Archive of SID

برآورد اعداد مرجع[1] عناصر غذایی برای انگور رقم شاهرودی به روش تشخیص چند گانه عناصر غذایی یا (CND[2])

مجید بصیرت[3]، احمد اخیانی و عبدالمحمد دریاشناس

استادیار موسسه تحقیقات خاک وآب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی؛ Majid_Basirat@yahoo.com

محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سمنان؛ Ahmadakhyani@yahoo.com

استادیار موسسه تحقیقات خاک وآب؛ anssm2000@yahoo.com

دریافت: 94/3/6 و پذیرش: 94/10/7

چکیده

به منظور برآورد اعداد مرجع عناصر غذایی برای انگور رقم شاهرودی، آزمایشی در سطح 54 باغ انگور در منطقه شاهرود به روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی اجرا گردید. در این تحقیق گروه عملکرد زیاد به تعداد 13 باغ (24 %) از 54 باغ و 41 باغ با عملکرد کم (76%) با استفاده از مدل کاربرد تابع تجمعی نسبت واریانس عناصر غذایی از هم تفکیک گردید. از حل معادلات تابع تجمعی درجه سه مربوط به یازده عنصر غذایی، عملکردهای مرتبط محاسبه گردیدند:

$Fi^{c}(V_N)=31/20$، $F_i^{c}(V_P)=35/3$، $F_i^{c}(V_K)=31/8$ **=26/53**، $F_i^{c}(V_{Ca})$ **=35/43**، $F_i^{c}(V_{Mg})$،

$F_i^{c}(V_{Mn})=31/33$ ، $F_i^{c}(V_{Zn})=31/6$ ، $F_i^{c}(V_{Fe})=36/08$ ، $F_i^{c}(V_{Cu})=38/24$ ،

$F_i^{c}(V_B)=38/48$ ، $F_i^{c}(V_{Cl})=30/08$، $F_i^{c}(R_d)=39/19$.

بر این اساس، میانگین عملکردهای مطلوب به میزان 33/78 تن در هکتار به عنوان عملکرد هدف تعیین شد که اعداد بدست آمده عناصر غذایی برای این عملکرد شامل نیتروژن 0/43± 2/56 ، فسفر0/15± 0/57، پتاسیم0/14± 1/04، کلسیم 0/39±1/26، منیزیم 0/11± 0/75، منگنز 0/00 ± 33/9 ، روی 0/00 ± 24/8، آهن 0/00± 106/4،مس 0/00± 7/02 ، بور 0/00±43/6 و کلر 0/13±0/72 بود. براساس اعداد مرجع بدست آمده در این پژوهش، کمبود کلسیم و نیتروژن در مقایسه با سایر عناصر بیشتر بود.

واژه‌های کلیدی: اعداد مرجع عناصر غذایی ،تابع تجمعی، کمبود نیتروژن

---

1. Norm
2. CND: Compositional nutrient diagnosis-
3. نویسنده مسئول، آدرس: کرج، میدان استاندارد، بلوار رزکان نو، موسسه تحقیقات خاک وآب، بخش تحقیقات حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در درختان میوه، معمولاً بررسی وضعیت گیاه بر مبنای تجزیه گیاه صورت می گیرد زیرا به دلیل تأثیر عوامل متعدد استفاده از روش آزمون خاک چندان کارآمد نیست. روش تجزیه گیاه بر پایه این منطق استوار است که مقدار یک عنصر معین در گیاه نشانه‌ای از تأمین آن عنصر از خاک است (تیسدال، 1993). اما نبود اعداد مرجع تحت شرایط آگرو اکولوژیکی مناطق از ضروریات است بنابراین، اولین قدم برای تشخیص نیازهای غذائی محصولات باغی برآورد اعداد مرجع می‌باشد (ملکوتی، 1378). از سوی دیگر، به دلیل برهم‌کنش عناصر و ترکیبات شیمیایی خاک بر روی یکدیگر، تفاوت عملکرد درختان و روش مدیریتی رایج در هر منطقه، نیاز به برآورد اعداد مرجع منطقه‌ای وجود دارد (دریاشناس و ثقفی، 1390). تحت چنین شرایطی، پاسخ های گیاه دقیق تر بررسی شده و ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای کارایی بهتری خواهد داشت (ملکوتی ، 1387). مطالعات نشان داده است که غلظت عنصر در گیاه با غلظت عنصر در خاک همبستگی مثبتی ندارد (ملکوتی، 1387). در این شرایط غلظت عناصر در برگ تعیین کننده وضعیت تغذیه‌ای گیاه است نه شرایط خاک. از سوی دیگر، میانگین غلظت عناصر در برگ نیز خود تابع شرایط متعددی است و بیش از هر چیز تابع مدیریت اعمال شده، نوع رقم، مرحله رشد، روش و پراکنش نمونه‌های گرفته شده برای تجزیه گیاه است (ملکوتی، 1387).

روش‌های مختلف تفسیر نتایج تجزیه گیاه نظیر غلظت بحرانی[1] (CVA)، دامنه کفایت[2] (SRA)، سیستم تلفیقی تشخیص و توصیه[3] (DRIS)، انحراف از حد بهینه[4] (DOP) و تشخیص چندگانه (CND) برای ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاهان استفاده می‌شوند (پرنت و دافیر،1992؛ پرنت و همکاران،1994). دردی پور و همکاران (1391) در ارزیابی نتایج وضعیت عناصر غذایی در61 باغ هلو به روش انحراف از حد بهینه، ترتیب نیاز غذایی هلو را به شرح P>Ca>Mn>K>Fe>Cu>Zn>Mg>N گزارش کردند. هر کدام از این روش‌ها دارای معایب و مزیت‌هائی هستند. روش سیستم تلفیقی تشخیص و توصیه در مناطقی نظیر کشور ایران که مصرف کود در آن نامتعادل می‌باشد، از اهمیت بیشتری برخوردار است (سلطانپور وهمکاران، 1995). در روش تلفیقی تشخیص و توصیه شاخص هر عنصر غذایی میانگینی از نسبت‌های دو عنصری‌اند ولی در سامانه تشخیص چند گانه وضعیت هر عنصر غذایی نسبت به میانگین هندسی کلیه عناصر محاسبه می‌شوند و اثرات متقابل یک عنصر نسبت به کلیه عناصر سنجیده می‌شود (والورس و سامر، 1987؛ خیاری و همکاران، 2001). در هر یک از روش‌های تشخیص وضعیت تغذیه-ای اشکالاتی وجود دارد که مهمترین آن فقدان اعداد مرجع است که بتوان با استفاده از آن نتایج تجزیه برگ رابا لحاظ مجموعه بیشتری از عوامل مؤثر تأثیرگذار برهم تفسیر کرد. در روش تشخیص چندگانه به داده کمتری نسبت به روش‌های دیگر نیاز است پس تعداد نمونه-برداری در منطقه مورد مطالعه تا حد امکان کاهش می‌یابد (دریاشناس و ثقفی، 1390).

