

معرفی شاخص DOP و استفاده از آن برای تفسیر نتایج تجزیه برگی خیار گلخانه‌ای

محمد زارع مهرجردی^{۱*}، احمدرضا اخوتیان اردکانی^۲، فرهاد دهقانی^۳

۱ بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۲ بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳ مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

*رایانامه نویسنده مسئول: zare_mehrjardi@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۸/۳/۲۱

تاریخ دریافت: ۹۷/۶/۱۸

چکیده

تجزیه گیاهی یکی از مفیدترین ابزارهای موجود برای ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای محصولات کشاورزی است. ارزش کاربردی تجزیه گیاه به منظور توصیه کودی وابسته به تفسیر صحیح و دقیق نتایج آن است. یکی از روش‌های پیشنهادی به منظور تفسیر نتایج حاصل از تجزیه برگی روش DOP می‌باشد که در آن ترتیب نیاز عناصر غذایی به دست می‌آید. به منظور تعیین غلظت مرجع (C_{ref}) عناصر غذایی در خیار گلخانه‌ای، از ۹۶ گلخانه استان یزد در دو کشت متوالی نمونه‌های برگ از رقم‌های نگین و ۵۲۷۱ جمع آوری و غلظت عناصر در آن‌ها اندازه‌گیری شد. با استفاده از غلظت عناصر غذایی در گلخانه‌های با عملکرد زیاد غلظت مرجع برای عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در کشت پائیزه به ترتیب ۵/۳۰، ۰/۵۶، ۳/۴۶، ۲/۶۸ و ۱/۰۴ درصد و در کشت بهاره ۵/۰۲، ۰/۷۵، ۳/۶، ۲/۴۶، ۰/۹۳ درصد و برای عناصر آهن، مس، روی و منگنز در کشت پائیزه به ترتیب ۸۰/۹، ۱۳/۵۹، ۷۴/۴۵ و ۷۱/۸۸ میلی‌گرم در کیلوگرم، و در کشت بهاره به ترتیب ۱۱۴/۷، ۱۸/۲۶، ۷۵/۸۵ و ۷۸/۳۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بدست آمد. با استفاده از غلظت‌های فوق شاخص DOP (انحراف از درصد بهینه) برای گلخانه‌های با عملکرد پائین محاسبه گردیده و بر اساس اعداد شاخص، اولویت یا ترتیب نیاز عناصر غذایی آن‌ها به دست آمد. قدرمطلق شاخص DOP برای تمام عناصر اندازه‌گیری شده بیشتر از صفر بوده که نشانگر عدم تعادل تغذیه آنها می‌باشد و بالای ۶۰ درصد گلخانه‌های بررسی شده از نظر عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم کمبود داشتند.

کلید واژه‌ها: تجزیه گیاه، وضعیت عناصر غذایی، خیار گلخانه‌ای، روش انحراف از درصد بهینه (DOP)، ارقام مرجع

مقدمه

با توجه به این که صنعت گلخانه به عنوان یک صنعت مولد و اشتغال زا در کشور در حال گسترش است، بالا بردن بهره‌وری گلخانه‌ها می‌تواند به افزایش تولید در واحد سطح گلخانه‌ها منجر شود. یکی از راههای افزایش راندمان گلخانه‌ها تغذیه مناسب است. تغذیه بهینه محصولات گلخانه‌ای سبب بهینه‌سازی مصرف کود، کاهش هزینه، افزایش سلامت محصول، افزایش عملکرد در واحد سطح و کاهش آلودگی منابع خاک و آب می‌شود.

تغذیه بهینه گیاه شرط اصلی بهبود کمی و کیفی محصول است. در تغذیه گیاه نه تنها باید هر عنصر به اندازه کافی در دسترس آن قرار گیرد، بلکه ایجاد تعادل و رعایت نسبت میان همه‌ی عناصر غذایی از اهمیت زیادی برخوردار است. زیرا در حالت عدم تعادل تغذیه‌ای با افزودن مقداری از عناصر غذایی نه تنها افزایش عملکردی رخ نمی‌دهد، بلکه اختلالاتی در رشد گیاه ایجاد شده و در نهایت باعث افت محصول می‌شود. همچنین نتایج پژوهش‌های زیادی نشان داده که تاثیر تعادل غلظت عناصر غذایی بر کیفیت محصولات کشاورزی نسبت به غلظت مطلق آنها بیشتر است (عقیلی و همکاران، ۱۳۸۹). مدیریت تغذیه‌ای نامطلوب در گلخانه‌های خیار علاوه بر کمبود عناصر غذایی کم مصرف، افزایش غلظت نیترات را در پی داشته که از جهت سلامت مصرف کنندگان دارای اهمیت است (سنایی استوار، ۱۳۸۹). تغذیه متعادل گیاه به عنوان یک عامل تأثیر گذار، تابعی از اثرات متقابل عناصر غذایی و شرایط محیطی است لذا تعیین دقیق عناصر

غذایی مورد نیاز گیاه، نیازمند یک روش علمی مبتنی بر اندازه‌گیری است تا بتوان میزان کمبود عناصر غذایی را تعیین نمود (تیسدل^۱ و همکاران، ۱۹۹۳).

