ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای چغندرقند با استفاده از روش DRIS و مقایسه آن با روش DOP در استان آذربایجان غربی

ناصر میران* و عباس صمدی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۱/۹)

چکیده

به منظور تعیین اعداد مرجع و شاخص‌های DRIS در چغندرقند (*Beta Vulgaris* L.) و مقایسه آنها با شاخص‌های DOP، ۵۷ نمونه برگ از مزارع چغندرقند در استان آذربایجان غربی جمع‌آوری و غلظت‌های عناصر غذایی N، P، K، Ca، Mg، Fe، Zn، Mn، Cu و B تعیین شدند. مزارع با توجه به مقدار عملکرد به دو گروه مزارع با عملکرد بالا و پایین تقسیم شدند. نرم‌ها و شاخص‌های DRIS محاسبه و دامنه کفایت غلظت عناصر غذایی پرنیاز و کم نیاز تعیین شدند. دامنه کفایت عناصر غذایی در برگ‌های چغندرقند برای عناصر غذایی N، P، K، Ca، Mg به‌ترتیب: ۵/۴-۳/۰، ۰/۴۷-۰/۲۱، ۳/۷-۱/۷، ۱/۶-۰/۵۵، ۰/۳۴-۰/۱۹ درصد و برای عناصر Fe، Zn، Mn، Cu و B به‌ترتیب: ۱۶۸-۲۴، ۱۹-۱۰، ۱۳۸-۴۲، ۱۴-۱۰و ۲۰-۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم بودند. براساس شاخص‌های DRIS و DOP در بین عناصر به‌ترتیب فسفر (P) و مس (Cu) منفی‌ترین شاخص‌ها را داشتند. شاخص‌های تعادل تغذیه‌ای DRIS و DOP در کلیه مزارع با عملکرد پایین، خیلی بیشتر از صفر بود که نشان‌دهنده عدم تعادل تغذیه‌ای در این مزارع بود. مقایسه روش‌های DRIS و DOP نشان داد که هر دو روش در تفسیر نتایج تجزیه برگی نتایج مشابهی را ارائه می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: نرم، چغندرقند، DRIS و DOP

۱. گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: nasermiran@yahoo.com

مقدمه

یکی از اهداف اصلی تغذیه معدنی گیاهان، افزایش درآمد خالص به‌واسطه مدیریت مؤثر کوددهی است. تعیین یک روش مؤثر ارزیابی تغذیه گیاه هدف بسیاری از محققین علم تغذیه گیاه می‌باشد (۱۵). معیارهای رایج برای تفسیر نتایج تجزیه شیمیایی برگ محصولات زراعی و درختان میوه، مقایسه غلظت‌های عناصر غذایی اندازه‌گیری شده در نمونه‌های برگ با اعداد مرجع غلظت‌های بحرانی یا دامنه‌های کفایت مربوط به گیاه مورد نظر می‌باشد. متأسفانه استانداردهایی مانند غلظت بحرانی یا دامنه کفایت عناصر غذایی که غالباً تحت شرایط کنترل شده و اغلب در کشورهای دیگر جهان تعیین شده‌اند، مبنای مناسبی در تشخیص وضعیت عناصر غذایی و در نهایت ارائه توصیه کودی به منظور رفع نارسایی‌های غذایی نمی‌باشند (۳ و ۸). هم‌چنین این اعداد مرجع در ارقام و شرایط اقلیمی متفاوت تغییر می‌یابند (۲۱).

اهمیت تعادل تغذیه‌ای اگر چه در گذشته مطرح شده بود ولی این امر تا ابداع سیستم تشخیص فیزیولوژیک به‌صورت کمی در نیامد. مبحث تعادل تغذیه‌ای با ابداع این روش که بعدها به نام سیستم تلفیقی تشخیص و توصیه (DRIS) تغییر نام داد، به‌صورت کمی درآمد و مورد توجه قرارگرفت (۶). این روش از نسبت بین عناصر استفاده می‌کند و اهمیت تعادل عناصر غذایی را در روش تجزیه برگ متذکر شده است (۲۱). در این روش می‌توان با استفاده از نرم‌های به‌دست آمده، شاخص‌های دریس برای عناصر غذایی در مزارع با عملکرد پایین را تعیین و به حالت تعادل، بیش‌بود و یا کمبود عناصر پی برد و ترتیب نیاز هر مزرعه به عناصر غذایی مختلف را به‌دست آورد. هم‌چنین در این روش با محاسبه شاخص تعادل عناصر غذایی (NBI)، می‌توان به میزان انحراف از حالت تعادل پی برد و ناهنجاری‌های تغذیه‌ای را شناسایی نمود. از آنجا که میزان عملکرد همیشه تابع غلظت عنصری است که در محدودیت قرار دارد، بنابراین تشخیص تعادل عناصر غذایی و ترتیب نیاز آنها بسیار مهم است (۴). اگر چه برخی از محققین معتقدند که روش دریس نیز دارای محدودیت‌هایی است (۲۰) ولی برای کشورهایی مانند ایران که مصرف کود نامتعادل می‌باشد می‌تواند مفید باشد. یکی دیگر از این روش‌ها، انحراف از درصد بهینه (DOP) می‌باشد. در این روش، به عدم تعادل عناصر در گیاه رتبه داده شده و یک ترتیب عدم تعادل، برای عناصر مختلف به‌دست می‌آید که از جنبه مدیریت تغذیه‌ای بسیار مهم است (۱۴). ترتیب عدم تعادل عناصر غذایی با محاسبه شاخص DOP برای هر عنصر میسر می‌گردد. شاخص منفی، کمبود عنصر، و شاخص مثبت زیادی عنصر مورد نظر را نشان می‌دهد و درصورتی‌که شاخص صفر باشد، معلوم می‌شود غلظت ماده غذایی، متعادل است (۱۴). در این روش همانند روش دریس با محاسبه مجموع قدر مطلق شاخص‌های DOP، می‌توان به میزان انحراف از حالت تعادل پی برد. بدین‌گونه که عدد صفر بیانگر حالت تعادل و هر چه قدرمطلق عدد بزرگ‌تر شود، نشان‌دهنده انحراف بیشتر از حالت تعادل می‌باشد (۱۴). از آنجایی که چغندرقند یکی از محصولات کشاورزی مهم کشور و به‌خصوص استان آذربایجان غربی است. و نرم‌های دریس قبلاً برای این محصول در استان تعیین نشده است لذا در این پژوهش نرم‌های و شاخص‌های دریس برای چغندرقند تعیین شد، اولویت‌بندی عناصر غذایی انجام گرفت و در نهایت روش DRIS با روش DOP مقایسه گردید.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از برگ

