

کاربرد کلروفیل سنج جهت اندازه گیری سریع نیتروژن برگ سیب زمینی و توصیه کودی (مطالعه موردی: شمال خوزستان)

اکبر گندمکار*^۱

^۱ مربی پژوهشی، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

* آدرس پست الکترونیک نویسنده مسئول: (Email: deligani@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۱۲

تاریخ انجام اصلاحات: ۱۳۹۸/۴/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۱۶

چکیده

استفاده از دستگاه‌های قابل حمل (همراه) نظیر کلروفیل سنج، شوری سنج، رطوبت سنج، پهپاد و ... توسط کشاورزان پیشرو رایج است. تعیین شدت سبزینه برگ توسط دستگاه کلروفیل سنج از روش‌های ساده و کاربردی به منظور تعیین نیاز به نیتروژن و زمان کاربرد آن برای گیاهان زراعی از جمله سیب زمینی می‌باشد. سنجش کلروفیل و اندازه گیری میزان نیتروژن برگ در سه مرحله چهاربرگی، شش برگی و گل دهی بایستی انجام گیرد. برای نمونه در کشت زمستانه سیب زمینی رقم کوزیما (منطقه شمال خوزستان)، در مرحله چهاربرگی اگر نسبت میانگین سنجش کلروفیل سنج به حد آستانه‌ای "۵۶/۱" کمتر از ۰/۹۵ باشد، کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (معادل ۲۰۰ کیلوگرم اوره) در مراحل خاکدهی و گلدهی توصیه می‌گردد. در چنین شرایطی استفاده از ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هر هکتار هنگام کاشت نیز ضروری است. کاربرد بیش از ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (معادل ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره) اثری در افزایش تولید محصول نداشته و علاوه بر زیان اقتصادی، موجب آلودگی غده‌ها و آثار زیان بار آلودگی خاک و آب نیز می‌گردد. کاربرد به اندازه نیتروژن سبب افزایش معنی دار نسبت غده‌های بازارپسند گردید. توصیه می‌شود برای هر منطقه و محصول، دستگاه به طور جداگانه واسنجی (کالیبره) شود. یعنی همزمان با قرائت کلروفیل سنج، نمونه برگ نیز تهیه و درصد نیتروژن آن اندازه گیری شود یا از روش مقایسه‌ی ناحیه کود خورده با بقیه مزرعه استفاده گردد.

واژه‌های کلیدی: اوره، برگ، سنجش سبزینه، نترات، سیب زمینی

مقدمه

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum*) یکی از منابع عمده غذایی انسان می‌باشد. عملکرد سیب‌زمینی همبستگی بالایی با کاربرد نیتروژن داشته و این عنصر به‌عنوان گلوگاه رشد در بین عناصر ضروری شناخته شده است. محاسن کلروفیل‌سنج^۱ بدین ترتیب بیان شده که کلروفیل برگ وابسته به نیتروژن بوده و یک آزمون واقعی در مزرعه با دقت بالا، سادگی استفاده و نتایج سریع می‌باشد و معایب این دستگاه را بدین ترتیب می‌توان برشمرد: قیمت اولیه بالا، نسبی بودن قرائت‌های صورت گرفته و نبودن مقادیر استاندارد و لزوم وجود یک ناحیه خوب کوددهی شده در هر مزرعه به‌عنوان استاندارد جهت مقایسه کردن (۸، ۶، ۳، ۲). بلاکمر و شیپرز^۲ (۲۰۱۳) گزارش نمودند که کلروفیل‌سنج، ابزار مناسبی جهت مدیریت نیتروژن در کودآبیاری مزارع ذرت است و با این وسیله می‌توان از بروز کمبود و مصرف بی‌رویه کودهای نیتروژنه جلوگیری نمود (۳). جمیسون و ویلیامز^۳ (۲۰۰۲) حد ۳۷/۹ (SPAD units) را در مرحله چهاربرگی، جهت سیب‌زمینی رقم Yukon gold با استفاده از کلروفیل‌سنج دستی به‌دست آوردند (۷). هانیکوت و تروستی^۴ (۱۹۹۸) اظهار داشتند که عملکرد سیب‌زمینی همبستگی بالایی با تغذیه نیتروژن دارد (۶). از آنجا که سبزینه برگ و عملکرد غده همبستگی زیادی را در اوایل فصل رشد دارند (۳۳ تا ۴۲ روز پس از