عدم تشخیص صحیح کمبود عناصر غذایی در گیاه منجر به اشتباه در توصیه کودی می‌شود. این موضوع یکی از مهم‌ترین چالش‌های توصیه بهینه کود است. از زمان شروع نخستین برنامه توصیه کود در آمریکا در سال ۱۹۴۰ تا سال ۲۰۰۷ حدود ۹ میلیون نمونه خاک و گیاه به منظور شناخت وضعیت حاصلخیزی خاک و بهبود توصیه کود، مورد تجزیه شیمیایی و فیزیکی قرار گرفته که ۳۰ درصد آن‌ها به نمونه‌های گیاهی اختصاص داشته است (میلر^۲، ۲۰۰۸). این در حالی است که هنوز کارائی **پائین** مصرف کود به عنوان یک چالش جهانی مطرح است (مان^۳ و همکاران، ۲۰۰۹). آزمون خاک و تجزیه گیاه دو ابزار اصلی برای تشخیص و توصیه کودی است. آزمون خاک روشی که برای تعیین ترکیب کودهای پایه و تجزیه گیاه ابزاری است برای بهینه‌سازی توصیه‌های کودی از طریق نمایش میزان جذب و صحت آزمون خاک است. بهینه‌سازی و مصرف تعدادی از عناصر غذایی نظیر نیتروژن و عناصر کم مصرف در طول دوره رشد به صورت سرک و برگپاشی با استفاده از روش تجزیه گیاه امکان‌پذیر است.

تجزیه گیاهی یکی از مفیدترین ابزارهای موجود برای ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای محصولات کشاورزی است (ملکوتی، ۱۳۷۷). ارزش کاربردی تجزیه گیاه به

¹- Tisdale et al

²- Miller et al

³- Maene et al

بودند بازدید به عمل آمد و نوع خیار کشت شده، آدرس و موقعیت جغرافیای آنها یادداشت شد. از بازدیدهای به عمل آمده مشخص شد که دو واریته نگین و ۵۲۷۱ بالاترین سطح زیر کشت را در استان دارند و در مرحله بعد از گلخانه‌های که یکی از این دو واریته کشت شده بود نمونه برداری شد. نمونه برداری برگ در دو مرحله، کشت پاییزه (کشت اول) از تعداد ۵۴ گلخانه و در کشت بهاره (کشت دوم) از تعداد ۴۳ گلخانه انجام شد. بدین صورت که از برگ‌های هر گلخانه یک نمونه مرکب (آخرین برگ بالغ باز شده، تقریباً برگ پنجم) در نیمه اول مرحله رشد گرفته شد و عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، مس، منیزیم، منگنز، آهن و روی در آنها تعیین گردید. برای تعیین میزان عملکرد و وضعیت مدیریت گلخانه‌ها پرسش‌نامه‌ای بدین منظور طراحی گردید و به گلخانه‌دارها داده شد و میزان عملکرد گلخانه بر اساس تن بر ۱۰۰۰ متر مربع (کیلوگرم بر متر مربع) به دست آمد. بر همین اساس گلخانه‌های با مدیریت خوب و عملکرد بالا جهت تعیین غلظت استاندارد (C_{ref}) انتخاب شدند. بدین ترتیب در کشت اول از ۵۳ گلخانه ۲۸ عدد به عنوان مرجع و بقیه به عنوان غیر مرجع و در کشت دوم از ۴۵ گلخانه ۱۲ عدد به عنوان مرجع و بقیه غیر مرجع انتخاب شدند.

با توجه به این که اندازه‌گیری دقیق غلظت مرجع (C_{ref}) می‌تواند پایه آزمایشات بعدی برای تفسیر نتایج حاصل از تجزیه برگی خیار گلخانه با استفاده از روش DOP قرار گیرد، بنابراین با استفاده از نتایج به دست آمده از تجزیه برگی گلخانه‌های برتر سطح استان و انجام آنالیزهای آماری و میانگین‌گیری از غلظت هر

منظور توصیه کودی وابسته به تفسیر صحیح و دقیق آن است. روش DOP^۴ یکی از روش‌هایی است که جهت تفسیر نتایج حاصل از تجزیه برگی، ارائه گردیده است. بر اساس این روش، اولویت یا ترتیب نیاز عناصر غذایی به دست می‌آید. به طور کلی تفاوت‌های زیادی در وضعیت تغذیه‌ای گلخانه‌های استان مشاهده می‌شود که با استفاده از این روش می‌توان برنامه‌ریزی تخصصی مدونی برای اصلاح کلیه گلخانه‌های استان در جهت استفاده صحیح از منابع خاک و کود انجام داد. غلظت استاندارد یا مرجع برای هر عنصر غذایی (C_{ref}) غلظت بهینه آن عنصر در برگ می‌باشد که اندازه‌گیری آن می‌تواند به عنوان یک استاندارد منطقه‌ای برای غلظت عناصر در برگ گیاه در راستای استفاده از روش DOP به عنوان یکی از به روزترین روش‌های تفسیر نتایج تجزیه برگی به کار رود. بنابراین هدف از اجرای این پروژه اندازه‌گیری غلظت بهینه عناصر در برگ خیار گلخانه‌ای و تعیین C_{ref} برای عناصر پر مصرف و کم مصرف در گلخانه‌های استان یزد و جایگزینی روش DOP به عنوان یک روش کارآمد و به روز جهت تفسیر نتایج حاصل از تجزیه برگی به جای روش‌های متداول می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جهت انجام این تحقیق در مرحله اول، انتخاب گلخانه‌ها جهت نمونه برداری بود. برای این کار از گلخانه‌های خوبی که از طرف معاونت بهبود تولیدات گیاهی سازمان جهاد کشاورزی استان معرفی شده

^۴. Deviation from optimum percentage

(۱۳۷۹) برای خیار بدست آورده‌اند. همچنین با توجه به جداول ۱ و ۲ ضریب تغییرات عناصر میکرو نسبت به عناصر اصلی زیادتر می‌باشد که نشان دهنده پراکندگی بیشتر مقدار عناصر کم مصرف اندازه‌گیری شده در نمونه‌های برگ خیار نسبت به عناصر پر مصرف می‌باشد. این به دلیل مدیریت‌های مختلف تغذیه در گلخانه‌ها بوده که مثلاً بعضی گلخانه‌داران عناصر کم مصرف در برنامه کوددهی مصرف می‌کنند و بعضی دیگر مصرف نمی‌کنند و یا به دلیل مصرف نا متعادل کودها گیاه قادر به جذب عناصر کم مصرف از خاک نمی‌باشد. همچنین در هر دو مرحله نمونه‌برداری، انحراف معیار و ضریب تغییرات عناصر کم مصرف در گلخانه‌های غیر مرجع بیشتر از گلخانه‌های مرجع بود.