به منظور تعیین حد بهینه (نرم) عناصر غذایی در چغندرقند (*Beta vulgaris* L.)، بانک اطلاعاتی با استفاده از نمونه‌برداری تصادفی و تجزیه شیمیایی برگ‌های جوان کامل در مناطق مختلف استان تهیه شد. مناطق مورد مطالعه از نظر موقعیت جغرافیایی با ارتفاع ۱۲۹۶ تا ۱۴۵۱ متر از سطح دریا در طول جغرافیایی ۴۵،۰۵ تا ۴۶،۱۵ شمالی و عرض جغرافیایی ۳۶،۳۶ تا ۳۷،۰۳ شرقی قرار گرفتند. در این مطالعه تعداد ۵۷ مزرعه که حائز شرایط نمونه‌برداری بودند انتخاب و فرم‌های

یادداشت‌برداری برای آنها تکمیل و نمونه‌های برگ از آنها در هفته دوم تیرماه (یعنی زمانی که غلظت ماده غذایی در گیاه نسبتاً ثابت باقی‌می ماند) از برگ‌های کامل و سالم (۱۲)، تهیه شدند. نمونه‌برداری از برگ‌ها و جمع‌آوری اطلاعات بدین شرح انجام گرفت: به ازای هردو هکتار مزرعه یک نمونه مرکب برگ (تعداد ۲۰ برگ جوان و کامل) تهیه گردید.

آماده کردن نمونه‌ها و تجزیه برگ

برگ‌ها ابتدا با آب شستشو داده شده، سپس هوا خشک شدند، بعد از هواخشک کردن برگ‌ها، پهنک برگ به عنوان بهترین عضو، نمونه‌برداری شده در ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت در آون خشک شدند و سپس آنها را با آسیاب برقی به منظور تهیه نمونه یکنواخت آسیاب شد (لند و همکاران، ۲۰۰۳). غلظت N کل به روش رایج مؤسسه تحقیقات خاک و آب (کجلدال) (۱) تعیین شد. هضم نمونه های گیاهی به روش اکسیداسیون خشک انجام شد، در عصاره صاف شده غلظت P به روش آمونیوم مولیبدات (زرد وانادایت) توسط کالریمتر، غلظت K توسط فلیم فوتومتر، و غلظت Ca، Mg، Fe، Zn، Mn و Cu توسط اسپکتروسکوپی جذب اتمی و عنصر بور (B) به‌روش کالریمتری آزومتین H تعیین و نسبت‌های N/P، P/N، ... محاسبه شد.

تعیین عملکرد چغندرقند

در زمان برداشت محصول (هفته آخر شهریور تا هفته اول مهرماه) با بازدید از هر مزرعه، وزن چغندرقند به‌صورت تن در هکتار در تک تک مزارع مورد مطالعه، اندازه‌گیری و یادداشت شد. با توجه به وزن چغندرقند درهکتار، مزارع به دو گروه با عملکرد بالا و پایین تقسیم گردید. مزارع با عملکرد بالا، جهت تعیین نرم‌ها، درحالی‌که شاخص‌های دریس برای تشخیص عدم تعادل عنصر غذایی در مزارع با عملکرد پایین استفاده شد. معیار مورد استفاده برای تقسیم مزارع به دو گروه با عملکرد بالا و پایین میانگین عملکرد و انحراف معیار به شرح زیر بود (۱۹):

(SD – عملکرد) ≥مزارع با عملکرد پایین

(SD + میانگین عملکرد) تا (SD –عملکرد) ≥مزارع با عملکرد متوسط

(SD + میانگین عملکرد) ≤ مزارعی با عملکرد بالا

براساس روش فوق ۲۱٪ از مزارع در گروه مزارع با عملکرد بالا و سایر مزارع در گروه با عملکرد پایین قرار گرفتند.