کاشت)، این همبستگی به‌معنای تصحیح کمبود نیتروژنه (با استفاده از کلروفیل‌سنج) قبل از شروع به رشد غده‌ها می‌باشد. منبع اصلی ذخیره نیتروژن در خاک، مواد آلی است. پیترسون^۵ (۱۹۹۳) و اولیویر و همکاران^۶ (۲۰۱۶) برای ارزیابی وضعیت نیتروژن خاک‌هایی که از محتوای مواد آلی مطلوب برخوردارند (نظیر خاک‌های حاشیه دریای خزر در استان‌های گیلان، مازندران و گلستان)، استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج را به شرح ذیل توصیه نموده‌اند (۸ و ۷): در هر مزرعه یک قطعه با کوددهی کافی جهت مقایسه لازم است. این قطعه می‌تواند مساحتی برابر ۳۰ مترمربع یا بزرگتر داشته باشد و با دست یا ماشین‌آلات کوددهی شود. قطعه انتخابی بایستی شاخص مزرعه باشد. هر هفته (تا مرحله گلدهی سیب‌زمینی) سنجش توسط کلروفیل‌سنج صورت گرفته و در صورتی که نسبت میانگین قرائت کلروفیل‌سنج در منطقه کودنخورده به میانگین سنجش در منطقه کودخورده برابر یا بیش از عدد ۰/۹۵ بود، نیازی به مصرف کود نیتروژن نمی‌باشد. ولی اگر این نسبت کمتر بود، بایستی مقدار کود نیتروژنه لازم را بر اساس آزمون خاک و توصیه‌های کارشناسی در هر ناحیه مورد استفاده قرار داد. در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک (بیشتر خاک‌های ایران) که از نظر مواد آلی فقیر هستند (سعادت، ۱۳۸۹)، بایستی مقدار پایه کود نیتروژنه را به کار برد (۱).

⁴- Honeycutt & Trusty

⁵- Peterson

⁶- Olivier et al.,

¹- Chlorophyllmeter, Minolta SPAD-502

²- Blackmer & Schepers

³- Jemison & Williams

ضرورت و اهمیت

استفاده از فن آوری‌های روز دنیا مانند کاربرد ابزارهای جدید، نرم‌افزارهای هوشمند تلفن همراه و دستگاه‌هایی که در خاک دفن شده و خصوصیات خاک را از طریق ماهواره ارسال و در پایان عمر تجزیه می‌شوند، روز به روز در حال افزایش است. در این میان کلروفیل سنج به‌عنوان دستگاهی کارآمد جهت سنجش درجه سبزی‌نگی گیاه در برگ مورد استفاده قرار گرفته و این شاخص را به‌صورت عددی نمایش می‌دهد. با استفاده از کلروفیل سنج دستی و اندازه‌گیری کلروفیل برگ می‌توان براحتی و بسرعت وضعیت تغذیه نیتروژن گیاه را برآورد نمود. کمبود نیتروژن سبب عدم تحقق عملکرد اقتصادی می‌گردد. مصرف بیش از حد نیتروژن نیز مشکل تجمع نیترات در غده‌ها و آلودگی خاک و آب را در بر خواهد داشت. گزارش شده است که ۷۰ تا ۸۰ درصد جذب نیتروژن در سیب‌زمینی رقم راست بوربان در فاصله ۲۰ تا ۶۰ روز پس از سبز شدن صورت می‌گیرد. وجود نیتروژن قابل جذب در این فاصله برای تولید اقتصادی بسیار مهم است. اهداف این تحقیق تعیین مقدار و زمان کاربرد نیتروژن و واسنجی (کالیبراسیون) دستگاه کلروفیل سنج در گیاه سیب‌زمینی بود.