تعیین شاخص DOP و اولویت نیاز غذایی برای گلخانه‌های با عملکرد پایین

بعد از به دست آوردن غلظت مرجع، از رابطه زیر مقدار DOP (انحراف از درصد بهینه) محاسبه گردید:

$$DOP = [(C \times 100) / C_{ref}] - 100$$

در اینجا C غلظت عنصر غذایی در نمونه گیاهی بوده که تعیین نیاز کودی آن مورد نظر است. جدول‌های ۳ و ۴ نشان‌دهنده مقادیر شاخص‌های DOP و اولویت کمبود عناصر غذایی در گلخانه‌های غیر مرجع می‌باشد. در تفسیر نتایج حاصل از این روش دو قانون ساده وجود دارد که شامل:

عناصر، غلظت مرجع (C_{ref}) برای هر عنصر محاسبه و تعیین شد.

نتایج و بحث

تعیین غلظت مرجع (C_{ref})

در روش انحراف از درصد بهینه (DOP) برای تعیین غلظت استاندارد یا مرجع (C_{ref}) گروه عملکردی بالا در نظر می‌گیرند. بر اساس اطلاعات بدست آمده از پرسش‌نامه‌های تکمیل شده برای هر گلخانه و در نظر گرفتن شاخص‌های قبیل مدیریت کشت شامل آبیاری، مبارزه با آفات و بیماری‌ها و متعادل نگهداشتن دما و رطوبت در حد مطلوب، بالاترین عملکرد در سال قبل، سازه گلخانه و دید کارشناسی، گلخانه‌های نمونه‌برداری شده به دو گروه عملکردی بالا (مرجع) و عملکردی پایین (غیر مرجع) تفکیک شدند. بر این اساس در کشت اول از ۵۳ گلخانه ۲۸ عدد به عنوان مرجع و بقیه به عنوان غیر مرجع و در کشت دوم از ۴۵ گلخانه ۱۲ عدد به عنوان مرجع و بقیه غیر مرجع انتخاب شدند. خلاصه نتایج آنالیز برگ در گلخانه‌های مرجع و غیر مرجع در دو مرحله شامل حداقل، حداکثر، میانگین، ضریب تغییرات و انحراف معیار در جدول‌های ۱ و ۲ آورده شده است. میانگین غلظت عناصر غذایی در گلخانه‌های مرجع به عنوان غلظت استاندارد یا مرجع (C_{ref}) در نظر گرفته شد (مونتانس^۵ و همکاران، ۱۹۹۳). غلظت مرجع بدست آمده برای عناصر مطابق با غلظت‌های بهینه‌ای است که ملکوتی و همکاران

⁵ Montanes et al

جدول ۱. خلاصه نتایج آنالیز برگ خیار گلخانه‌ها در کشت اول

غیر مرجع					مرجع					عنصر
ضریب تغییرات	انحراف معیار	میانگین	حداکثر	حداقل	ضریب تغییرات	انحراف معیار	میانگین	حداکثر	حداقل	
۱۲/۳۴	۰/۶	۴/۹۰	۶/۵	۳/۷۶	۱۳/۷۸	۰/۶۹۲	۵/۰۳	۶/۰۳	۲/۷۱	N%
۲۶/۷۵	۰/۱۴	۰/۵۱	۰/۸۴	۰/۲۷	۲۴/۸۶	۰/۱۳۹	۰/۵۶	۰/۹۱	۰/۳۳	P(%)
۲۳/۴۳	۰/۷۱	۳/۰۳	۴/۳۱	۱/۸۵	۱۷/۲۹	۰/۵۹۸	۳/۴۶	۴/۶۵	۲/۳۴	K(%)
۲۱	۰/۶۴	۳/۰۶	۴/۶۳	۲/۲۵	۲۶/۹۸	۰/۷۲۳	۲/۶۸	۴/۴	۱/۴۸	Ca(%)
۱۷/۱۷	۰/۱۹	۱/۰۸	۱/۴۸	۰/۸۲	۲۴/۱۳	۰/۲۵۱	۱/۰۴	۱/۵۶	۰/۶۵	Mg(%)
۶۲/۱۲	۵۸/۱۱	۹۳/۵۴	۳۶۱	۵۴	۱۸/۰۳	۱۴/۵۸۴	۸۰/۹	۱۲۶	۵۲/۵	Fe(P.P.M)
۱۲۸/۴۱	۲۱/۲۶	۱۶/۵۶	۹۲	۲/۵	۸۴/۶۴	۱۱/۵۰۲	۱۳/۵۹	۶۶/۵	۵/۵	Cu(P.P.M)
۴۸/۸۵	۳۳/۸۷	۶۹/۳۳	۱۸۳/۵	۳۱	۵۹/۸۴	۴۴/۵۵۲	۷۴/۴۵	۲۶۰	۴۵/۵	Zn(P.P.M)
۵۲/۷۹	۴۰/۸۴	۷۷/۳۶	۲۲۲	۲۹/۵	۴۷/۷۷	۳۴/۳۳۵	۷۱/۸۸	۱۸۹	۳۹/۵	Mn(P.P.M)