تعیین نرم عناصر

پس از مشخص شدن ارقام مرجع گیاهی، مقایسه نتایج تجزیه برگی مزارع با عملکرد پایین (وزن پایین) با ارقام مرجع (نرم‌ها) انجام گردید. مقدار کمی انحراف هر عنصر غذایی از رقم مرجع به‌دست آمد. به عبارت دیگر ترتیب نیاز غذایی با استفاده از شاخص‌های دریس محاسبه شد. این شاخص‌ها، تعادل نسبی عناصر غذایی اندام‌های گیاهی را مشخص می‌کنند و پرنیازترین عنصر غذایی به‌صورت منفی‌ترین شاخص (بیشترین نیاز) و کم نیازترین آنها با مثبت‌ترین شاخص بیان شده است. هرچه شاخص به صفر نزدیک شود تعادل عناصر غذایی بهتر است. شاخص‌های دریس براساس فرمولی که توسط بیوفیل (۶) پیشنهاد شده است، به‌طور مثال برای نیتروژن به‌صورت زیر محاسبه گردید:

$$I(N) = [f(N/P) + f(N/K) - f(Ca/N) - f(Mg/N) - f(Fe/N) - f(Mn/N) - f(Zn/N) + f(N/Cu) - f(B/N)]/9$$

روابط شاخص‌های دریس

وقتی $N/P > n/P$ باشد:

$$f(N/P) = (\frac{N}{P} - ۱)\frac{۱۰۰۰}{CV}$$

وقتی $N/P < n/P$ باشد:

$$f(N/P) = (1 - \frac{N/P}{n/p})\frac{۱۰۰۰}{CV}$$

وقتی $N/P = n/p$ باشد:

$$f(N/P) = 0$$

در فرمول‌های فوق n/p مقدار نرم تعیین شده (میانگین عملکرد مزارع با عملکرد بالا) و N/P نسبت N و P در نمونه برگ مزارع با عملکرد پایین به‌دست می‌آید. CV، ضریب تغییرات

نرم مربوط به مزارع با عملکرد بالا است. سایر توابع نیز همانند توابع فوق محاسبه می‌شوند.

شاخص تعادل تغذیه‌ای دریس

شاخص تعادل عناصر غذایی دریس (NBI) از مجموع قدر مطلق شاخص‌های دریس محاسبه گردید. این شاخص می‌تواند به عنوان معیاری برای ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاه بدون اشاره به علل آن استفاده شود. مجموع بیشتر، بیانگر عدم تعادل بیشتر تغذیه‌ای است (۱۵). شاخص تعادل تغذیه‌ای دریس برای هرمزرعه از رابطه زیر به‌دست آمد:

$$NBI = |\text{شاخص } A| + |\text{شاخص } B| + \ldots + |\text{شاخص } N|$$

تعیین دامنه غلظت عناصر غذایی با استفاده از روش دریس

دامنه کفایت غلظت عناصر غذایی پرنیاز و کم نیاز در برگ چغندر قند با استفاده از روش *دریس* تعیین شدند. در واقع، ارقام مرجع *دریس* هر عنصر غذایی که از میانگین غلظت عناصر برگ مزارع چغندر قند با عملکرد بالا به دست آمد، میانگین حد کفایت را تشکیل داد. حدود کافی ارقامی است که از (میانگین $-\frac{4}{3}$ SD) تا (میانگین $+\frac{4}{3}$ SD)، حدود کم از محاسبه (میانگین $-\frac{4}{3}$ SD) به‌دست آمد و ارقام کمتر از این مقدار حد کم در نظر گرفته شد. ارقام بین (میانگین $+\frac{4}{3}$ SD) تا (میانگین $+\frac{8}{3}$ SD) برای حدود زیاد و ارقام بیش از (میانگین $+\frac{8}{3}$ SD) به عنوان حدود خیلی زیاد در نظر گرفته شد (۱۰).

انحراف از درصد بهینه (DOP)

شاخص DOP برای تشخیص وضعیت تغذیه‌ای مزارع چغندرقند از رابطه ریاضی زیر محاسبه شد:

$$DOP = [(C \times 100)/Cref] - 100$$

در این رابطه C غلظت عناصر غذایی درنمونه برگ چغندرقند مزارع با عملکرد پایین و C_{ref} غلظت بهینه عنصر غذایی (ارقام مرجع) در برگ چغندرقند است. در این مطالعه میانگین غلظت عناصر غذایی در جامعه گیاهی با عملکرد بالا به عنوان ارقام مرجع برای محاسبه شاخص‌های DOP استفاده شد. وقتی عناصر غذایی مطابق با ارقام DOP اولویت‌بندی شوند، به عنصر غذایی با کمترین شاخص DOP ، احتمالاً نیاز بیشتری نسبت به سایر عناصر وجود خواهد داشت. شاخص تعادل تغذیه‌ای DOP ($\sum$DOP) از مجموع قدر مطلق ارقام شاخص‌های DOP به‌دست آمد.