مزیت روش تشخیص چندگانه در این است که اولاً عوامل محدود کننده را بر حسب عملکرد واقعی گروه‌بندی می‌کند نه بر اساس عملکرد قابل پیش‌بینی یا پتانسیل بنابراین سهم عنصر محدود کننده به تفکیک در عملکرد مشخص می‌گردد و ثانیاً تفکیک گروه‌های عملکردی مطلوب با دقت زیاد تعیین می‌شوند. این مقادیر در آن جامعه آماری بیانگر غلظت مطلوب برای گیاه مورد نظر است و راهنمای مناسبی برای تفسیر نتایج تجزیه گیاه می‌باشد. در این روش یک ضریب تبیین بین غلظت عنصر و عملکرد بدست می‌آید که بیانگر برتری نسبت این روش تشخیصی نسبت به روش‌های دیگر است (دریاشناس و ثقفی، 1390). به طور مثال خیاری و همکاران (b 2001) در تحقیقی نشان دادند که در کوددهی فسفری سیب‌زمینی، روش تلفیقی تشخیص و توصیه تلفیقی تشخیص و توصیه از ضریب تبیین بالاتری نسبت به روش تلفیقی تشخیص و توصیه برخوردار بود به طوری که بین شاخص NBI با عملکرد غده 0/13 ولی بین ضریب تبیین روش تشخیص چندگانه تشخیص چندگانه با عملکرد غده عدد0/34 بدست آمد که نشان دهنده دقت بیشتر این روش نسبت به روش دریس است. از ویژگی‌های این روش اینست که قابلیت تعیین اعداد مرجع برای عملکردهای مطلوب دارد و می‌توان این اعداد را به عنوان مرجعی برای پتانسیل مطلوب منطقه مورد مطالعه در نظر گرفت. به همین منظور بررسی وضعیت تغذیه‌ای انگور در منطقه شاهرود به عمل آمد. انگور یکی از محصولات مهم باغی کشور می‌باشد که انگور سرخه فخری یا شاهرودی با حدود 3 هزار هکتار سطح زیر کشت در شاهرود مهم‌ترین انگور انباری کشور می‌باشد که تغذیه علاوه بر عملکرد بر روی عمر انباری آن نقش

1. CVR:Critical value
2. SRA:sufficiency range approach
3. DRIS: Diagnosis and Recommendation Integrated System
4. DOP:Deviation from optimum percentage

www.SID.ir

Archive of SID

به سزایی دارد اما اعداد مرجع موجود در منابع قابلیت کمی برای تفسیر نتایج تجزیه گیاه داشته و بنابراین ضروری است اعداد مرجع بر اساس شرایط منطقه، رقم و مدیریت زراعی بدست آید تا تشخیص آسانتر و به موقع صورت گیرد.

مواد و روش‌ها

برای اجرای این تحقیق، تعداد 54 تاکستان از رقم انگور شاهرودی با عملکردهای متفاوت در منطقه شاهرود انتخاب شدند. تعداد 54 نمونه مرکب برگ از 54 باغ‌های انتخابی در سال زراعی90-1391جمع آوری شدند. نمونه‌ها از برگ مقابل خوشه در اوایل تیرماه گرفته شدند (شیخامنی و همکاران، 1982). نمونه‌ها با آب مقطر شسته شده و در دمای 70 درجه سانتی‌گراد در آون خشک شد و سپس آسیاب شدند. تجزیه‌های آزمایشگاهی شامل نیتروژن کل به روش میکروکلدال و با استفاده از دستگاه اتوآنالیز کجلتک، فسفر به روش کالریمتری توسط اسپکتروفتومتر مدل فارماسیا، پتاسیم به وسیله دستگاه فلیم فتومتر مدل جنوای اندازه‌گیری شد. عناصر روی، منگنز، آهن و مس پس از تهیه خاکستر از نمونه در کوره با استفاده از اسید کلریدریک 0/1 نرمال هضم و عصاره توسط دستگاه جذب اتمی مدل پرکینز قرائت می‌شود (امامی، 1375). عنصر بر به روش آزومتین- اچ با دستگاه اسپکتروفتومتری مورد سنجش قرار گرفت (امامی، 1375) در زمان برداشت میزان عملکرد میوه هر باغ بر اساس متوسط عملکرد کل هر درخت که از آن نمونه مرکب برگ تهیه شده بود برداشت و اندازه‌گیری گردید.

محاسبات روش تشخیص چند گانه

روش تشخیص چندگانه اولین بار توسط پرنت و دافیر (1992) ارائه شد. در این روش کل غلظت عناصر غذایی در گیاه به عنوان یک متغیر(S_d)به علاوه یک بخش باقیمانده (R_d) در نظر گرفته می‌شود که در آن d نماینده تعداد عناصر غذایی در معادله و R_dبیانگر مقدار باقیمانده است (دریاشناس و ثقفی، 1390). که مجموع معادله برابر 100 و بر حسب درصد بیان می‌گردد. سایر عناصر غذایی باقیمانده و اندازه‌گیری نشده است که از رابطه (2) محاسبه می‌شود. (آیتچیسون، 1980).