جدول ۲. خلاصه نتایج آنالیز برگ خیار گلخانه‌ها در کشت دوم

غیر مرجع					مرجع					عنصر
ضریب تغییرات	انحراف معیار	میانگین	ماکزیمم	مینیمم	ضریب تغییرات	انحراف معیار	میانگین	ماکزیمم	مینیمم	
۱۰/۷۹	۰/۴۹۸	۴/۶۱	۵/۷۸	۳/۶۹	۲۱/۰۸	۱/۱	۵/۰۲۵	۷/۲۷	۳/۸۴	N%
۲۵/۰۳	۰/۱۸۹	۰/۷۵۶	۱/۲	۰/۴۲	۲۲/۰۶	۰/۱۶۷	۰/۷۵۵	۱/۰۹	۰/۵۸	P(%)
۲۶/۴۳	۰/۸۳۳	۳/۱۵	۵/۵۱	۱/۹	۱۸/۰۹	۰/۶۵۱	۳/۵۹۷	۴/۳	۱/۸۱	K(%)
۳۱/۶۰	۰/۸۹۶	۲/۸۴	۵/۰۸	۱/۴۱	۳۶/۹	۰/۹۰۸	۲/۴۶۰	۴/۶۵	۱/۳۳	Ca(%)
۳۲/۰۴	۰/۳۲۰	۰/۹۹۹	۱/۹۲	۰/۵۴	۳۸/۶۳	۰/۳۵۸	۰/۹۲۶	۱/۸۴	۰/۵۷	Mg(%)
۱۷۹/۳۱	۳۲۲/۴۷	۱۷۹/۸۴	۱۹۷۰	۸۵	۱۲/۴۸	۱۴/۳	۱۱۴/۷۰۳	۱۴۲/۵	۹۷/۸۴	Fe(P.P.M)
۶۶/۳۳	۱۶/۸۷	۲۵/۴۳	۱۰۰	۱۰	۴۲/۴۲	۷/۷۴	۱۸/۲۵	۴۰/۵	۱۰/۵	Cu(P.P.M)
۴۹/۵۶	۶۳/۱۱	۱۲۷/۳۴	۳۱۸	۴۸/۵	۳۴/۹۵	۲۶/۵	۷۵/۸۵	۱۴۸/۹۹	۴۸/۱۸	Zn(P.P.M)
۵۸/۳۰	۶۰/۰۹	۱۰۳/۰۶	۳۰۶	۳۶	۵۲/۴۸	۴۱/۱	۷۸/۳۱	۲۰۲	۱۸/۴۱	Mn(P.P.M)

نداشت اما نگاهی به نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌های خاک گلخانه‌ها در آزمایشگاه خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی یزد حاکی از بیشتر بودن مقدار عناصر اصلی از حد بهینه‌ی آن‌ها در خاک است. در صورتی که علائم کمبود همین عناصر در بعضی گلخانه‌ها مشاهده شد. این حالت به علت نامتعادل بودن مقدار عناصر در خاک بوده که باعث تداخل در جذب عناصر توسط ریشه می‌شود. در ترتیب نیاز غذایی بدست آمده، اولویت نیاز به عناصر کم مصرف نسبت به عناصر پر مصرف بیشتر می‌باشد.

بطور کلی نتایج بدست آمده از تعیین وضعیت تغذیه‌ای گلخانه‌ها، حاکی از عدم مدیریت صحیح تغذیه گیاه می‌باشد و تفاوت‌های زیادی در گلخانه‌های استان مشاهده شد که علت آن بر اساس نتایج تحقیق انجام شده (تدین‌نژاد، ۱۳۸۲) در اختیار نداشتن نظام مدیریتی حساب شده و مدون گلخانه‌داران و اقدام کردن آن‌ها بر اساس میزان اطلاعات و تجارب شخصی به کشت گلخانه‌ای است. همچنین دردی‌پور و همکاران (۱۳۹۱) در ارزیابی تعادل تغذیه‌ای باغ‌های هلو با روش DOP نتیجه‌گیری کردند که این روش نشان می‌دهد که باغ‌های هلو استان گلستان از نظر وضعیت عناصر غذایی متعادل نیستند. وضعیت عناصر غذایی گیاه نیز تابعی از میزان قابل جذب این عناصر در خاک می‌باشد که به نوبه خود بیانگر نبود مدیریت صحیح و کوددهی نامتعادل در این باغ‌ها است و در آخر به کارگیری این روش را برای تعیین وضعیت تغذیه باغ‌های هلو توصیه کردند.

۱- مقدار قدرمطلق شاخص DOP اهمیت و یا شدت خروج از حالت تعادل را نشان می‌دهد، زیرا عدد صفر بیانگر حالت تعادل و مقادیر بالای قدرمطلق شاخص DOP نشانگر انحراف زیاد از حالت تعادل می‌باشند.

۲- برای هر عنصر مقدار منفی شاخص DOP نشان‌دهنده حالت کمبود و مقدار مثبت نشانگر حالت زیادی آن عنصر است.

بنابراین در روش DOP اعداد منفی‌تر بیانگر محدودیت بیشتر عنصر غذایی مربوطه و اعداد مثبت‌تر بیانگر مقادیر بیشترین عناصر و اعداد صفر بیانگر وضعیت متعادل عناصر غذایی مربوطه نسبت به غلظت‌های مرجع می‌باشند که براساس این اعداد اولویت یا ترتیب نیاز این عناصر غذایی به دست می‌آید.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تعیین وضعیت تغذیه‌ای گلخانه‌ها نشان می‌دهد که اولاً قدرمطلق شاخص DOP برای تمام عناصر اندازه‌گیری شده بیشتر از صفر بوده که نشانگر عدم تعادل تغذیه آن‌ها می‌باشد و ثانیاً بیش از ۶۰ درصد گلخانه‌های بررسی شده از نظر عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم کمبود داشتند (جدول ۵). از بین عناصر اصلی پتاسیم در بیش از ۷۰ درصد گلخانه‌های تعیین وضعیت شده، کمبود داشت و در کشت دوم جزء اولویت‌های اول کمبود در اکثر گلخانه‌ها بود.