$$\sum DOP = |\text{شاخص } A| + |\text{شاخص } B| + \ldots + |\text{شاخص } N|$$

نتایج و بحث

بررسی وضعیت عناصر غذایی مزارع چغندرقند مورد مطالعه

اعداد مرجع DRIS می‌تواند برای ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای چغندرقند و واسنجی برنامه‌ریزی مصرف کود، مفید باشد، اما قبل از استفاده از آنها لازم است درستی و دقت آنها در تشخیص کمبود در آزمایش‌های کودی تأیید گردند. قبل از تعیین نرم‌های DRIS مزارع چغندرقند براساس روش شارما و همکاران (۱۹) به دو گروه مزارع با عملکرد بالا و پایین تقسیم شدند. از ۵۷ مزرعه مورد مطالعه، ۱۰ مزرعه در گروه مزارع با عملکرد بالا و ۴۷ مزرعه در مزارع با عملکرد پایین قرار گرفتند. میانگین مزارع با عملکرد بالا ۱۰۵ تن بر هکتار و مزارع با عملکرد پایین ۵۸ تن بر هکتار بود. این اختلاف از لحاظ آماری ($P \leq$ ۰/۰۵) معنی‌دار بود و می‌تواند معیار قابل اعتمادی برای برآورد نرم‌های DRIS در این پژوهش باشد. میانگین، ضریب تغییرات (CV) و نسبت واریانس (نسبت واریانس مزارع با عملکرد پایین به واریانس مزارع با عملکرد بالا)، غلظت‌های عناصر غذایی و میزان عملکرد در جدول ۱ نشان داده شده است. بررسی میانگین‌ها با آزمون جفتی t نشان داد که تفاوت بین میانگین غلظت عناصر غذایی N، P، K، Ca، Fe، Zn، Cu و B از لحاظ آماری معنی‌دار نبوده درحالی‌که اختلاف میانگین بین عناصر Mg و Mn در مزارع با عملکرد بالا و پایین در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. نسبت واریانس متغیرها بین مزارع با عملکرد بالا و پایین با آزمون F نشان داد که میزان عملکرد، منیزیم و روی در سطح احتمال ۵٪، مس در سطح احتمال ۱٪ و بر در سطح

جدول ۱. میانگین ± SD، ضریب تغییرات (CV)، نسبت واریانس بین مزارع با عملکرد بالا و پایین (S^2L/S^2H)، غلظت عناصر غذایی در برگ و میزان عملکرد در چغندرقند

متغیر	± SDمیانگین		CV(٪)		S^2_L/S^2_H
	مزارع با عملکرد بالا	مزارع با عملکرد پایین	مزارع با عملکرد بالا	مزارع با عملکرد پایین	
میزان عملکرد (t/ha)	۱۰ ±۱۰۵	۱۶±۵۸	۱۰	۲۸	۲/۵*
(g/Kg) N	۸/۸ ±۴۲	۸/۷ ± ۴/۳	۲۱	۲۰	۰/۹۹
(g/Kg) P	۰/۹۶ ± ۳/۴	۰/۸۵ ±۰/۳	۲۸	۲۸	۰/۷۸
(g/Kg) K	۷/۵ ± ۲۷	۹/۸ ± ۳/۱	۲۸	۳۱	۱/۷
(g/Kg) Ca	۳/۸ ± ۱۱	۴/۰ ±۱/۳	۳۶	۳۱	۱/۱
(g/Kg) Mg	۰/۵۲ ± ۲/۷	۰/۸۴ ± ۰/۳۲	۲۰	۲۷	۲/۶*
(mg/Kg) Fe	۵۴ ± ۹۶	۵۲ ± ۱۲۰	۵۶	۴۳	۰/۹۳
(mg/Kg) Zn	۳/۵ ± ۱۵	۵/۶ ± ۱۷	۲۳	۳۳	۲/۷*
(mg/Kg) Cu	۱/۸ ± ۱۲	/۸ ۳ ±۱۳	۱۵	۳۰	۴/۵**
(mg/Kg) Mn	۳۶ ± ۹۰	۳۷ ±۱۲۰	۴۰	۳۱	۱/۱
(mg/Kg) B	۴/۰± ۱۵	۱۸ ± ۲۲	۲۷	۸۴	۲۲***

*: معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ ≥ P **: معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ ≥ P ***: معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۰۱ ≥ P

احتمال ۰/۱ درصد در مزارع با عملکرد بالا و پایین اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول ۱). بیوفیل (۶) وجود اختلاف معنی‌دار در نسبت واریانس بین دو جامعه گیاهی با عملکرد بالا و پایین را برای انتخاب نرم پیشنهاد کرد درحالی‌که سایر محققین نسبتی را که بیشترین نسبت واریانس بین دوجامعه گیاهی را داشته باشد به عنوان نرم پیشنهاد کردند (۹). براساس روش F- value، ۴۵ نسبت عنصر غذایی به عنوان نرم انتخاب شدند (جدول ۲). بزرگ بودن نسبت واریانس‌ها تا حدود قابل اطمینانی بیانگر آن است که کدام یک از فرم‌های بیان دو عنصری در برگ آثار فیزیولوژیکی قابل توجهی در گیاه مورد نظر دارند (۱۳). در این میان هر چه ضریب تغییرات در نسبت‌های عناصر غذایی کمتر باشد، استفاده از نرم تعیین شده برای نیل به عملکردهای بهینه مناسب‌تر است. تمایز بین گیاهان سالم و غیرسالم از نظر تغذیه‌ای زمانی به حداکثر می‌رسد که نسبت واریانس‌های جامعه گیاهی با عملکرد پایین در مقابل جامعه گیاهی با عملکرد بالا نیز حداکثر گردد (۲۲). با استفاده از روش DRIS می‌توان دامنه غلظت عناصر غذایی را تعیین نمود و وضعیت عناصر غذایی را ارزیابی کرد (۷). جدول ۳ دامنه غلظت عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف را که با استفاده از روش هاندل و همکاران (۱۰) تعیین شده، نشان می‌دهد.

