=[(-0.362)^2+(0.707)^2+(-0.107)^2]^{\frac{1}{2}}=0.86$$

فاصله ایچسن (A) برای نمونه مطالعاتی 0/86 و مقدار آن از فاصله ایچسن مرجع(A=0/3) بیشتر است که بیانگر عدم تعادل بین عناصر غذایی آهن، منگنز ، روی و مس می‌باشد. اما کدامیک از سه تعادل بیشترین تأثیر را بر نامتعادلی عناصر غذایی نمونه مطالعاتی داشته است؟ تعادل ilr_2 یا (Mn| Zn,Cu) با اختصاص 0/707+ بیشترین فاصله بین نمونه مطالعاتی از نرم مرجع را داشته است که آن بدین معنی است که ilr_2 نامتعادل‌ترین است .اکنون با توجه عدم تعادل Mn با Zn در ilr_2 مقدار غلظت Mn متعلق به نرم به میزان 0/1135 گرم در کیلوگرم را بجای غلظت 0/066 مربوط به نمونه مطالعاتی قرار می‌دهیم و فاصله ایچسن جدید را محاسبه می‌کنیم که بر اساس محاسبه جدید مقدار فاصله ایچسن از 0/86 به 0/3 کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر با اصلاح مقدار Mn تعادل عناصر غذایی بهبود یافته و احتمالاً عملکرد ریشه و شکر نیز بهبود خواهد یافت.

تشخیص وضعیت عناصر غذایی چغندرقند پاییزه بروش تعادل ترازویی

در این روش سنجش تعادل عناصر غذایی با استعاره از اجزای توزین ترازو استفاده می‌شود(پرنت اس. ای، 2012) یعنی شاهین ترازو (fulcrum) و عقربه دورگرد (mobile) و کفه ترازو (bucket) به عنوان نمادی از شاخص‌های بیانگر وضعیت عناصر غذایی استفاده می‌شود.تعادل‌ها یا ilrها برای 33 مزرعه چغندرقند پاییزه که عملکرد ریشه آنها کمتر از 60 تن در هکتار بود (60-27تن در هکتار) با استفاده از نرم‌های تعادل مرجع (*ilr) واقع در ربع TNبه روش تعادل ترازویی ارزیابی گردید که در جدول 4 و شکل 2 ارائه شده است .در این جدول مقادیر آماره‌های میانه و حدود اطمینان ilrهای 33 مزرعه ($\pm t_{0.05}$) واقع در مربع TP و *ilr مرجع واقع در مربع TN برای سه تعادل ilr_1, ilr_2, ilr_3 محاسبه شده است.

تعادل‌ها را می‌توان بصورت یک دندوگرام ترسیم و تصور کرد که بوسیله تغییر عقربه دورگرد ترازو (mobile) و شاهین ترازو (fulcrum) سنجش می‌شود بگونه‌ایی که تعادل برقرار شود. روش محاسبه بدین‌گونه بود که بیشترین و کمترین مقادیر حد پایین و بالا مربوط به TN و TP مندرج در جدول 4 مرتبط با هر یک از تعادل‌ها را در جهت افقی هر ستون دندوگرام قرار داده، سپس مقادیر حد بالا و پایین مربوط به TN و TP را جداگانه روی همان محور افقی عددگزاری و ترسیم گردید. در شکل 2 با تغییر میزان عناصر در کفه ترازو (bucket) می‌توان تعادل عناصر غذایی را کنترل کرد.این نکته یک مزیت است که شاخص تعادل عناصر غذایی بوسیله تغییر عناصر غذایی سنجیده می‌شود و نه بوسیله شاخص‌های مرکب دیگر (پرنت-اس.ای، 2012_a) و تغییر غلظت عناصر در کفه ترازو باعث متعادل شدن سیستم به سوی تعادل با تغییر و محاسبه ilr صورت می‌گیرد. به عبارت دیگر انتخاب ilr یک فرم و شاخص مناسب برای سنجش عناصر غذایی است که هم داده‌های زاید و اضافی حذف می‌شود و هم می توان با تغییر خود عنصر، شاخص تعادلی ilr را تغییر داد که از جنبه عملی اهمیت دارد.در شکل 2 تشخیص وضعیت عناصر غذایی Fe, Mn, Zn, Cuبرای چغندرقند پاییزه بروش تعادل ترازویی برای سه تعادل ilr_1, ilr_2, ilr_3 بصورت یک دندوگرام با علائم نمادین ترازو برای 33 مزرعه منعکس شده است.در این شکل با مقایسه مقادیر ilr_1 با محدوده بین 2- تا 1/5- در ربع TP و TN وضعیت اثر متقابل یا تعادل [Fe| Mn, Zn, Cu] ilr_1 = ارائه شده است بطوریکه ilr_1 در گروه TP با گروه TN تفاوت معنی داری را نشان می‌دهد که تفسیر نتایج اینست که برای افزایش کمی و کیفی چغندرقند ضرورتی به مصرف کود آهن نیست و اگر کوددهی آهن صورت گرفته است باید مقدار آن را کاهش داد تا غلظت آن از 390 پی پی ام مربوط به ربع TP به حدود 296 پی پی ام مربوط به ربع TN نزدیک شود. اما مقادیر ilr_2 با محدوده بین 1- تا 1/5- و ilr_3 با محدوده بین0/4- تا