(1)

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

$$R_d = 100 - (N + P + K\ldots) \qquad (2)$$

میانگین هندسی عناصر غذایی با رابطه 3 نشان داده می‌شود.

$$G = \left[N, P, K \ldots . R_d\right]^{\frac{1}{d+1}} \qquad (3)$$

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

$$Z_i = \log\left[x_i / g(x)\right] \qquad (4)$$

(5)

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

(6)

$$V_N + V_P + V_K + \ldots . V_{Rd} = 0$$

در روابط فوق، V_Nبیانگر نسبت لگاریتم طبیعی برای نیتروژن نسبت به کل عناصر حاصل می‌شود و برای سایر عناصر نیز مشاب‌ها بدست می‌آید. رابطه 6، درستی محاسبات را تأیید می‌کند. براساس این تعریف، مجموع ترکیبات گیاهی بر مبنای عدد 100 است و مجموع نسبت لگاریتم طبیعی عناصر با احتساب مقدار لگاریتم طبیعی 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 بالا بیانگر غلظت مطلوب برای تأمین عملکرد بالا است و بعنوان اعداد مرجع در این روش محسوب می‌شوند که معمولاً با V^*_N، V^*_P، V^*_K و V^*_{Rd} نشان داده می‌شود. در نتیجه اگر غلظت هر عنصر غذایی گیاه مورد مطالعه را با غلظت ایده آل یا همان اعداد روش تشخیص چند گانه استاندارد شود شاخص عناصر غذایی روش تشخیص چند گانه یا (I_N) بدست خواهد آمد که برای عناصر N، P، K، و R_d بشرح ذیل محاسبه می شوند.

$$I_N = \frac{V_N - V^*_N}{SD^*_N} \qquad (7)$$

در این روابط V^*_N، V^*_P، V^*_K، V^*_{Rd}، SD^*_V، SD^*_P، SD^*_K، SD^*_{Rd} به ترتیب میانگین و انحراف معیار نسبت لگاریتم طبیعی عناصر غذایی هستند که بعنوان اعداد مرجع CND محسوب می‌شوند. 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. سپس غلظت یک عنصر نسبت به میانگین هندسی کل عناصر و ترکیبات با استفاده از رابطه $I_{zi} = \left(Z_i - z_i\right)/S_{zi}$ محاسبه می‌شود (پرنت و دافیر، 1992).

شاخص تعادل عناصر غذایی با این روش از طریق رابطه 8 قابل محاسبه است. که در این معادله r^2 مجموع مربعات شاخص‌های عناصر غذایی است و همیشه می‌تواند اعداد صفر و بیشتر را به خود اختصاص

www.SID.ir

Archive of SID

دهد. از نظر تئوری هر اندازه r^2 به عدد صفر نزدیک تر شود عناصر غذایی در شرایط متعادل تری خواهند بود.

$$r^2 = I^2_N + I^2_P + I^2_K + \ldots + I^2_{Rd} \quad (8)$$

بنابراین برای هر نمونه مشخص گیاهی می‌توان وضعیت عناصر غذایی را بررسی کرد. با توجه به اینکه شاخص‌های عناصر غذایی متغیری مستقل و نرمال[1] هستند بنابراین مجموع این شاخص‌ها یعنی r^2 از یک توزیع مربع کای با درجه آزادی d+1 تبعیت می‌کند (روس،1987).

انتخاب جامعه با عملکرد مطلوب

برای تمایز جامعه عملکرد به دو گروه مطلوب و نامطلوب می‌توان بر اساس ترسیم تابع تجمعی بین عملکرد و نسبت واریانس شاخص‌های عناصر غذایی اقدام نمود. ابتدا تابع عملکرد- عنصر غذایی را ترسیم نموده و برای تعیین نقاط عطف منحنی[2] می‌توان گروه‌های عملکردی را با دقت مشتق از یک تابع درجه 3 تفکیک نمود (خیاری و همکاران، 2001 c).

سپس برآورد عملکرد حد واسط براساس روش توابع تجمعی واریانس نسبت لگاریتمی عناصر شرکت داده شده در معادله مورد محاسبه قرار گرفت. در گام بعدی برای میانگین اعداد در جامعه با عملکرد بالا بعنوان اعداد مرجع عناصر غذایی قرار می‌گیرند که در واقع عملکرد حداواسط در نقطه عطف منحنی تابع تجمعی واریانس نسبت لگاریتمی طبیعی عنصر غذایی مربوطه می‌باشد (دریاشناس و ثقفی، 1390).

در پایان، داده‌های عملکرد و غلظت عناصر غذایی مربوطه به 54 باغ براساس میزان عملکرد از زیاد به کم ردیف شد. سپس مقادیر میانگین هندسی (G) و نسبت لگاریتمی 11 عنصر غذایی، بر اساس معادلات 3 و4 محاسبه گردید. در ادامه براساس معادله 9 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 معادلات 9 تا 11 برای 11عنصر برآورد گردید.

(9) مقادیر V_X برای اولین عملکرد و برای سایر عملکردها محاسبه و نسبت واریانس آنها براساس رابطه زیر محاسبه می شود.این عمل برای دومین عملکرد و الی آخر انجام می‌شود

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

(10) تابع تجمعی نسبت واریانس براساس رابطه ذیل محاسبه می‌شود

$$F_i^c = \frac{\sum_{i=1}^{n_1-1} f_i\ (V_X)}{\sum_{i=1}^{n-3} f_i\ (V_X)} \times 100$$

(11) نقطه عطف این منحنی ازطریق مشتق معادله بدست خواهد آمد که در واقع جداکننده عملکرد بالاو پایین است.