در این پژوهش نمونه خاک گلخانه‌ها تجزیه نشده و اطلاعاتی از میزان عناصر غذایی موجود در خاک وجود

جدول ۳. مقادیر شاخص‌های DOP در کشت اول و اولویت کمبود عناصر غذایی

اولویت کمبود عناصر غذایی	Mn(P.P.M)	Zn(P.P.M)	Cu(P.P.M)	Fe(P.P.M)	Mg(%)	Ca(%)	K(%)	P(%)	N%	شماره
Cu>P>N>K>Ca>Mn>Mg>Fe>Zn	3.65	30.97	-44.81	27.94	20.19	2.29	-0.26	-35.87	-10.69	29
Cu>Ca>Mg>Mn>Fe>N>K>P>Zn	7.13	146.49	-30.09	12.49	-5.77	-13.01	24.67	49.50	19.08	30
Zn>Cu>Mn>P>Fe>Mg>Ca>N>K	-17.22	-28.14	-22.73	-12.85	0.96	1.55	17.55	-15.92	5.23	31
P>K>Mg>Ca>N>Mn>Fe>Cu>Zn	4.35	17.53	6.70	5.69	-21.15	-10.77	-25.20	-39.62	-3.07	32
Cu>N>K>Mg>P>Zn>Mn>Ca>Fe	21.04	20.22	-15.37	346.24	-1.92	24.69	-3.82	2.26	-4.46	33
Mn>Mg>Fe>N>Ca>K>P>Zn>Cu	-13.74	65.22	462.94	-6.06	-8.65	-2.56	6.86	9.31	-4.00	34
Ca>Mg>Fe>K>Zn>Cu>N>Mn>P	14.09	2.76	3.02	-4.82	-9.62	-16.00	-0.26	37.74	3.62	35
Mn>Zn>K>P>Fe>N>Mg>Ca>Cu	-58.96	-40.23	577.00	-4.82	36.54	40.00	-38.17	-20.88	-2.61	36
Zn>Mg>Fe>Cu>Ca>K>N>P>Mn	92.00	-40.90	-11.70	-14.09	-21.15	-11.15	-10.06	6.66	-3.07	37
Cu>Zn>Mg>N>K>P>Ca>Fe>Mn	41.91	-14.70	-37.45	32.26	-12.50	13.87	6.80	12.32	1.08	38
Cu>K>Zn>P>N>Fe>Mn>Mg>Ca	-4.00	-32.17	-66.89	-18.42	3.85	4.91	-32.55	-31.52	-25.23	39
Cu>Zn>Fe>Mn>N>Mg>P>K>Ca	-21.39	-32.84	-74.24	-29.54	-13.46	6.40	-7.25	-10.03	-19.23	40
Cu>Zn>K>Mn>P>N>Fe>Mg>Ca	-36.00	-58.36	-74.24	16.81	26.92	72.11	-43.79	-31.52	-20.61	41
Cu>Zn>K>P>Mn>N>Mg>Fe>Ca	-17.91	-45.60	-55.85	38.44	23.08	41.49	-46.60	-41.95	-5.38	42
Zn>Ca>P>Fe>Mg>N>Mn>Ca>K	5.04	-20.08	-4.34	0.74	2.88	6.40	6.86	-1.17	2.93	43
K>N>Mg>P>Zn>Ca>Fe>Mn>Cu	39.13	5.22	83.97	35.97	-4.81	32.91	-41.58	-1.82	-16.23	44
Zn>Fe>P>Cu>K>Ca>Mg>N>Mn	97.57	-36.20	-19.05	-30.16	22.12	-1.07	-7.25	-26.23	29.23	45
Cu>Mn>Zn>P>K>Fe>N>Mg>Ca	-58.96	-52.31	-66.89	-33.25	15.38	31.41	-43.79	-52.16	-6.31	46
Cu>Zn>Mn>K>N>P>Mg>Fe>Ca	-37.39	-41.57	-81.60	8.16	3.85	12.37	-29.73	1.04	-8.84	47
Ca>N>Zn>K>P>Fe>Mg>Cu>Mn	208.87	3.43	83.97	17.43	42.31	-4.43	9.61	12.32	1.08	48
Cu>Mn>K>Zn>Fe>Ca>P>N>Mg	-22.09	-9.33	-22.73	-6.06	20.19	-0.32	-10.06	6.66	14.00	49
Mn>Zn>Fe>K>Cu>Mg>P>N>Ca	-38.78	-38.21	-19.05	-23.36	-14.42	32.16	-21.30	-10.03	-2.15	50
P>Mn>K>N>Fe>Mg>Cu>Zn>Ca	-5.39	56.49	25.10	8.78	19.23	72.85	1.18	-15.48	1.54	51
Cu>Zn>P>K>Mg>N>Mn>Ca>Fe	5.74	-24.11	-33.77	11.87	-7.69	7.52	-12.87	-20.88	1.08	52
Mn>P>Cu>K>N>Mg>Zn>Fe>Ca	-17.91	-5.30	-15.37	11.25	-9.62	13.87	-12.87	-15.48	-11.61	53