Archive of SID

www.SID.ir

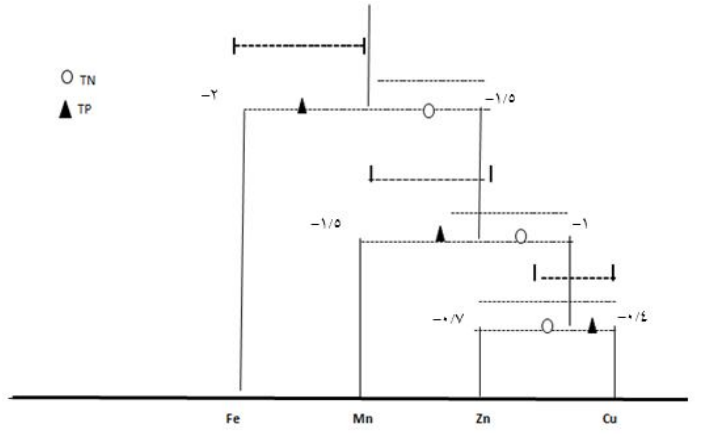
0/7-در ربع TP و TN تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند. غلظت‌های 296 ، 120، 41 و 19 میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک برگ عنصر آهن، منگنز، روی و مس می‌توانند به عنوان غلظت‌های مرجع *ilr برای تشخیص تعادل بین این عناصر استفاده شوند. زیراکه هر کدام از این غلظت‌ها متاثر از اثرات متقابل و ترکیبی این 4 عنصر می‌باشند. پیشنهاد می‌شود این استانداردهای تعادل عناصر غذایی به وسیله آزمایش‌های مزرعه‌ایی اعتبارسنجی شوند.

نتیجه‌گیری

چگونگی تبدیل، توسعه و استخراج رویکرد CND-ilr از رویکردهای قبلی DRIS و CND-clr با استفاده از چندین رابطه آماری و ریاضی نظیر روش تحلیل داده‌های ترکیبی (CDA) توضیح داده شد. با کاربرد روش CND-ilr بسیاری از معایب روش‌های DRIS و CND-clr برطرف گردید. نرم‌های استاندارد CND-ilr با استفاده از روش‌شناسی رویکرد CND-ilr و داده‌های 183 مزرعه چغندرقند پاییزه استان خوزستان برای بررسی سه نوع اثر متقابل [Fe |Cu, Zn, Mn], ilr2:[Mn |Zn, Cu], ilr3:[Zn |Cu] تهیه گردید. نتایج نشان داد برای افزایش کمی و کیفی چغندرقند ضرورتی به مصرف کود آهن نیست و اگر کوددهی آهن صورت گرفته است باید مقدار آن را کاهش داد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از زحمات آقای مهندس امیر فیروز دقوقی مدیر عامل محترم شرکت بازارگان کالا به پاس یاری‌رسانی بی‌چشمداشت ایشان بسیار سپاسگزارم.