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

نتایج و بحث

معادلات ریاضی مدل تشخیص چندگانه عناصر غذایی در محیط نرم افـزار اکسـل وارد گردیـد و بـا وارد کـردن داده‌هـای عناصـر غـذایی 54 بـاغ مـورد مطالعـه شاخص‌های عناصر غذایی نیز به روش گام به گام تعیـین شـد. (خیـاری و همکـاران، 2001[abc] و دریاشـناس و ثقفی،1390)

جداسازی گروه‌های عملکرد بالا و پایین

برای تعیین عملکرد حد واسط و تمایزگروهـای عملکردی کم و زیاد ارتباط بین عملکرد درختان و مقادیر تجمعـی نسـبت واریـانس هـر عنصـر غـذایی یعنـی $F_i^c(V_N)$، $F_i^c(V_P)$، $F_i^c(V_K)$، $F_i^c(V_{Ca})$، $F_i^c(V_{Mg})$، $F_i^c(V_{Mn})$، $F_i^c(V_{Zn})$، $F_i^c(V_{Fe})$، $F_i^c(V_{Cu})$، $F_i^c(V_{Cl})$ $F_i^c(V_B)$و $F_i^c(V_R)$ محاسبه و ترسیم گردید که بصورت 12 معادله درجـه 3 بـرای 11 عنصـر و یـک قسـمت باقیمانـده (R_d) بـرازش داده شـد (جدول 1) ارائه شده است.

نقاط عطف منحنی‌ها برای11 عنصر غذایی و ترکیبات باقیمانده به ترتیب به صورت$Fi^c(V_N)=31/20$، $F_i^c(V_P)=35/3$، $F_i^c(V_K)=31/8$، $F_i^c(V_{Ca})=26/53$، $F_i^c(V_{Mg})=35/43$، $F_i^c(V_{Mn})=31/33$، $F_i^c(V_{Zn})=31/6$، $F_i^c(V_{Fe})=36/08$، $F_i^c(V_{Cu})=38/24$، $F_i^c(V_B)=38/48$، $F_i^c(V_{Cl})=30/.8$ $F_i^c(R_d)=39/19$ بر حسب تن در هکتار بدست آمدند. مدل درجه 3 برای کلیه عناصر معنی‌دار بود (R^2 = 0/81-0/ 98). عملکرد میوه به مقدار 33/78 تن در هکتار بعنوان عملکرد حد واسط برای تفکیک دو گروه عملکرد کم و زیاد حاصل شد. در نتیجه از مجموع 54 باغ تعداد 13 باغ معادل 24 درصد در گروه

[1] Unit-Normal
[2] Inflection point

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد زیاد و 41 باغ معادل76 درصد در گروه عملکرد کم قرار گرفتند.

جدول 1- برآورد عملکرد حد واسط براساس روش توابع تجمعی واریانس نسبت لگاریتمی عناصر غذایی [$F_i^c(V_X)$] از 54 باغ مطالعاتی

عناصرغذایی	R^2	$F_i^c(V_X)=aY^3+bY^2+cY+d$	عملکرد تعیین شده
نیتروژن	0/93	$-0/006x^3+0/571x^2-18/55x+237/1$	31/20
فسفر	0/97	$-0/005x^3+0/592x^2-21/37x+292/3$	35/30
پتاسیم	0/81	$0/008x^3+0/765x^2-23/53x+258/1$	31/87
کلر	0/98	$-0/0028x^3+0/3274x^2-14/24x+203/55$	38/97
کلسیم	0/98	$0/0004x^3-0/347x^2+4/961x+80/49$	26/52
منیزیم	0/88	$-0/007x^3+0/744x^2-0/24/28x+274/7$	35/42
منگنز	0/92	$-0/006x^3+0/624x^2-20/41x+252$	31/32
روی	0/96	$-0/005x^3+0/550x^2-18/35x+245/2$	31/60
آهن	0/97	$-0/006x^3+0/681x^2-25.00x+323/2$	36/08
مس	0/95	$-0/003x^3+0/413x^2-16/96x+253/7$	38/24
بور	0/97	$-0/002x^3+0/299x^2-12/89x+215/2$	38/48
جزء باقیمانده	0/96	$-0/007x^3+0/823x^2-29/63x+363/1$	39/19

برآورد اعداد مرجع عناصر غذایی به روش تشخیص چندگانه

با توجه به اینکه غلظت عناصر در جامعه با عملکرد زیاد بعنوان اعداد مرجع و حد بهینه عناصر غذایی قرار می‌گیرند (پرنت وخیاری، 2002)، در نتیجه با در نظر گرفتن عملکرد حد واسط 33/78 تن در هکتار، مقدارهای V^*_N، V^*_P، V^*_K، V^*_{Mn}، V^*_{Zn}، V^*_{Fe}، V^*_{Cu}، V^*_B، V^*_S، V^*_{Rd} بعنوان اعداد مرجع معرفی می‌گردند (جدول 2). براین اساس، غلظت‌های بهینه عناصر مذکور نیز در جدول 2 ارائه شده است.

جدول 2- اعداد مرجع برای عناصر غذایی مربوط به میانگین عملکردهای مطلوب باغات انگور به روش تشخیص چندگانه

عناصر	انحراف معیار	میانگین عملکردهای مطلوب	اعداد مرجع تشخیص چندگانه	انحراف معیار	میانگین
نیتروژن	0/436	2/566	V^*_N	0/172	2.98
فسفر	0/150	0/572	V^*_P	0/307	1.46
پتاسیم	0/149	1/40	V^*_K	0/190	2.08
کلر	0/137	0/722	V^*_{Cl}	0/238	1.71
کلسیم	0/392	2/23	V^*_{Ca}	0/401	2.23
منیزیم	0/116	0/752	V^*_{Mg}	0/163	1.76
منگنز	0/001	33/9	V^*_{Mn}	0/377	-3/71
روی	0/0008	24/8	V^*_{Zn}	0/300	-3/99
آهن	0/001	106/4	V^*_{Fe}	0/128	-2/50
مس	0/0001	7/02	V^*_{Cu}	0/171	-5/22
بور	0/0007	43.6	V^*_B	0/174	-3/4
			V^*_{Rd}	0/053	6/59