شاخص‌های DRIS

شاخص‌های DRIS، نشان‌دهنده ترتیب نیاز غذایی و وضعیت تعادل یا عدم تعادل در مزارع است. در کلیه مزارع، شاخص‌های DRIS برای عناصر غذایی پرنیاز (Ca, Mg, K, P, N,) و عناصر غذایی کم نیاز (Fe, Mn, Zn, Ca, B) شد (جداول به جهت محدودیت صفحه نشان داده نشده است). شاخص‌هایی با علامت منفی، نشان‌دهنده کمبود، شاخص‌هایی با علامت مثبت نشان‌دهنده حالت بیش بود، و شاخص‌هایی با عدد صفر نشان‌دهنده حالت تعادل عنصر غذایی مورد نظر در مزرعه با

جدول۲. نرم‌های دریس، میانگین نسبت عناصر غذایی، ضریب تغییرات (CV)، نسبت واریانس مزارع با عملکرد بالا به مزارع با عملکرد پایین در مزارع چغندرقند

فرم بیان	میانگین	CV%	S^2_L/S^2_H	فرم بیان	میانگین	CV%	S^2_L/S^2_H
N/P	۱۶	۳۶	۲/۱	B/K	۰/۰۰۰۸۰	۱۰۲	۱۹/۳
N/K	۱/۵	۳۵	۰/۷۰	Ca/Mg	۴/۲	۳۲	۰/۷۶
Ca/N	۰/۳۱	۳۵	۰/۶۱	Ca/Fe	۱۶۱/۷	۱۴۹	۶/۷
Mg/N	۰/۰۷۷	۳۵	۲/۲	Mn/Ca	۰/۰۰۹۷	۳۸	۱/۰
Fe/N	۰/۰۰۳۰	۵۰	۲/۰	Ca/Zn	۸۴۸/۴	۴۹	۱/۶
Mn/N	۰/۰۰۲۹	۳۶	۰/۶۴	Ca/Cu	۱۱۶۲	۵۳	۲/۶
Zn/N	۰/۰۰۰۴۱	۳۶/۶	۲/۶	B/Ca	/۰۰۲۰	۱۳۲	۸/۳
N/Cu	۳۷۹۰	۴۵	۳/۳	Mg/Fe	۳۷/۲	۱۲۵	۲/۶
B/N	۰/۰۰۰۵۴	۹۵	۳۲	Mn/Mg	۰/۰۳۹	۳۱	۰/۸۱
K/P	۴/۹	۱۱	۳/۸	Zn/Mg	۰/۰۰۵۷	۴۶	۳/۳
Ca/P	۴/۹	۵۲	۲/۹	Mg/Cu	۲۷۸	۴۶	۶/۵
Mg/P	۱/۲	۴۵	۲/۷	B/Mg	۰/۰۰۷۴	۸۷	۱۸/۰
Fe/P	۰/۰۴۳	۴۹	۱/۳	Mn/Fe	۱/۵	۱۴۹	۲/۳
Mn/P	۰/۰۴۳	۴۸	۱/۷	Zn/Fe	۰/۲۱	۱۲۸	۲/۳
Zn/P	۰/۰۰۶۰	۵۲	۳/۶	Fe/Cu	۱۱	۶۶	۳/۵
Cu/P	۰/۰۰۴۴	۳۳	۱/۹	B/Fe	۰/۲۵	۱۱۷	۳/۵
B/P	۰/۰۰۷۳	۷۲	۱۳/۴	Mn/Zn	۷/۷	۴۲	۱/۷
Ca/K	۰/۴۴	۳۷	۱/۱۲	Mn/Cu	۱۰	۴۵	۱/۵
K/Mg	۱۱	۴۵	۱/۹	B/Mn	۰/۲۰	۹۰	۳/۵
K/Fe	۳۹۳	۱۳۳	۳/۱	Zn/Cu	۱/۴	۲۱/۵	۵/۴
K/Mn	۲۸۳	۴۱	۰/۸۷	B/Zn	۱/۵	۳۱/۴	۱۶/۰
Cu/K	۰/۰۰۰۴۴	۴۳	۱/۸				

عملکرد پایین است. در همه مزارع با عملکرد پایین شاخص‌ها یا منفی و یا مثبت بودند و در کمتر مواردی صفر بودند، که نشان‌دهنده عدم تعادل عناصر غذایی در این مزارع است. هر چه قدر مطلق اعداد بزرگ‌تر باشد، کمبود یا بیش بود، شدیدتر بوده و بر همین اساس اولویت نیاز یک مزرعه به عناصر مختلف تعیین می‌شود. به‌طورکلی در بین عناصر پرنیاز فسفر در بیش از ۴۰٪ مزارع به عنوان منفی‌ترین شاخص و در بیش از ۲۰٪ موارد در رتبه دوم منفی‌ترین شاخص‌ها قرار داشت.