	TN (p.p.m)	۲۹۶	۱۲۰	۴۱	۱۹
	TP (p.p.m)	۳۹۰	۱۱۳	۴۰	۱۴

شکل ۲ : دندوگرام تعادل عناصر غذایی برای چغندرقند پاییزه بروش تعادل ترازوئی (Pan Balance)

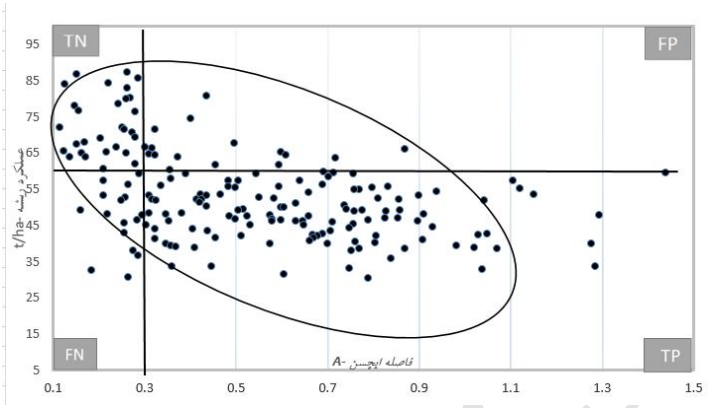
جدول 3- طراحی تعادل‌های متعامد دوتائی متوالی(SBP) 4 عنصر آهن، منگنز، روی و مس برای چغندرقند پائیزه

تعادل‌ها- ilr	Fe	Mn	Zn	Cu	ضرایب متعامد	
					n^+	n-
$ilr_{1=}$ [Fe| Mn, Zn, Cu]		-1	1	1	3	1
$ilr_{2=}$[Mn|zn,Cu]		0	-1	1	2	1
$ilr_{3=}$[Zn|Cu]		0	0	-1	1	1

www.SID.ir

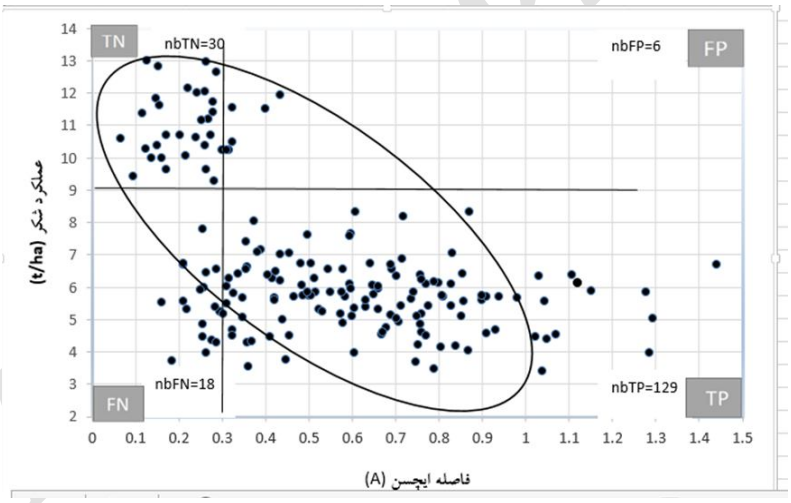
جدول 4 - حدود اطمینان و میانه ($ilr(\pm t_{0.05})$ واقع در ربع TP برای 33 مزرعه و واقع در ربع مرجع TN برای 30 مزرعه چغندرقند پاییزه

	TN			TP		
تعادل‌ها	حد پایین	میانه	حد بالا	حد پایین	میانه	حد بالا
$ilr_{1=}$ [Fe| Mn, Zn, Cu]	-1/766	-1/633	-1/498	-2/062	-1/927	-1/792
$ilr_{2=}$ [Mn| Zn, Cu]	-1/021	-1/131	-1/241	-1/535	-1/379	-1/223
$ilr_{3=}$ [Zn|Cu]	-0/7	-0/559	-0/419	-0/649	-0/512	-0/376