جدول ۴. مقادیر شاخص‌های DOP در کشت دوم و اولویت کمبود عناصر غذایی

اولویت کمبود عناصر غذایی	Mn(P.P.M)	Zn(P.P.M)	Cu(P.P.M)	Fe(P.P.M)	Mg(%)	Ca(%)	K(%)	P(%)	N%	شماره
Mn>K>P>N>Fe>Cu>Mg>Ca>Zn	-34.53	100.22	-3.71	-4.22	-3.33	5.43	-25.12	-18.41	-5.09	13
Cu>Zn>P>N>K>Mg>Fe>Ca>Mn	102.39	-36.05	-45.22	3.75	0.99	4.72	-2.21	-32.01	-26.61	14
K>Cu>P>N>Mn>Fe>Zn>Mg>Ca	8.74	10.97	-23.62	9.84	60.67	68.77	-38.57	-22.22	-5.25	15
Cu>K>Mn>N>Fe>P>Mg>Zn>Ca	-2.26	55.91	-19.36	-1.61	28.80	59.62	-18.21	2.18	-2.10	16
Ca>Mg>Cu>Fe>N>P>K>Zn>Mn	290.74	221.71	-9.62	-4.54	-17.10	-42.86	24.22	11.37	4.51	17
K>P>N>Fe>Zn>Mg>Mn>Cu>Ca	94.09	3.50	99.94	2.44	56.89	100.29	-34.99	-19.44	-2.22	18
Zn>K>P>N>Fe>Cu>Ca>Mg>Mn	194.34	-17.76	17.46	15.56	106.84	43.35	-9.02	1.31	7.88	19
Mg>Ca>Fe>P>Cu>K>N>Mn>Zn	25.78	76.68	-12.35	-25.90	-38.70	-38.08	-4.85	-20.18	-2.69	20
K>P>Cu>N>Zn>Mg>Fe>Mn>Ca	49.27	24.31	-18.31	30.01	26.64	56.57	-21.42	-21.31	-8.04	21
Cu>Mn>K>Fe>P>N>Zn>Mg>Ca	-18.88	45.83	-24.89	2.00	62.56	106.39	-8.58	13.99	14.97	22
K>P>Mg>Ca>N>Mn>Fe>Zn>Cu	-8.06	33.83	36.95	4.18	-32.22	-14.39	-47.14	-44.03	-10.36	23
N>K>P>Fe>Mn>Cu>Zn>Ca>Mg	9.82	25.91	23.25	1.13	41.76	38.27	-14.10	-13.61	-15.70	24
Cu>Mn>K>Fe>Zn>N>P>Ca>Mg	-26.58	-15.62	-31.53	-18.92	19.08	6.14	-24.99	3.07	-14.55	25
P>K>N>Cu>Mg>Mn>Fe>Ca>Zn	42.38	154.47	17.77	50.82	30.96	65.72	-8.33	-11.18	-4.61	26
K>Cu>P>Fe>N>Ca>Zn>Mg>Mn	43.25	13.01	-21.74	-16.85	30.69	1.67	-25.76	-20.63	-1.58	27
Mg>K>Ca>Mn>N>P>Zn>Cu>Fe	-2.31	46.35	447.79	1617.47	-37.89	-13.48	-16.75	12.69	3.34	28
N>Fe>Ca>K>Mg>Cu>P>Zn>Mn	189.23	79.97	45.16	5.05	38.52	24.14	24.22	59.64	-23.76	29
P>K>N>Fe>Ca>Mg>Cu>Mn>Zn	90.26	141.94	53.38	-9.77	-2.79	-5.55	-15.43	-37.65	-14.31	30
N>P>K>Mn>Mg>Ca>Zn>Fe>Cu	-7.42	27.23	91.73	31.64	18.27	24.04	-8.82	-10.79	-26.38	31
Mg>Ca>P>Fe>K>N>Cu>Mn>Zn	44.29	110.30	28.73	-24.59	-36.81	-33.31	-19.39	-24.69	-12.91	32
Mg>K>Mn>P>Fe>N>Cu>Ca>Zn	-9.34	53.60	-1.40	-2.36	-17.10	1.06	-10.14	-2.90	-1.76	33
Mn>Cu>K>Mg>N>Fe>P>Ca>Zn	-52.75	44.37	-39.74	-5.84	-18.72	17.53	-24.68	1.60	-10.36	34
Mn>K>Mg>N>P>Fe>Ca>Cu>Zn	-45.09	319.28	116.38	-4.10	-11.70	1.26	-41.85	-4.78	-11.52	35
Mn>N>Ca>Mg>Fe>P>K>Zn>Cu	-54.03	90.52	146.50	39.49	9.09	5.74	53.29	46.87	-6.87	36
Mg>Ca>Mn>Cu>Fe>N>K>Zn>P	-23.38	25.26	-6.88	-2.36	-41.94	-31.78	7.04	35.79	5.43	37
Mn>N>Mg>Ca>K>Cu>P>Fe>Zn	-22.11	174.90	31.47	60.41	7.47	13.97	16.29	35.22	-20.11	38

ادامه جدول ۴. مقادیر شاخص‌های DOP در کشت دوم و اولویت کمبود عناصر غذایی

اولویت کمبود عناصر غذایی	Mn(P.P.M)	Zn(P.P.M)	Cu(P.P.M)	Fe(P.P.M)	Mg(%)	Ca(%)	K(%)	P(%)	N%	شماره
K>Fe>N>P>Mg>Zn>Cu>Ca>Mn	57.70	10.09	20.51	-9.77	7.47	26.98	-40.53	2.02	-9.66	39
K>Mg>N>Ca>Fe>Zn>P>Cu>Mn	38.55	4.16	20.51	3.75	-21.69	-7.18	-33.93	14.38	-11.05	40
K>Mg>N>Ca>P>Fe>Mn>Cu>Zn	97.93	276.43	130.07	4.62	-16.56	-1.08	-33.93	0.10	-2.00	41
Cu>N>Mn>Mg>Ca>K>P>Fe>Zn	-2.31	94.48	-12.35	69.57	10.17	16.72	29.51	51.56	-9.43	42
K>N>Mg>Zn>Ca>Mn>Fe>P>Cu	0.24	-5.07	67.07	6.36	-10.35	-4.33	-27.32	9.12	-18.25	43
N>Cu>Mn>K>P>Ca>Mg>Zn>Fe	7.26	39.76	-4.14	46.90	29.61	24.54	16.29	21.89	-24.29	44
Mn>Mg>K>Ca>P>N>Fe>Zn>Cu	-34.24	10.09	176.63	-0.18	-23.58	-16.83	-23.35	-9.85	-7.11	45