www.SID.ir

Archive of SID

دامنه کفایت و بحرانی عناصر غذایی در روش روش تشخیص چند گانه برای انگور

اگرچه روش دریس دارای این ویژگی است که می‌تواند اولویت نیاز غذائی گیاه را به عناصر غذایی رتبه-بندی کند اما، این درجه‌بندی نسبی است (پرنت و همکاران، 1994). بنابراین، تعیین وضعیت عناصر غذایی نسبت به یک دامنه ثابت اهمیت دارد. در روش دامنه کفایت و غلظت بحرانی یک دامنه بیان می شود اما فاقد اثرات متقابل عناصر غذایی و اثرات کامل عوامل محیطی است لذا دقت کافی نخواهد داشت (پرنت و خیاری، 2003) . در روش تشخیص چندگانه اعداد مرجع و شاخص‌ها حاصل اثرات متقابل عناصر و تحت شرایط محیطی متفاوت بوده و با توجه به اینکه شاخص‌های عناصر غذایی روش تشخیص چندگانه متغییری مستقل و نرمال هستند و شاخص تعادل غذایی یعنی r^2 از مجموع $I^2_N + I^2_P + I^2_K + \ldots + I^2_{Rd}$ بدست می‌آید و از یک توزیع مربع کای با d+1 درجه آزادی تبعیت می‌کند بنابراین، می‌توان دامنه کفایت و بحرانی هر کدام از شاخص‌های عناصر غذایی را بر آورد کرد (پرنت و دافیر، 1992) در جدول 3 مقدار شاخص عناصر غذایی و دامنه کفایت و بحرانی برای 11 عنصر غذایی جهت ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای انگور ارائه شده است.

جدول 3 – شاخص عناصر غذایی و دامنه کفایت و بحرانی برای 11 عنصر غذایی در انگور رقم شاهرود

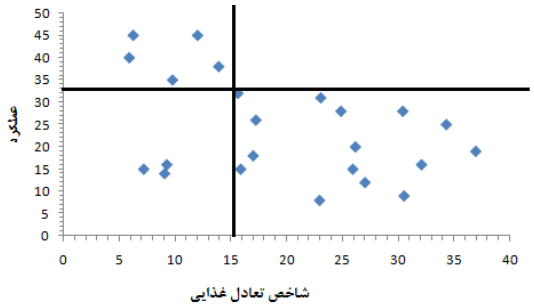
شاخص عناصر غذایی	حد بالای بحرانی	حد پایین بحرانی	شاخص عناصر غذایی I^2x	عملکرد بحرانی[1] کیلوگرم در هکتار
I^2_N	+1/416	0/19	0/803	31/20
I^2_P	+2/169	-0/57	0/799	35/30
I^2_K	+2/067	-0/475	0/796	31/88
I^2_{Ca}	+1/109	0/51	0/800	26/53
I^2_{Mg}	+1/886	-0/286	0/800	35/43
I^2_{Mn}	+2/163	-0/565	0/799	31/33
I^2_{Zn}	+1/384	0/216	0/800	31/61
I^2_{Fe}	+2/275	-0/687	0/794	36/08
I^2_{Cu}	+1/350	0/242	0/796	38/24
I^2_B	+1/958	-0/364	0/797	38/48
I^2_{Rd}	+1/341	0/253	0/797	39/19
I^2_{Cl}	+2/061	0/465	0/798	30.08

1- منظور از عملکرد بحرانی در روش تشخیص چندگانه عملکردی است که تابع هر عنصر در آن نقطه دو گروه عملکرد بالا و پایین تقسیم می شوند.

ارتباط شاخص تعادل عناصر غذایی(r^2) با عملکرد انگور

شاخص تعادل تغذیه‌ای در روش دریس (NBI) از جمع قدر مطلق کلیه عناصر غذایی ($I_N, I_P, I_K, \ldots$) بدست می‌آید که رابطه معکوس با میزان عملکرد دارد (دریاشناس و ثقفی، 1390 و خیاری و همکاران، 2001c). در این تحقیق، رابطهٔ معکوسی بین شاخص تعادل غذایی با عملکرد انگور بدست آمد (شکل1) ($R^2=0.61^{**}$).

مقدار بحرانی به روش کیت نلسون آماری (ملکوتی، 1387) محاسبه و مقدار آن حدود 15/2 برای عملکرد حدود 34 تن در هکتار بدست آمد. تحلیل این نتایج نشان می‌دهد برای عملکرد های 33/78 تن به بالا مقدار r^2 از 15/2 به طرف صفر میل می‌کند و برای عملکرد کمتر از 34 تن در هکتار به طرف بیشتر از 15/2 میل خواهد کرد.



شکل 1- رابطهٔ بین عملکرد و شاخص تعادل غذایی (r^2) برای انگور رقم شاهرود

www.SID.ir

Archive of SID

رابطه شاخص تعادل عنصر غذایی تشخیص و توصیه با عملکرد، شبیه یک تابع کای اسکویر است و دارای این پتانسیل است که می‌توان شاخص‌ها را بصورت یک دامنه بیان داشت (خیاری و همکاران، 2001ab). در این ارتباط برای تعیین دامنه بحرانی شاخص عناصر غذایی به روش تشخیص و توصیه بدین طریق عمل می‌شود که جامعه عملکرد با استفاده از مربع شاخص‌های عناصر غذایی ($CNDI^2_x$) و روش گام به گام آماری کیت- نلسون (نلسون و اندرسون, 1977) به دو گروه تقسیم شد. با توجه به اینکه r^2 از حاصل جمع مربع شاخص‌های کلیه عناصر بدست می‌آید. نتیجتاً می‌توان هر یک از مربع شاخص‌های عناصر را بصورت یک دامنه متقارن نسبت به عدد صفر بیان داشت (خیاری و همکاران، 2001ab). در واقع r^2 یک مجموعه متشکل از دامنه‌های شاخص غذایی است که بوسیله روش کیت- نلسون قابل تعریف است و می‌تواند به عنوان یک روش کنترل برای برآورد صحیح شاخص‌های عناصر غذایی محسوب شود و این پتانسیل در روش تشخیص و توصیه امکان پذیر نیست. مقادیر (I^2x) و دامنه بحرانی برای نیتروژن0/66- تا 0/66+ برای فسفر 1/36- تا 1/36+ برای پتاسیم 1/27+ تا 1/27-، برای منگنز 1/36+ تا 1/36-، برای روی 0/58+ تا 0/58-، برای آهن 1/48+ تا 1/48-، برای مس 0/55+ تا 0/55- ، کلسیم 0/29 +تا 0/29- ، منیزیم 1/08+ تا 1/08- و کلر 1/36+ تا 1/36- بوده و برای باقیمانده عناصر 0/54+ تا 0/54- بدست آمد. می‌توان این دامنه‌ها را به عنوان یک «دامنه کفایت» برای شاخص‌های عناصر غذایی در نظر گرفت که اعداد خارج از این دامنه بیانگر وضعیت بحرانی و داخل دامنه نشانه وضعیت خوب و بسنده است. مثلاً شاخص بحرانی 0/8 برای کلسیم در دامنه 0/29+ تا 0/29- قرار نمی‌گیرد که بیانگر وضعیت غیر عادی این عنصر برای انگور است در حالیکه، در روش دریس منفی بودن یک شاخص بیانگر کمبود آن عنصر برآورد می‌شود (والورس و سامر، 1987).