شکل 1-الف

شکل 1 - الف: رابطه بین عملکرد ریشه (تن در هکتار) و شاخص فاصله ایچسن (A) برای 183 مزرعه چغندرقند پاییزه



شکل 1 ب

شکل 1 - ب: رابطه بین عملکرد شکر (تن در هکتار) و شاخص فاصله ایچسن (A) برای 183 مزرعه چغندرقند پاییزه

فهرست منابع:

1. اسماعیلی، م.، ا. گلچین و م. س. درودی. 1379. تعیین حد متعادل عناصر غذایی در سیب به روش .DRIS مجله خاک و آب. جلد 12، شماره 8، صفحه 22 .
2. امامی، ع. 1375. روش‌های تجزیه گیاه. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه فنی شماره 982، تهران، ایران.
3. بی نام.1382 . واژه‌ها و اصطلاحات آماری، پژوهشکده آمار. چاپ دوم.

www.SID.ir

4. دریاشناس، ع. و ع. پاک نژاد. 1384. تعیین نرم‌های استاندارد دریس برای چغندرقند پاییزه استان خوزستان. نهمین کنگره علوم خاک ایران، ایران، کرج، 6 تا 9 شهریور،1384.
5. دریاشناس، ع. و ک. ثقفی. 1390. تشخیص چند گانه عناصر غذایی (CND) برای چغندرقند. مجله پژوهش‌های خاک. دوره25.شماره1 . موسسه تحقیقات خاک و آب.
6. رضائی، ع. 1376. مفاهیم آمار و احتمالات، نشر مشهد.
7. طهرانی، م.، م. بلالی، ف. مشیری و ع. دریاشناس .1391.توصیه و برآورد کود در ایران: چالشها و راهکارها. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) : 1391، دوره 26، شماره 2 الف.
8. ملکوتی م. ج.، پ. کشاورز، و ن. ج. کریمیان. 1387. روش جامع تشخیص و ضرورت مصرف بهینه کود برای کشاورزی پایدار. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران .
9. یاسری م.، م. س. یکانی نژاد، ا. پاکپورحاجی آقا، س. رحمانی، ج. رنگین و آ. اکابری.1391. خودآموز مفاهیم ارزیابی آزمونهای تشخیصی به روش تصویری حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت و ارزش اخباری منفی. مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، 1391، (4)2. صفحه 275 تا282.
10. Aitchison J. and M. Greenacre. 2002. “Biplots of Compositional Data,” Journal of the Royal Statistical Society Series C Applied, Vol. 51, No. 4, pp. 375-392.
11. Aitchison, J. 1986. Statistical analysis of compositional data. Chapman and Hall, New York.
12. Bates, T.E. 1971. Factors affecting critical nutrient concentrations in plant and their evaluation: A review. Soil Sci. 112:116–130.
13. Baxter I. R., Vitek O., Lahner B., Muthukumar B., Borghi M., Morrissey J., et al. 2008. The leaf ionome as a multivariable system to detect a plant’s physiological status. Proc Natl Acad Sci U S A. 105(33):12081-6.
14. Beaufils E. R. 1973. “Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS),” in Soil Science, Bulletin, 1 (Pietermaritzburg: University of Natal), 1–132.
15. Bergmann, W. 1988. Ernährungs-störungen bei Kulturpflanzen. 2. Auflage. Gustav Fischer.
16. Blanco-Macías, F., Magallanes-Quintanar, R., Valdez-Cepeda, R.D., Vázquez-Alvarado, R., OlivaresSáenz, E., Gutiérrez-Ornelas, E., and Vidales-Contreras, J.A. 2009. Comparison between CND norms and boundary-line approach nutrient standards: Opuntia ficus indica L. case. Revista Chapingo Serie Horticultura 15(2): 217-223.
17. Egozcue, J. J. And V. Pawlowsky-Glahn .2006$_b$. Simplicial geometry for compositional data. In Buccianti, A., Mateu-Figueras, G., Pawlowsky-Glahn, V. (Editors). Compositional data analysis in the geosciences: from theory to practice. Geological Society, London, Special Publication 264, p. 145-159.
18. Egozcue, J. J., and Pawlowsky-Glahn, V. 2011a. “Basic concepts and procedures,” in *Compositional Data Analysis: Theory and Applications*, (ed.) V. Pawlowsky-Glahn and A. Buccianti (New York, NY: John Wiley and Sons), 12–28.
19. Egozcue, J. J., Pawlowsky-Glahn, V., Mateu-Figueras, G., and Barceló-Vidal, C. 2003. Isometric log ratio transformations for compositional data analysis 1. Math. Geol. 35, 279–300.
20. - Geraldson CM. 1970. Intensity and balance concept as an approach to optimal vegetable production. Communications in Soil Science and Plant Analysis; 1(4) 187-196.
21. - Geraldson CM. 1984. Nutrient intensity and balance. In Stelly, M. (ed.) Soil testing: Correlating and Interpreting Analytical Results. Madison WI: American Society of Agronomy Special Publication 29; 1984. p. 75-84.
22. 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 Hort. 146:137–142.