دستورالعمل کاربردی

بر اساس نتایج این تحقیق، استفاده از ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (که از منبع کود اوره قابل تأمین

است) به‌منظور تأمین متعادل نیتروژن در مزارع سیب‌زمینی شمال خوزستان که با کمبود نیتروژن مواجهند، مد نظر قرار گیرد. ابزار تشخیص کمبود نیتروژن، استفاده از دستگاه کلروفیل سنج بوده و لازم است یک سوم کود نیتروژنه هنگام کاشت و مابقی در دو بخش در مراحل خاک‌دهی و گل‌دهی مورد استفاده قرار گیرد. عناصر غذایی پتاسیم، منگنز و روی بر اساس آزمون خاک از منابع سولفات پتاسیم، سولفات منگنز و سولفات روی قبل از کاشت و به‌صورت نواری در کنار پشته‌ها به‌صورت یکنواخت توزیع شوند. رقم مورد استفاده سیب‌زمینی بر اساس شرایط منطقه و وضعیت آب و هوایی به‌صورت بذر تولیدشده از مینی تیوبر تأمین گردد؛ توصیه می‌شود در شرایط آب و هوایی و اقلیمی شمال استان خوزستان (جنوب‌غربی ایران) از رقم کوزیما استفاده شود. بذور در عمق ۱۰ سانتیمتری مرکز پشته‌هایی به عرض ۸۰ سانتیمتر کشت شوند. لازم است وجین علف‌های هرز در چندین مرحله صورت گیرد و سپس خاک‌دهی پای بوته‌ها انجام شود. با رعایت تناوب (چغندر قند، غلات، بقولات، سیب‌زمینی، آیش) در زمین انتخابی، می‌توان از کاربرد سموم علف‌کش، آفت‌کش و... خودداری نمود. ارزیابی میزان کلروفیل در مراحل چهاربرگی، شش‌برگی و گلدهی با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج انجام شود. نحوه انجام قرائت بدین ترتیب است که بوته‌های مختلف از چندین نقطه از مزرعه (برگ‌های جوان بالغ) انتخاب و سنجش کلروفیل در آن‌ها صورت گرفته و پس از میانگین‌گیری، عدد نهایی برای آن‌ها منظور شود.

نتایج کاربردی

۱- ارتباط سطوح کود نیتروژنه با غلظت نیتروژن در برگ

چنانکه در شکل ۱ مشاهده می‌شود درصد نیتروژن برگ در اثر اعمال تیمار ۵۰ گرم نیتروژن خالص در مقایسه با تیمار شاهد به شدت افزایش نشان داد و شیب زیاد منحنی در این دو تیمار بیانگر این موضوع است. از سوی دیگر ارتباط بسیار نزدیک و معنی‌داری بین غلظت نیتروژن کل برگ در مراحل چهاربرگی، شش‌برگی و گل‌دهی با سطوح کاربرد کود نیتروژنه در خاک وجود دارد. با کاربرد کود اوره، مقدار نیتروژن برگ در مرحله‌ی شش‌برگی از ۳/۷ به ۵ درصد رسیده است (شکل ۱). همان‌طور که در منابع آمده است، گلدهی مهمترین مرحله رشد غده سیب‌زمینی است. بنابر قانون منبع و مقصد (sink and source) و همچنین قانون بقاء نسل، غده در اولویت جذب املاح و مواد غذایی است از اینرو مقدار نیتروژن برگ در مرحله گلدهی نسبت به سایر مراحل چهار و شش‌برگی کاهش می‌یابد.