نیتروژن از لحاظ کمبود در بین عناصر پرنیاز در رده دوم قرار داشت (۳۳٪)، و در اغلب مزارعی که کمبود فسفر داشتند از لحاظ نیتروزن نیز دچار کمبود بودند. این امر رابطه بسیار نزدیک فسفر و نیتروژن را می‌رساند. با توجه به این‌که فسفر و نیتروژن هر دو موجب توسعه سیستم ریشه و متعاقباً جذب

جدول ۳. دامنه غلظت عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف با استفاده از روش هاندل و همکاران (۲۰۰۵)

عنصر	دامنه غلظت عناصر غذایی				وضعیت عناصر غذایی درمزارع چغندرقند(٪)				
	کم	کافی	زیاد	خیلی زیاد		کم	کافی	زیاد	خیلی زیاد
(%)N	۳/۰<	۵/۴-۳/۰	۶/۵ -۵/۴	۶/۵>	N	۶	۸۱	۱۳	۰
(%)P	۰/۲۱<	۰/۴۷-۰/۲۱	۰/۵۹-۰/۴۷	۰/۵۹>	P	۱۱	۸۵	۴	۰
(%)K	۱/۷<	۳/۷-۱/۷	۴/۷-۳/۷	۴/۷>	K	۶	۷۲	۱۸	۳
(%)Ca	۰/۵۵<	۱/۶-۰/۵۵	۲/۱-۱/۶	۲/۰۶>	Ca	۲	۶۸	۲۸	۲
(%)Mg	۰/۱۹<	۰/۳۴-۰/۱۹	۰/۴۱-۰/۳۴	۰/۴۱>	Mg	۶	۶۰	۲۶	۸
(mg/Kg)Fe	۲۴<	۲۴–۱۶۸	۱۶۸–۲۴۰	۲۴۰>	Fe	۲	۸۷	۹	۲
(mg/Kg)Zn	۱۰<	۱۰-۱۹	۱۹–۲۴	۲۴ >	Zn	۸	۶۲	۲۶	۴
(mg/Kg)Cu	۱۰<	۱۰-۱۴	۱۴–۱۷	۱۷>	Cu	۱۹	۶۰	۱۹	۲
(mg/Kg)Mn	۴۲<	۴۲–۱۳۸	۱۳۸–۱۷۶	۱۷۶>	Mn	۰	۷۰	۲۷	۳
(mg/Kg)B	۹<	۹–۲۰	۲۰–۲۵	۲۵>	B	۶	۸	۱۷	۹

بیشتر می‌شوند لذا کمبود هر یک از آنها باعث کمبود دیگری خواهد شد (۲)، و نتایج تحقیق حاضر نیز مؤید همین مطلب است. نتایج تجزیه گیاه نشان داد، که افزایش غلظت نیتروژن موجب افزایش سطوح فسفر می‌گردد درحالی‌که غلظت منیزیم و کلسیم کاهش می‌یابد (۲۳). در مزارع مورد مطالعه در این پژوهش نیز در اکثر موارد کمبود مقدار نیتروژن همراه با کمبود فسفر بوده است و هم‌چنین با توجه به کمبود نیتروژن و فسفر در مزارع با عملکرد پایین مقدار کلسیم و منیزیم بیش‌بود را نشان داده است، که با یافته‌های ولف و همکاران (۲۳) مطابقت داشت. تقریباً در ۵۰٪ مزارع با عملکرد پایین مقدار شاخص پتاسیم با مقادیر شاخص‌های نیتروژن، پتاسیم و منگنز رابطه عکس داشتند که با نتایج پیرسون و گودین (۱۶) مطابقت داشت. در بین عناصر پر مصرف در مزارع مورد مطالعه با عملکرد پایین اولویت‌بندی عناصر پرمصرف به این ترتیب بود:

$$P > N > K > Ca > Mg$$

در بین عناصر کم مصرف در مزارع مورد مطالعه با عملکرد پایین، مس از نظر کمبود در ۳۶٪ مزارع در رتبه اول و در بیش از ۲۰٪ مزارع در رتبه دوم قرار داشت. مس در مقایسه با روی پویایی محدودتری دارد. مس اضافه شده به خاک در خاک‌های آلی عمدتاً تبدیل به مس آلی و در صورت فقدان مواد آلی در خاک‌های آهکی به‌صورت کربنات و در خاک‌های اسیدی به‌صورت ترکیب با اکسیدهای آهن و منگنز رسوب می‌کند. با افزایش مواد آلی به خاک، بخشی از مس معدنی غیر قابل استفاده تبدیل به مس قابل تبادل شده و همزمان مقدار مس محلول نیز افزایش می‌یابد (۵). در بین عناصر کم مصرف روی از لحاظ کمبود در رده دوم بعد از مس قرار داشت در ایران کمبود روی اغلب در پنبه، چغندرقند، ذرت و محصولات جالیزی مشاهده شده است (۲).

در بین کمبودهای عناصر غذایی کم مصرف بور پس از آهن و روی بیشترین خسارت را وارد می‌سازد ولی در گیاهانی همچون چغندرقند صدمه آن از تمامی عناصر کم مصرف دیگر بیشتر است. پراکندگی جغرافیایی کمبود بور در ایران مشخص