www.SID.ir

23. Malavolta, E. Manual de nutrição de plantas. 2006. Pav. Chimica, ESALQ and Ed. Agron. CERES, São Paulo, Brazil, 631 p.
24. Marschner, P. 2011. *Mineral Nutrition of Higher Plants, 3rd Edn*. London: Academic Press.
25. Modesto Viviane Cristina, Serge-Étienne Parent, William Natale, Léon Etienne Parent. 2014. Foliar Nutrient Balance Standards for Maize (Zea mays L.) at High-Yield Level. American Journal of Plant Sciences, 2014, 5, 497-507.
26. Nelson, L. A.; Anderson, R. L. 1984. Partitioning of soil test-crop response probability. p. 19-38in M. Stelly (Eds), Soil testing: Correlating and interpreting the analytical results. ASA Special Publication 29, ASA, Madison, WI.
27. Parent SE, Parent LE, Rozane DE, Natale W .2013a. Plant ionome diagnosis using sound balances: case study with mango (Mangifera Indica). Frontiers in Plant Science 4 :(article 449)1-12. [Online].Available at:://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3824108/.
28. - Parent SE, Parent LE, Egozcue JJ, Rozane DE, Hernandes A, Lapointe L, Gentile VH, Naess K, Marchand S, Lafond J, Mattos Junior D, Barlow P, Natale W .2013_b.The plant ionome revisited by the nutrient balance concept. Frontiers in Plant Science 4 :(article 39)1-10.
29. Parent SÉ. Parent L. E., Rozane D. E., Hernandes A., Natale W. 2012_a. "Nutrient balance as paradigm of plant and soil chemometrics," in Soil Fertility, (ed.) Issaka R. N., editor. (New York: In Tech Publications), 83–114. [Online].Available at: http://dx.doi.org/10.5772/53343.
30. Parent Serge-Étienne, Philip Barlow and Léon E. Parent1. 2012_b. Balance-based Nutrient Diagnosis of New Zealand kiwifruit orchards. Available at:://www.biosoil.co.nz/vdb/document/6.
31. Parent, LE .2011. Diagnosis of the nutrient compositional space of fruit crops. Rev. Bras. Frutic. vol.33 no.1 Jaboticabal Mar. 2011. [Online].Available at: http://dx.doi.org/10.1590/S0100- 29452011000100041.
32. Parent, L.E., and M. Dafir. 1992. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 117:239–242.
33. Pawlowsky-Glahn, J. J. Egozcue and R. Tolosana Delgado.2011. "Principal Balances," In: 4th International Workshop on Compositional data analysis (Codawork 2011), San Feliu de Guixols, Spain, 2011.
34. Pawlosky-Glahn, V.; Egozcue, J.J. 2008. Compositional data and Simpson's paradox. Codawork. In: Com positional analysis workshop, 3. 2008. Girona, Disponível. [Online]. Available at: <http: //dugi-doc. udg.edu/bitstream/10256/718/1/.
35. Rosanne Danilo Eduardo, Dirceu de mattos junior , Serge-Etienne Parent , William Natale , Leon Etienne Parent.2011.Compositional meta-analysis of Citrus varieties in the state of São Paulo, Brazil Proceedings of the 4th International Workshop on Data (2011).
36. Silva, G.G.C. da, Neves, J.C.L., Alvarez V.V.H., and Leite, F.P. 2004. Nutritional diagnosis for Eucalypt by DRIS, M-DRIS, and CND. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.) 61(5):507-515.
37. Umesh, U.N.; Peterson, R.A.; Mccann-Nelson, M.; Vaidyanthan, R. 1996. Type IV error in marketing research. The investigation of ANOVA interactions. Journal of the Academy of Marketing Science, Greenvale, v. 24, p. 17-26, 1996. Verlag, Stuttgart, 762 p.
38. Wairegi L. W. I. and P. J. A. Van Asten. 2012. Norms for Multivariate Diagnosis of Nutrient Imbalance in Arabica and Rosusta Coffee in the East African Highlands," Experimental Agriculture, Vol. 48, No. 3, 2012, pp. 448-460.[online]. Available at: htt://dx.doi.org/10.1017/S0014479712000142.
Walworth, J. L and M. E. Sumner. 1987. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) Adv. In Soil Sci. Vol. 6: 149-188.