۲- ارتباط نیتروژن برگ با عدد کلروفیل سنج

اثر کاربرد مقادیر مختلف کود نیتروژنه بر تغییرات درصد نیتروژن برگ و اعداد حاصل از قرائت کلروفیل‌سنج در شکل ۲ ارائه شده است. روند تغییرات درصد نیتروژن برگ و عدد کلروفیل‌سنج همانند یکدیگر می‌باشد. ضریب‌های همبستگی نیتروژن کل برگ و قرائت کلروفیل‌سنج در مراحل گل‌دهی برابر ۰/۸۵، چهاربرگی برابر ۰/۸۴ و شش‌برگی برابر ۰/۸ به‌دست آمدند. همبستگی بالای نیتروژن برگ و قرائت کلروفیل‌سنج (خصوصاً در مراحل اولیه رشد) حاکی از آن است که دستگاه کلروفیل‌سنج ابزاری مناسب

جهت مدیریت نیتروژن در مزارع سیب‌زمینی است و می‌تواند به‌عنوان ابزاری کارآمد و جایگزین به جای تجزیه برگ باشد.

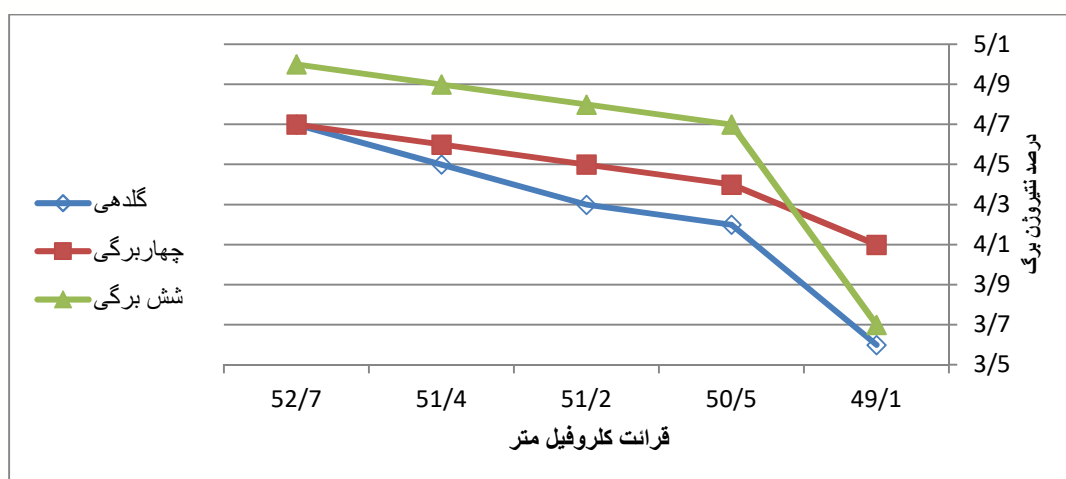
۳- ارتباط سطوح کود نیتروژنه و مرحله رشد با عدد کلروفیل‌سنج

بررسی نتایج نشان داد که بیشترین اعداد کلروفیل‌سنج در مرحله چهاربرگی و کمترین اعداد کلروفیل‌سنج در مرحله گلدهی به‌دست آمد. میزان سنجش مربوطه از مرحله چهاربرگی به شش‌برگی بین ۳ تا ۵ واحد و از مرحله شش‌برگی به گل‌دهی بین ۵ تا ۹ واحد کاهش نشان داد (شکل ۳). این امر می‌تواند به دلیل رقیق شدن شیره گیاه و استفاده غده‌ها از ذخایر نیتروژن شاخ و برگ، جهت رشد و نمو باشد (۵ و ۴). افزایش عدد کلروفیل‌سنج در برگ شاهد در مقایسه با سایر تیمارها نیز به دلیل تأمین متعادل نیتروژن برگ تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هر هکتار است و بعد از آن عدد مربوطه کاهش می‌یابد.