علیرغم بالا بودن پتاسیم خاک در باغات مورد مطالعه که مقادیر حداقل و حداکثر آن (314 تا 722 میلی گرم در کیلوگرم خاک) بیش از حد بحرانی پتاسیم برای انگور است (شیخامنی و همکاران، 1982) در صورتیکه، غلظت‌های پتاسیم در برگ، حتی در عملکردهای بالا، چندان بالا نیست. بر اساس یافته‌های یوگیشاپرا (2007) غلظت مناسب پتاسیم در برگ انگور برای عملکردهای بالا بین 2/66 تا 3/07 درصد است. این مسئله محدودیت پتاسیم در جذب توسط گیاه را نشان می‌دهد. شاید یکی از دلایل آن طولانی بودن دور آبیاری و رطوبت ناکافی در پروفیل خاک باشد که میزان آن موجب عدم جذب کافی پتاسیم در برگ انگور شده است. در عین حال عدد بدست آمده در دامنه اعداد مرجع معرفی شده توسط سایرین می‌باشد (یوگیشاپرا، 2007 و مارشنر، 1995).

ارزیابی تعدادی از باغات انگور منطقه شاهرود با عملکرد پایین با استفاده از روش تشخیص چندگانه

در این مطالعه سه عنصر کلسیم، روی و نیتروژن به ترتیب دارای بیشترین کمبود در بین باغات مورد مطالعه بودند. این نتایج با یافته‌های صمدی و مجیدی (1389) مشابهت دارد. آنها خاطر نشان کردند که مصرف زیاد کودهای پتاسیمی و بالا بودن پتاسیم در اراضی کشت انگور موجب بهم خوردن تعادل کلسیم و منیزم در گیاه شده به طوری کلسیم منفی‌ترین شاخص دریس را نشان داد. همچنین در باغات انگور این مناطق بالا بودن فسفر و کمبود روی موجب پایین بودن غلظت روی در میان عناصر کم‌مصرف شده است (صمدی و مجیدی، 1389). نتایج گودرزی (1384) در انگور نشان داد که همه باغات با عملکرد پایین دچار عدم تعادل در تغذیه بوده و بیشترین کمبود شایع مربوط به عناصر پتاسیم، روی، آهن بودند. نتایج این تحقیق نشان داد که برای رسیدن به حداقل عملکرد 34 تن در هکتار در باغات انگور در منطقه شاهرود سمنان غلظت عناصر بایستی در دامنه اعداد ارائه شده در جدول 2 باشد. بر اساس تحقیقات صمدی و مجیدی (1389) بر روی باغات انگور بیدانه آذربایجان غربی دامنه کفایت غلظت عناصر غذایی برگ انگور رقم بیدانه مستخرج از روش دریس در استان آذربایجان غربی نشان داد که نیتروژن بین 2 تا 2/5 درصد، فسفر بین 0/2 تا 0/27 درصد، پتاسیم بین 1/2تا 1/6 درصد، کلسیم بین 1/2تا1/5 درصد، منیزیم بین 0/29 تا 0/56 درصد، آهن بین 139 تا 55 میلی‌گرم در کیلوگرم، روی بین 30 تا 100، منگنز بین 40 تا 127، مس بین 10 تا 20 و بور بین 30 تا 187 میلی‌گرم بر کیلوگرم است، در حالی که اعداد مرجع بر اساس نتایج روش تشخیص چندگانه در بازه کوچکتری ارائه گردیده است (جدول. و دقت بیشتری برای تفسیر نتایج دارد (جدول2).

به دلیل بالا بودن مقادیر کلر و سدیم در آب آبیاری منطقه (داده‌ها ی مربوطه ارائه نشده است)، مقدار کلر در گیاه برای رسیدن به عملکرد 34 تن در هکتار می‌بایست زیر 0/7 درصد باشد تا به عملکرد مطلوب رسید. بنابر داده‌های حاصله شاید یکی از عوامل پایین بودن غلظت نیتروژن در نمونه‌های گیاه در منطقه مورد مطالعه افزایش کلر و احتمالاً رقابت کلر با جذب نیترات باشد (مارشنر، 1995). در

www.SID.ir

Archive of SID

حالیکه، نیتروژن کافی در باغ‌های انگور مصرف می‌شوند، احتمالاً بالا بودن کلر و سدیم در آب آبیاری، موجب کاهش جذب نیترات، کلسیم و پتاسیم توسط گیاه شده است. در این رابطه نیاز به انجام تحقیقات بیشتری است. این مطالعه نشان می‌دهد که در صورت افزایش غلظت عناصر نیتروژن، کلسیم، پتاسیم و روی از طریق مدیریت کودی می‌توان به عملکردهای بالاتر از 34 تن در هکتار در منطقه دست یافت.