www.SID.ir

Compositional Data Analysis Method for Diagnosing Micronutrients Status of Fall Sugar Beet with the Approach of "Nutrients Balance"

A. M. Daryashenas[1], M. Basirat, A. R. Paknejad, and S. Daryashenas

Assistant professor, Soil and Water Research Institute of Iran , Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran; E-mail: amdaryashenas1335@gmail.com

Assistant professor, Soil and Water Research Institute of Iran , Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran; E-mail: majid_basirat@ yahoo.com

Research lecturer, Safiabad Agricultural Research and Education and Natural Resources Center; E-mail: rezapaak@yahoo.com

Senior expert, Soil and Water Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran; E-mail: surooshdaryashenas@gmail.com

Received: February, 2017 and Accepted: May, 2017

Abstract

Tissue analysis is a useful tool for evaluation and optimizing nutrients for fall sugar beet. Nutrient diagnostic tools are based on two methods, i.e. nutrient concentration (critical minimum value) and ratios (Diagnosis and Recommendation Integrated System or DRIS). However, those methods disregard two important factors which are, firstly, compositional nature of analytical data and, secondly, dealing with high number of ratios which makes our final decision biased. So, we shall try to limit those numbers of ratios that can be diagnosed independently in a given composition. The use of orthogonal balances, a compositional data analysis technique, avoids such biases. Our objective was to develop foliar nutrient balance standards i.e. DRIS and CND-clr to CND-ilr for fall sugar beet and determine CND-ilr reference norms. We collected 183 root and sugar yields and foliar samples in fall sugar beet fields of Khuzestan province and analyzed four nutrients in leaf tissue (Cu, Zn, Mn, and Fe). Nutrients were arranged into three balances ilr_1: [Fe|Cu, Zn, Mn], ilr_2: [Mn|Zn, Mn], ilr_3: [Zn|Cu] and computed as Isometric Log Ratios (ilr). Total population of observations were divided into a high and low population on the basis of 60.32 t/ha root yield and 9.40 t/ha sugar yield (cut off yield). Results showed that a Critical Aitchison Distance of 0.3 (as a predictor) separated balanced from imbalanced samples through three balances i.e. ilr1, ilr2, and ilr3. Three ilr reference norms were derived. "Mobile and fulcrums balance system" was used for 33 fall sugar beet fields (root yield < 60 $t.ha^{-1}$: TP quadrant) with 3 balances. Results showed that Fe, Mn, Zn, and Cu with the concentration of, respectively, 296, 120, 41, and 19 $mg.kg^{-1}$ can be considered as reference concentrations for balance based diagnosis, because concentration values are compositional and subjected to interactions. Results also showed that to increase the quantity and quality of sugar beet it is not necessary to use iron fertilizers, and if any iron fertilization has been used, it should be reduced.

Keywords: Aitchison Distance, Isometric Log Ratios, Reference concentrations, Fulcrums balance system

[1]. Corresponding author: Karaj, Emam Khomini Bld. Soil and Water Research Institute.

Archive of SID

www.SID.ir