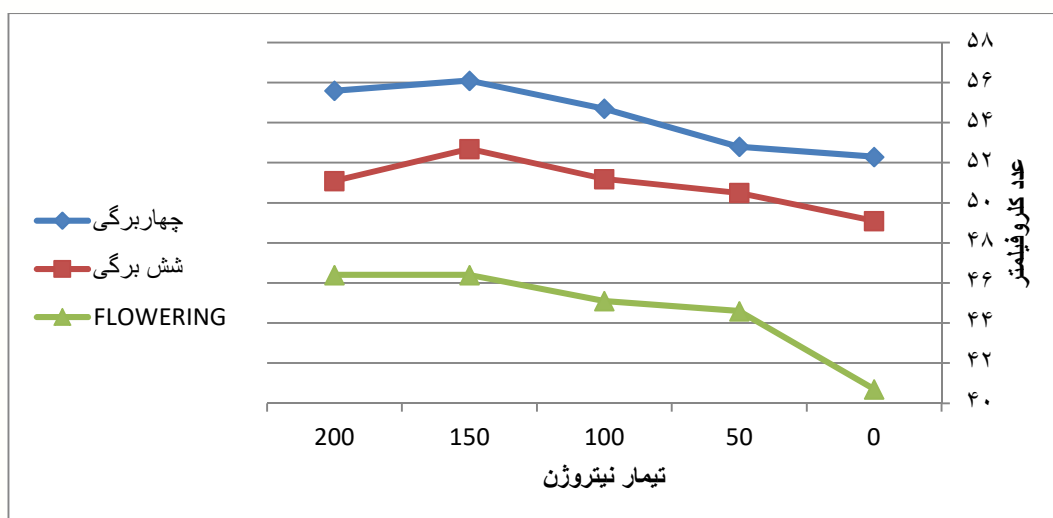
در خاک‌های معدنی از میان عناصر غذایی، نیتروژن به‌عنوان گلوگاه رشد گیاه شناخته شده است. ارتباط بسیار نزدیک و معنی‌داری بین عملکرد غده و نسبت غده‌های بازارپسند (وزن غده بیش از ۸۵ گرم) با مقدار نیتروژن قابل توصیه وجود دارد (جدول ۱). در نتیجه کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص، عملکرد غده‌ای معادل ۲۹/۶ تن در هکتار گردید. بیشترین میزان همبستگی عملکرد و نیتروژن کل برگ در مرحله چهاربرگی برابر ۰/۹ به‌دست آمد. ضرایب همبستگی عملکرد و نیتروژن برگ در مرحله شش‌برگی ۰/۸ و مرحله‌ی گل‌دهی ۰/۷ به‌دست آمد. قرائت کلروفیل‌سنج نیز بیشترین همبستگی (۰/۹۲) را با عملکرد در مرحله چهاربرگی نشان داد.



شکل ۱- نمودار رابطه مقدار نیتروژن خالص (کیلوگرم در هکتار) با نیتروژن برگ (درصد) به تفکیک مراحل رشد گیاه سیب زمینی



شکل ۲- نمودار رابطه درصد نیتروژن برگ و قرائت کلروفیل سنج به تفکیک مراحل رشد گیاه سیب زمینی



شکل ۳- نمودار رابطه مقدار نیتروژن خالص (کیلوگرم در هکتار) با عدد کلروفیل سنج به تفکیک مراحل رشد گیاه سیب زمینی

جدول ۱- اثر سطوح تیمارهای کود اوره بر عملکرد و کیفیت غده‌های سیب‌زمینی

وزن غده (کمتر از ۸۵ گرم)	وزن غده (۱۷۰-۸۵ گرم)	وزن غده (۱۷۰-۳۴۰ گرم)	عملکرد غده (تن در هکتار)	تیمار نیتروژن خالص (کیلوگرم در هکتار)
۲/۲۳a	۴/۳b	۷/۳b	۱۳/۸۳d	۰
۱/۹۶a	۸/۴ab	۷/۸b	۱۸/۱۴cd	۵۰
۲/۷a	۷/۵ab	۱۰/۶ab	۲۱/۸۳bc	۱۰۰
۳/۰a	۹/۶ ab	۱۷/۰a	۲۹/۶۳a	۱۵۰

* اعداد هر ستون که در یک حرف مشترک می‌باشند، در آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند.

توصیه ترویجی

کاربرد صحیح کودهای نیتروژنه تولید محصولات کشاورزی اقتصادی نخواهد بود.