جدول ۵. وضعیت تغذیه‌ای گلخانه‌های تعیین وضعیت شده

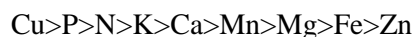
کشت دوم (۳۳ گلخانه تعیین وضعیت شده)				کشت اول (۲۵ گلخانه تعیین وضعیت شده)				عناصر اندازه‌گیری شده
بیش بود		کمبود		بیش بود		کمبود		
درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	
۱۵/۲	۵	۸۴/۸	۲۸	۴۰	۱۰	۶۰	۱۵	N
۵۱/۵	۱۷	۴۸/۵	۱۶	۳۶	۹	۶۴	۱۶	P
۲۱/۲	۷	۷۸/۸	۲۶	۲۸	۷	۷۲	۱۸	K
۶۶/۷	۲۲	۳۳/۳	۱۱	۶۸	۱۷	۳۲	۸	Ca
۵۴/۶	۱۸	۴۵/۴	۱۵	۵۲	۱۳	۴۸	۱۲	Mg
۵۷/۶	۱۹	۴۲/۴	۱۴	۵۶	۱۴	۴۴	۱۱	Fe
۵۴/۶	۱۸	۴۵/۴	۱۵	۲۸	۷	۷۲	۱۸	Cu
۸۸	۲۹	۱۲	۴	۳۶	۹	۶۴	۱۶	Zn
۵۴/۶	۱۸	۴۵/۴	۱۵	۴۸	۱۲	۵۲	۱۳	Mn

توصیه ترویجی

برگ از انتهای بوته می باشد) یک گلخانه خیار در کشت پائیزه که در جدول ۶ نشان داده شده است مقادیر DOP محاسبه و در جدول ۶ نشان داده شده است.

بر همین اساس اولویت یا ترتیب نیاز غذایی در این

گلخانه بدین ترتیب می باشد:



در این مورد خاص بیشترین عدم تعادل و کمبود مربوط به عنصر مس میباشد که در عمل و برای توصیه نهایی باید به سایر موارد نیز توجه کرد مثلاً در منطقه مورد بررسی تاکید زیادی بر محلول پاشی عناصر کم مصرفی بویژه روی، آهن و منگنز میشود ولی کودهای مصرفی معمولاً حاوی مس نیستند پس منفی بودن شاخص مس هم میتواند ناشی از کمبود آن و هم ناشی از افزایش غلظت سایر عناصر کم مصرف است و در نهایت توصیه می شود در برنامه کودی ضمن کنترل مصرف سایر عناصر کم مصرف و کاهش دفعات محلول پاشی - آن ها، مس را نیز در برخی از دفعات محلول پاشی قرار داد.

در این بخش و به عنوان مثال با استفاده از نتایج تجزیه نمونه برگ (بهترین برگ برای نمونه برداری در زمان تولید میوه اولین برگ بالغ که معمولاً پنجمین شاخص DOP برای عنصر ازت به صورت زیر محاسبه شده است:

$$\text{DOP} = - ۱۰/۷۳ - ۱۰۰ \dots\dots\dots ((۴/۴۹ * ۱۰۰) / ۵/۰۳) - ۱۰۰$$

DOP =

منفی بودن عدد شاخص بدست آمده نشان میدهد این گلخانه دارای کمبود نیتروژن است که باید برای رفع آن اقدام کرد. به همین ترتیب میتوان شاخص را برای کلیه عناصر محاسبه نمود. نتایج این محاسبه در جدول ۲ آمده است. همان گونه که ذکر شد اعداد منفی تر بیانگر کمبود بیشتر عنصر غذایی و اعداد مثبت تر بیانگر بیش بود بیشتر این عناصر و اعداد صفر بیانگر وضعیت متعادل عناصر غذایی مربوطه نسبت به غلظت های مرجع می باشند که بر اساس این اعداد اولویت یا ترتیب نیاز این عناصر غذایی به دست می آید.

جدول ۶. نتایج تجزیه نمونه برگ خیار گلخانه و مقادیر شاخص های DOP محاسبه شده

عنصر	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
	ppm								
	%								
غلظت در برگ خیار	۴/۴۹	۰/۳۶	۳/۴۵	۲/۷۴	۱/۲۵	۱۰۳/۵	۷/۵	۹۷/۵	۷۴/۵
شاخص DOP	-۱۰/۷۳	-۳۵/۷۱	-۰/۲۹	۲/۲۴	۲۰/۱۹	۲۷/۹۴	-۴۴/۸۱	۳۰/۹۶	۳/۹۴

با رفع محدودیت عناصر اصلی مانند نیتروژن، فسفر و عنصر مس و افزایش رشد و محصول ناشی از آن شاخصهای سایر عناصر که در حالت فعلی بیش بود را نشان میدهد، به حالت تعادل نزدیک تر (به صفر) شود. همان‌گونه که در این مثال نشان داده شد با استفاده از روش DOP اعداد تجزیه برگ که در گلخانه‌های از مهمترین ابزار بررسی وضعیت تغذیه‌ای به شمار می‌روند از حالت مطلق خارج شده و اطلاعات زیادی را به کارشناس ارائه می‌کنند ولی توصیه نهایی پس از بررسی وضعیت خاک، عملکرد بوته‌ها، وجود احتمالی علائم کمبود و مدیریت تغذیه‌ای توسط کارشناس مربوطه به همراه گلخانه‌دار ارائه می‌شود.