نیست ولی این کمبود را در تمامی مناطقی که چغندرقند و سیب کاشته شده، مشاهده کرده‌اند، بنابراین به نظر می‌رسد که اکثر خاک‌های ایران از لحاظ عرضه بور ضعیف هستند (۲). در پژوهش حاضر مزارع مورد مطالعه با عملکرد پایین مقادیر مختلفی از بور را دارا بودند که در بعضی از مزارع منفی‌ترین و در بعضی مزارع دیگر مثبت‌ترین شاخص بودند که نشان‌دهنده توزیع غیریکنواخت غلظت آن در خاک‌های مورد مطالعه و یا کوددهی نامتعادل این عنصر درمزارع مختلف بود و با توجه به این‌که مرز بین کمبود و سمیت بور خیلی نزدیک است بایستی در کوددهی این عنصر در مزارع خیلی دقت کرد و با توجه به تجزیه خاک و برآورد نیاز گیاه اقدام به کوددهی کرد، زیرا سمیت این عنصر نیز، برای محصولات مختلف مضر است (۵). هم‌چنین ثابت شده است که مصرف املاح حاوی بور می‌تواند باعث افزایش کمّی و کیفی عملکرد بسیاری از محصولات کشاورزی به‌ویژه چغندرقند شود (۵). مصرف ۱۰ کیلوگرم در هکتار براکس در مزارع چغندرقند در منطقه ارومیه و خوی باعث افزایش مقدار قند ریشه و هم‌چنین عملکرد ریشه به میزان ۸٪ گردیده است (۵). در بین عناصر کم مصرف ترتیب اولویت‌بندی عناصر غذایی کم مصرف به‌ترتیب زیر بود:

$$Cu > Zn > Fe > Mn > B$$

از بین عناصر پر مصرف فسفر و نیتروژن بیشترین کمبود را دارا بوده و در بین عناصر کم مصرف مس و روی بیشترین کمبود و بور بیشترین بود را دارا بودند. در مجموع عناصر فسفر، مس، ازت و روی در اولویت قرار داشته و باید به آنها توجه خاصی مبذول داشت.

نرم‌ها و شاخص‌های انحراف از درصد بهینه (DOP)

براساس روش DOP، میانگین مقدار عناصر غذایی در جامعه گیاهی با عملکرد بالا برای عناصر پرمصرف N ,P ,K ,Ca ,Mg به‌ترتیب: ۰/۲۷، ۱/۱، ۲/۷، ۰/۳۴، ۴/۲ درصد و برای عناصر غذایی کم مصرف B ,Cu ,Mn ,Zn ,Fe، به‌ترتیب: ۱۵، ۱۲، ۹۰، ۱۵، ۹۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم بودند. شاخص‌های DOP، با استفاده از اعداد مرجع، ترتیب نیاز غذایی و شاخص‌های تعادل تغذیه‌ای (∑DOP) در مزارع با عملکرد پایین تعیین شدند (جداول نشان داده نشده است). براساس تفسیر نتایج شاخص‌های محاسبه شده، در بین عناصر پرنیاز، فسفر و نیتروژن به‌ترتیب به عنوان منفی‌ترین شاخص‌ها و در بین عناصر کم مصرف مس و روی منفی‌ترین شاخص‌های DOP را داشتند. شاخص تعادل تغذیه‌ای DOP (∑DOP) که از مجموع قدرمطلق شاخص‌های DOP محاسبه می‌شود می‌تواند همانند روش DRIS به عنوان معیاری برای ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاه بدون اشاره به علل آن مورد استفاده قرار گیرد. در این شاخص تعادل تغذیه‌ای نیز هر چه مجموع قدرمطلق شاخص‌های DOP بیشتر گردد، عدم تعادل تغذیه‌ای بیشتر خواهد شد.∑DOP برآورد شده در کلیه مزارع با عملکرد پایین، خیلی بزرگ‌تر از صفر بودند که نشان‌دهنده عدم وجود تعادل بین عناصر غذایی جذب شده به‌وسیله چغندرقند می‌باشد.

مقایسه شاخص‌های DOP عناصر پرمصرف با شاخص‌های دریس نشان داد که در هر دو، شاخص عنصر فسفر منفی‌ترین شاخص، ازت در رده دوم و پتاسیم در رده سوم قرار داشت. تنها تفاوت آنها در اولویت چهارم و پنجم بود، به‌طوری‌که براساس شاخص‌های دریس، کلسیم در اولویت چهارم و منیزیم در اولویت پنجم قرار داشت اما در روش DOP برعکس بود. ترتیب اولویت‌بندی عناصر پرمصرف در روش DOP به‌صورت $P > N > K > Mg > Ca$ بود، درحالی‌که برای روش دریس به‌صورت $P > N > K > Ca > Mg$ بود در بین عناصر کم‌مصرف دقیقاً دو روش مذکور باهم مطابقت داشته و ترتیب اولویت‌بندی عناصر غذایی کم‌مصرف برای هر دو روش دریس و DOP مثل هم بود، یعنی ترتیب اولویت‌بندی عناصر غذایی کم‌مصرف در هر دو روش به‌صورت $Cu > Zn > Fe > Mn > B$ بود. براساس تفسیر شاخص‌های انحراف از درصد بهینه در بین عناصر پرمصرف، فسفر در ۵۵٪ مزارع منفی‌ترین شاخص و در ۱۵٪ مزارع در رتبه دوم قرار داشت. درحالی‌که براساس شاخص‌های دریس، عنصر فسفر در ۴۰٪ مزارع منفی‌ترین