در کنار استفاده از کودهای شیمیایی نیتروژنه می‌توان از کودهای آلی نیز استفاده نمود. جهت تحقق این امر در مرحله تهیه بستر، بایستی از کمپوست کودهای آلی استفاده شود. این کودها حدود سه درصد نیتروژن دارند. یعنی اگر از ده تن در هکتار کود دامی استفاده شود، حدود ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن آلی به خاک اضافه خواهد شد. بررسی‌های انجام شده نشان داده است که ۳۰ درصد نیتروژن آلی در سال اول در خاک معدنی می‌گردد (۳).

به‌عبارت دیگر در نتیجه استفاده از ۱۰ تن کود آلی در هر هکتار و در نتیجه معدنی‌شدن نیتروژن، در سال اول حدود ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از کود آلی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و ۵۰ کیلوگرم باقی‌مانده نیتروژن مورد نیاز گیاه، باید از منابع کود شیمیایی نیتروژنه تأمین گردد.

همبستگی بالای نیتروژن برگ و سنجش کلروفیل-سنج (خصوصاً در مراحل اولیه رشد) نشان می‌دهد که دستگاه کلروفیل‌سنج می‌تواند ابزار مناسبی جهت مدیریت نیتروژن در مزارع سیب‌زمینی باشد. عوامل مؤثر بر قرائت‌های کلروفیل‌سنج شامل رقم، مرحله رشد، آفات و بیماری‌ها، درجه حرارت، تنش‌های رطوبتی، نور خورشید و غیره می‌باشند. از اینرو این دستگاه باید برای هر ناحیه واسنجی (کالیبره) شود. بر پایه نتایج تحقیق حاضر در کشت زمستانه سیب‌زمینی رقم کوزیما (منطقه شمال خوزستان)، در مرحله چهاربرگی اگر نسبت میانگین سنجش کلروفیل‌سنج به حد آستانه‌ای (۵۶/۱) کمتر از ۰/۹۵ باشد، توصیه می‌شود از ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (معادل حدود ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره) در سه قسمت طی مراحل کاشت، چهاربرگی و گلدهی استفاده گردد. به‌دلیل پائین بودن محتوای ماده آلی خاک در قالب نقاط کشور، بدون

مراجع

5- Gianquinto, G., Sambo, P. and Bona, S. 2013. The use of SPAD-502 chlorophyllmeter for dynamically optimizing the nitrogen supply in potato crop: A methodological approach. ISHS, Acta horticulture 607: IX.

6- Honeycutt, C.W. and Trusty, G.M. 1998. Leaf chlorophyll relationships with N status, yield and specific gravity in potatoes. Plant protection research, US nutrition LAB, TOWE.

7- Jemison, M. and Williams, M. 2002. Potato grain study. Crop science, 79(2), 399-405.

8- Olivier, M., Goffart, J.P. and Lednt, J.F. 2016. Threshold value for chlorophyllmeter as decision tool for nitrogen management of potato. agronomy journal, 98(3),496-506.

9-Peterson, T.A. 1993. Using a chlorophyllmeter to improve N management. Institute of agriculture and natural resources, University of Nebraska-Lincoln, no. G93-1171-USA.

۱- سماوات، س. ۱۳۸۹. نقش مدیریت مواد آلی خاک در حاصلخیزی خاک (مسایل و محدودیتها). اولین کنگره چالش‌های کود در ایران: نیم قرن مصرف کود، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.

2- Bierman, P. 2002. Quick-test for monitoring plant N & K nutritional status and managing fertilizer Applications. OSU. Piketon research & extension center. Alliance of crop, soil and environmental science society, ACSESSE, DL (digital library).

3- Blackmer, T.M. and Schepers, J.S. 2013. Use of a chlorophyllmeter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn. Journal of production agriculture, 8(1),56-60.

4- Francis, Z. and Rosen, C.J. 2001. Evaluation of polyolefin-coated urea for potato production on a sandy soil. HortScience, 36(6),1057-1060.