تفسیر نتایج با روش غلظت بحرانی

در این مطالعه عناصر نیتروژن وکلسیم به ترتیب دارای بیشترین فراوانی کمبود در بین باغات مورد مطالعه بودند. این نتایج با یافته‌های صمدی و مجیدی (1389) مشابهت داشته است. آنها خاطر نشان کردند که مصرف زیاد کودهای پتاسیمی و بالا بودن پتاسیم در اراضی کشت انگور موجب بهم خوردن تعادل کلسیم و منیزم در گیاه شده به طوری کلسیم منفی‌ترین شاخص دریس را نشان داد. همچنین در باغات انگور این مناطق بالا بودن فسفر و کمبود روی موجب پایین بودن غلظت روی در میان عناصر ریز مغذی شده است (صمدی و مجیدی، 1389). نتایج گودرزی (1384) در باغات انگور منطقه سی سخت کهکیلویه و بویر احمد نشان داد که همه باغات با عملکرد پایین دچار نامتعادلی در تغذیه بوده و بیشترین کمبود شایع مربوط به عناصر پتاسیم، روی، آهن می‌باشد. نتایج نشان داد که برای رسیدن به حداقل عملکرد 34 تن در هکتار در باغات انگور در منطقه شاهرود سمنان غلظت عناصر بایستی در دامنه اعداد ارائه شده در جدول 2 باشد.

بر اساس تحقیقات صمدی و مجیدی (1389) بر روی باغات انگور بیدانه آذربایجان غربی دامنه کفایت غلظت عناصر غذایی برگ انگور رقم بیدانه مستخرج از روش دریس در استان آذربایجان غربی نشان داد که نیتروژن بین 2 تا 2/5 درصد، فسفر بین 0/2 تا 0/27 درصد، پتاسیم بین 1/2تا 1/6 درصد، کلسیم بین 1/2تا1/5 درصد، منیزیم بین 0/29 تا 0/56 درصد، آهن بین 139 تا 55 میلی‌گرم در کیلوگرم، روی بین 30 تا 100، منگنز بین 40 تا 127، مس بین 10 تا 20 و بور بین 30 تا 187 میلی-گرم بر کیلوگرم است، در حالی که اعداد مرجع بر اساس نتایج روش CND در بازه کوچکتری ارائه گردیده است و دقت بیشتری برای تفسیر نتایج دارد (جدول2). به دلیل بالا بودن مقادیر کلر و سدیم در آب آبیاری منطقه (جدول 6) مقدار کلر در گیاه برای رسیدن به عملکرد 34 تن در هکتار می‌بایست زیر 0/7 درصد باشد تا به عملکرد مطلوب رسید. بنابر داده‌های حاصله شاید یکی از عوامل پایین بودن غلظت نیتروژن در نمونه‌های گیاه در منطقه مورد مطالعه افزایش کلر و رقابت کلر با جذب نیترات باشد (مارشچنر، 1995) در حالیکه نیتروژن کافی در منطقه مورد استفاده قرار می‌گیرد. به نظر می‌رسد بالا بودن کلر و سدیم در آب آبیاری موجب کاهش جذب نیترات و کلسیم و پتاسیم توسط گیاه شده است که این مسئله نشان دهنده تأثیر تغییرات کیفیت آب بر روی مدیریت تغذیه در باغات انگور منطقه می‌باشد. این مطالعه نشان می‌دهد که در صورت افزایش غلظت عناصر نیتروژن، کلسیم، پتاسیم و روی از طریق مدیریت کودی می‌توان به عملکردهای بالاتر از 34 تن در هکتار در منطقه دست یافت.

تفسیر نتایج با روش تشخیص چندگانه (ارزیابی تعدادی از باغات انگور منطقه شاهرود با عملکرد پایین)

نتایج عملکرد ده باغ انگور با عملکرد کمتر از 20 تن که در دامنه 20 تا 12 تن در هکتار بودند با استفاده از اعداد مرجع تشخیص چندگانه حاصل از نتایج آزمایش مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول 4). تفسیر نتایج نشان داد که:

بیشترین عامل کاهش عملکرد انگور مربوط به کمبود نیتروژن به میزان 70% باغ‌های مورد مطالعه و کلسیم به میزان 80% باغ‌های مذکور بودند. همچنین عوامل ناشناخته R_d یاسایر عوامل محدودکننده غیر از عناصر غذایی معادل80% بود. این نتایج با داده‌های جدول 6 که نشان می‌دهد غلظت یون سدیم در آب آبیاری باغات انگور بالا بوده(جدول6) و بالا بودن پتاسیم خاک (جدول 5) به عنوان دو کاتیون رقیب کلسیم در محیط با این نتایج انطباق دارد چرا که میانگین پتاسیم در نمونه‌های خاک بالای 400 میلی-گرم در کیلوگرم می‌باشد (جدول 5).

بطور جزئی نیز وضعیت تغذیه‌ایی هر باغ جداگانه ارزیابی شد و بیشترین اهمیت آن در این است که وضعیت هر عنصر با توجه به همه عناصر پر مصرف (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم) و کم مصرف (آهن، منگنز، روی، مس، بور) یعنی با لحاظ اثرات متقابل11 عنصر غذایی برآورد شده است در حالیکه در روش غلظت بحرانی این اثرات بخوبی لحاظ نشده است.

در جمع‌بندی بایستی اشاره نمود که استفاده از این اعداد به عنوان اعداد مرجع نیازمند بررسی بیشتر می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 4- ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای ده باغ انگور منطقه شاهرود

عملکرد (تن در هکتار)	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	کلر	آهن	منگنز	روی	مس	بور	R
20	S[1]	S	S	N.S[2]	S	S	N.S	S	N.S	S	S	N.S
19	S	N.S	S	N.S	N.S	S	S	N.S	S	N.S	S	N.S
18	S	S	N.S	N.S	S	S	S	S	N.S	N.S	S	N.S
16	N.S	S	N.S	S	S	S	S	S	S	N.S	S	S
16	N.S	S	N.S	N.S	S	S	S	S	S	N.S	S	N.S
15	N.S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N.S	N.S
15	N.S	S	N.S	S	S	S	N.S	S	N.S	S	N.S	N.S
15	N.S	S	S	N.S	S	S	S	S	S	S	S	N.S
14	N.S	N.S	S	N.S	S	S	S	S	S	S	N.S	S
12	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	S	N.S	S	S	S	S	N.S

1: Suitable (مناسب) 2: None- Suitable (نامناسب)