شاخص، و در ۲۱٪ مزارع در رتبه دوم قرار داشت. بر طبق شاخص‌های دریس، عنصر نیتروژن، در ۱۳٪ مزارع به عنوان منفی‌ترین، و در ۳۶٪ مزارع رتبه دوم منفی‌ترین شاخص‌ها را به خود اختصاص داد و در روش DOP در ۱۳٪ مزارع به عنوان منفی‌ترین شاخص و در ۳۴٪ مزارع در رتبه دوم قرار داشت. در بین عناصر کم‌مصرف نیز عناصر مس و روی به‌ترتیب در اولویت‌های اول و دوم قرار داشتند. براساس شاخص‌های DOP در بین عناصر کم‌مصرف مس در ۲۵٪ مزارع منفی‌ترین شاخص و در ۲۷٪ مزارع در رتبه دوم قرار داشت و براساس شاخص‌های دریس، عنصر مس در ۳۶٪ مزارع منفی‌ترین و در ۲۱٪ مزارع در رده دوم قرار داشت. هم‌چنین در هر دو روش عنصر بور بسیار نامتعادل بود به نحوی که در بعضی از مزارع به عنوان منفی‌ترین شاخص و در بعضی دیگر به عنوان مثبت‌ترین شاخص بود. از نتایج به‌دست آمده از مقایسه روش‌های دریس و DOP چنین استنباط می‌شود که دو روش تشابه زیادی باهم داشته و نتایج مشابهی را ارائه می‌دهند، اما در نهایت بایستی درستی یا نادرستی نرم‌های به‌دست آمده از هر دو روش دریس و DOP با استفاده از انجام آزمایش‌های کودی بررسی شوند.

منابع مورد استفاده

۱. امامی، ع. ۱۳۷۵. *روش‌های تجزیه گیاه (جلد اول)*. نشریه فنی شماره ۹۸۲، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.

۲. سالاردینی، ع ا. ۱۳۸۲. *حاصل‌خیزی خاک*. چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران.

۳. سجادی، ا. ۱۳۷۱. روش تلفیقی تشخیص و توصیهDRIS، شماره ۸۴۷ مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.

۴. ملکوتی، م ج. و م. همایی. ۱۳۷۳. حاصل‌خیزی خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک"مشکلات و راه حل‌ها". انتشارت دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۵. ملکوتی، م ج. و م. م.طهرانی ۱۳۷۸. نقش ریز مغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی«عناصر خرد با تأثیر». انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

6. Beaufils, E. R. 1973. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Pietermaritizburg: University of Natal., 132 p. (Soil Science Bulletin, 1).
7. Bhargava, B.S. and Chadha. K.L. 1988. Developing leaf nutrient guide in fruit crops. Fertil. News 33: 21–29.
8. Brakke, F. H. and N. Salih. 2002. Reliability of Foliar analyses of Norway Spruce stands in a Nordic Gradient. Silva Fennica 36: 489-504.
9. Hartz, T.K., E.M. Miyao and J.G. Valencia. 1998. Evaluation of the nutritional status of processing tomato. Hort. Sci. Alexandria 33: 830-832.
10. Hundal, H.S., D. Singh and J.S. Brar. 2005. Diagnosis and recommendation integrated system for monitoring nutrient status of mango trees in Sub-mountainous area of Punjab, India. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 36: 2085-2099.
11. Jimenez, S., J.Y., Pinochet J.A. Gogorcena and M.A.M. Betran. 2007. Influence of different vigour cherry rootstocks on leaves and shoots mineral composition. Scientia Horticulturae 112: 73-79.
12. Land, M. H., M. A. S. Guillermo, W. R. Dos Santos, E. J. Paioli-Pires, C. V. Pommer and R. V. Botelho. 2003. Nutritional Evaluation of the condition of Italia grapevine in the region of Jales, SP, using the diagnosis and recommendation integrated system. Rev. Bras. Frutic. 25: 309-314.
13. Meldal-Johnson, A. and M. E. Sumner. 1980. Foliar diagnostic norms for Potatoes. J. Plant. Nutr. 25: 569-576.
14. Montanes, L., L., Heras, J. Abadia, and M. Sanz. 1993. Plant analysis interpretation based on a new index: Deviation from Optimum Percentage. J. Plant Nutr. 16: 1289-1308
15. Mourao Filho, F.A.A. 2004. DRIS: Concepts and applications on nutritional diagnosis in fruit crops. Scientia Agricola 61: 550-560.
16. Pearson, R.C. and A.C. Goheen. 1998. Compendium of Grape Diseases. 4th ed., The American Phytopathological Society, USA.
17. Salih, N. and F. Andderson 1999. Nutritional status of a Norway spruce stand in SW Sweden in response to compensatory fertilization. Plant Soil 209: 85-100.

18. Sanz, M. 1999. E valuation of interpretation of DRIS system during growing season of the peach tree: Comparison with DOP method. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 30: 1025-1036.
19. Sharma, J., S.D. Shikhamany, R.K. Singh and H.B. Raghupathi. 2005. Diagnosis of nutrient imbalance in Thompson seedless grape grafted on Dog Ridge rootstock by DRIS. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 36: 2823-2838.
20. Soltanpour, P.N. and M.J. Malakouti and A. Ronaghi. 1995. Comparison of DRIS and nutrient sufficient range of corn. Soil Sci. Soc. Amer. 59: 149-188.
21. .Sumner, M. E. 1990. Advances in the use and application of plant analysis. Commun. Soil Sci. and Plant Anal. 21: 1409-1430.
22. Walworth, J.L., H.J. Wooddard and M.E. Sumner. 1988. Generation of corn tissue norms from a small, high-yield data base. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 19: 563-577.
23. Wolf, T.K., C.W. Heaseler and E.L. Bergman. 1983. Growth and Foliar Elemental Composition of Seyvel Blanc Grapevines as Affected by Four Nutrient Solution Concentration of Nitrogen, Potassium and Magnesium. Amer. J. Enol. and Viti. 34: 271- 277.