مدیریت مصرف فسفر نیز با توجه به اهمیت آن باید بازنگری شود. خاک‌های استان عموماً آهکی بوده قدرت تثبیت بالای فسفر را دارند و مصرف زیاد عناصر کم مصرف نیز میتواند در جذب و انتقال این عنصر اثر منفی داشته باشند. پس در مورد فسفر هم میزان و هم روش مصرف باید بازنگری شود. تعادل دو عنصر پتاسیم و منیزیم در محصول خیار اهمیت زیادی دارد. این گیاه نیاز فراوانی به پتاسیم داشته و مصرف بالای پتاسیم میتواند بر جذب منیزیم اثر منفی داشته باشد. در مورد این گلخانه افزایش مقادیر متوسط پتاسیم علاوه بر بالا بردن شاخص آن باعث کاهش شاخص منیزیم و تعادل بیشتر این دو عنصر خواهد شد. نکته مهم دیگر این که

منابع مورد استفاده:

تدین نژاد، مسعود، علی اصغر شهبابی و نرگس مشکل گشا. ۱۳۸۷. تعیین وضعیت تغذیه‌ای خیارسیز گلخانه‌ای توسط روش انحراف از درصد بهینه (DOP) در برخی از گلخانه‌های اصفهان. اصفهان: مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، ۸۴۰۰۹-۰۰۰۰-۰۶-۰۰۰۰-۱۸۰۰۰۰-۰۳۶-۰۲.

دردی پور، اسماعیل، پروین امامی و عبدالحمید دریاشناس. ۱۳۹۱. ارزیابی تعادل تغذیه‌ای در باغ‌های هلو با روش انحراف از درصد بهینه (DOP). مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، ۲ (۱). ص ۷۹-۹۴

سنایی استوار، آزاده، امیرحسین خوشگفتار و محمدهادی میرزاپور. ۱۳۸۹. برخی ویژگی‌های کیفی و وضعیت تغذیه‌ای خیار گلخانه‌ای در استان قم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی - علوم آب و خاک، ۱۴ (۵۴)، ص ۱۱۳-۱۳۳

عقیلی، فروغ، امیرحسین خوشگفتار، مجید افیونی، مصطفی مبلی، مهناز پیرزاده و آزاده سنایی استوار. ۱۳۸۹. وضعیت تغذیه‌ای خیار و فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای در استان اصفهان. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، سال اول شماره چهارم، ص ۳۵-۴۳

ملکوتی، محمدجعفر. (۱۳۷۷). روش جامع تشخیص و مصرف بهینه کودهای شیمیایی. چاپ سوم انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، نشریه شماره ۲، دانشگاه تربیت مدرس. تهران. ایران.

Maene Luc, M., and Angela, B. Olegario. 2009. Challenges for plant nutrition management: fertilizer Industry,s viewpoint sacramento, California.

Miller Robert, O. 2008. Current and future soil test Colorado state university fort Collins co: Jan. 25, 2008 flickr. Comphotos/jimmediart/5854029985.

Montanes, L, L.Heras, J.Abadla and M. Sanz. 1993. Plant analysis interpretation based on a new index: deviation from optimum percentage (DOP). *J. Plant Nutr.* 16(7), 1289-1308.

Tisdale, S.L., W.L. Nelson and J.D. Beaton. 1993. Soil fertility and fertilizer. Macmillan USA

Introduction of DOP index and its use for interpretation of results of leaf decomposition of greenhouse cucumber

Mohammad Zaremehrdi¹, Ahmad Reza Okhovatian Ardakani², Farhad Dehghani³

1,2 Soil and Water Research Department, Yazd Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Yazd, Iran

3 National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran

*Corresponding author: zare_mehrdi@yahoo.com

Abstract

Plant analysis one of the most useful available tools to assess the nutritional status of agricultural products. Practical significance of fertilizer recommendations is related to the accuracy and validity of plant analysis results interpretation. DOP is one of the methods presented for interpretation of plant analysis results. Based on this method the priority or order of nutrients deficiency is obtained. In order to assess the nutritional balance using DOP method and to define standard norms for nutrients, the leaves samples from 96 cucumber greenhouses of Yazd province in two consecutive growth seasons were collected and then nutrients concentration was measured. Using nutrients concentration in high yielding greenhouses, the standard concentration (Cref) was obtained for N, P, K, Ca and Mg elements in fall planting and Spring Planting (sowing) was 5.30, 0.56, 3.46, 2.68, 1.04 and 5.02, 0.75, 3.6, 2.46, 0.93 percent respectively. As well as Fe, Cu, Zn and Mn amounts in fall planting and spring planting Cref was 80.9, 13.59, 74.45, 71.88 and 114.7, 18.26, 75.85, 78.31 PPM respectively. DOP index was calculated for low yielding greenhouses using above concentrations. Then based on this index value, the priority or the order of nutrient requirement was obtained. Absolute value of DOP index for all element measurements was greater than zero, indicating an imbalance of nutrition. Over 60 percent of studied greenhouses showed deficiency in nitrogen, phosphorus and potassium.

Keywords :Plant Analysis, Nutrients Status, Greenhouse Cucumber, Deviation from Optimum percent (DOP), norm values