عامل R عواملی نظیر تنش آبی یا کربن آلی خاک، تراکم و بافت خاک و غیره می‌باشد

جدول 5- وضعیت حاصلخیزی خاک باغات انگور مورد مطالعه

عملکرد	عمق	دامنه	pH	EC (dS/m)	T.N.V%	O.C%	P(ave) p.p.m	K(ave) p.p.m	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس
باغ با عملکرد بالا	0-30	حداقل	7.5	1.9	24.3	0.37	4.8	314	55	12	3
		حداکثر	8.2	2.35	34.2	1.17	74	750	83	32	23
		میانگین	7.9	1.48	28.4	0.78	28.9	490	65	22.8	11.7
	30-60	حداقل	7.9	1.15	24.5	0.18	4	224	51	12	3
		حداکثر	8.3	2.35	33.5	1.12	61	633	83	38	19
		میانگین	8.07	1.81	28.5	0.61	17.3	445	64.2	25.5	10.3
باغ با عملکرد پائین	0-30	حداقل	7.9	1.2	24.5	0.29	4.8	324	53	22	3
		حداکثر	8.5	2.2	34.6	1.9	79	850	79	32	19
		میانگین	8.11	1.87	29.6	0.71	30	535	62	27	11
	30-60	حداقل	7.7	1.3	23.4	0.22	1.2	115	53	18	5
		حداکثر	8.7	3.1	40	12	58	710	73	36	19
		میانگین	8.2	2.4	30.5	0.54	13.8	405	60	28	12

جدول 6- وضعیت کیفیت آب آبیاری باغات انگور مورد مطالعه

عملکرد	دامنه	EC (dS/m)	pH	میلی اکی والان در لیتر			
				$HCO3^-$	CL^-	$Ca^{++}+Mg^{++}$	$Na+$
باغ با عملکرد بالا	حداقل	0/7	6/9	3/6	2/7	6/1	1/4
	حداکثر	2/3	7/8	6/7	14/2	19/6	14/9
	میانگین	1/1	7/4	4/5	8/2	10/8	6/2
باغ با عملکرد پائین	حداقل	0/5	6/7	2	3/7	3/9	2/3
	حداکثر	3/8	8	6/1	20	17/6	16
	میانگین	1/8	7/2	4/6	11/6	10/5	10/7

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع:

1. امامی، ع. 1375. روش‌های تجزیه گیاه. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه فنی شماره 982. تهران، ایران.
2. دردی پور، ا. امامی، ع و ع. دریاشناس . 1391. ارزیابی تعادل تغذیه‌ای در باغ های هلو با روش انحراف از درصد بهینه. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشگاه گرگان، ایران.
3. دریاشناس، ع. و ع، پاک نژاد.1384 .تعیین نرم‌های استاندارد دریس برای چغندر قند پاییزه استان خوزستان. نهمین کنگره علوم خاک ایران ،ایران،کرج،6 تا 9 شهریور،1384
4. دریاشناس، ع. و ک، ثقفی. 1390. تشخیص چندگانه عناصر غذایی (CND) برای چغندرقند. نشریه علمی پژوهش‌های خاک، موسسه تحقیقات خاک وآب، کرج. ایران.
5. گودرزی، ک. 1384. ارزیابی وضعیت تعادل عناصر غذایی در باغات انگور سی سخت کهکیلویه و بویر احمد به روش انحراف از درصد بهینه. مجله علوم خاک و آب. شماره 12. صفحه 33 تا 40. موسسه تحقیقات خاک وآب. کرج. ایران.
6. طاهری، م. سهرابی، ا. و ت، خوش زمان. 1392. بررسی وضعیت تغذیه‌ای تاکستان‌های شهرستان خدابنده. شماره ثبت 90004. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان، زنجان، ایران.
7. صمدی، ع.و ع، مجیدی. 1389. تعیین اعداد مرجع روش تلفیقی تشخیص و توصیه دریس و مقایسه آن با روش انحراف از درصد بهینه در انگور سفید بیدانه. مجله پژوهش‌های خاک، جلد 24. شماره 2. موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
8. مستشاری، م. گلمحمدی، م. و م. پیله فروش.1390 .تعیین انحراف از حد بهینه عناصر پر مصرف و کم مصرف باغات انگور در استان قزوین. گزارش‌نهایی ، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی قزوین، قزوین، ایران.
9. ملکوتی،م. ج. 1387. روش جامع تشخیص و ضرورت مصرف بهینه کودها برای کشاورزی پایدار .انتشارات دانشگاه تربیت مدرس ، تهران، ایران
10. Khiari, L., Parent, and N. Tremblay. 2001a. Critical compositional nutrient indexes for sweet corn at early growth stage. Agron. J. 93:809–814
11. Aitchison, J. 1986. Statistical analysis of compositional data. Chapman and Hall, New York. -- Ross, S.M. 1987. Introduction to probability and statistics for engineers and scientists. John Wiley & Sons, New York.
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. Shikhamany, S. D., Chittiraichelvan, R. and Chadha, K. L. 1982. Nutritional studies on grapes. Annu. Rep., Indian Institute of Hort Res. (ICAR), 1982.
14. Walworth, J.L., and M.E. Sumner. 1987. The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). Adv. Soil Sci. 6:149–188.
15. Yogeeshapra, H. 2007. Yield and quality of grape (CV. Tampson seedless) in relation to soil fertility status of vineyards in Bijapur Taluk of Karantaka. Master science thesis. University of Agriculture science, Oharward.India.
16. Khiari, L., L.E. Parent, and N. Tremblay. 2001b. The Phosphorus compositional nutrient diagnosis Range For Potato. Agron. J. 93:815–819
17. 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
18. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, San Diego
19. 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,

www.SID.ir

Archive of SID

20. 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.
21. Parent, L.E., and M. Dafir. 1992. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 117:239–242
22. 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
23. Ross, S.M. 1987. Introduction to probability and statistics for engineers and scientists. John Wiley & Sons. New York.
24. 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.-Tisdale, S.L , W.L.Nelson., and J . D Beaton. (1993). Soil fertility and fertilizer. Macmillan USA. 648 page.

www.SID.ir