مجله زارعت و اصلاح نباتات
جلد ۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰
صفحات ۶۵-۵۵

استفاده از کلروفیل متر دستی (SPAD) برای تشخیص کمبود نیتروژن در چغندرقند

Using of chlorophyll meter for recognize nitrogen deficiency in sugar beet

شادی جواهری[۱]، محمد عبداالهیان نوقابی[۲]، علی کاشانی[۱]، داوود حبیبی[۱] و حمید نوشاد[۲]

چکیده

این تحقیق به‌منظور بررسی امکان استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر دستی (SPAD) برای تعیین نیاز به کود نیتروژن سرک و زمان مناسب مصرف آن در سال ۱۳۸۶ در مزرعه‌ی تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات چغندر قند واقع در کمال‌آباد کرج در قالب طرح اسپلیت پلات در زمان برپایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار اجرا گردید. مقادیر نیتروژن پیش کاشت از منبع اوره در مقادیر(۱۲۰، ۱۶۰، ۲۰۰ و۲۴۰) کیلوگرم در هکتار همراه با شاهد (بدون مصرف نیتروژن) به عنوان عامل اصلی و مراحل رشدی به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. اعداد کلروفیل توسط دستگاه کلروفیل‌متر دستی در برگ شماره ۵ طی پنج مرحله رشدی چغندرقند بر اساس تعداد برگ در بوته چغندرقند شامل مراحل: (۲۰-۱۸ و ۱۸-۱۵،۱۵-۱۲،۱۲-۶، ۶-۳) برگی قرائت شدند. در همان برگ‌هایی که قرائت کلروفیل‌متر صورت گرفته بود غلظت نیتروژن کل برگ (روش کجلدال) اندازه گیری شد. نتایج تجزیه رگرسیونی برای کلیه مراحل رشد در برگ شماره‌ی ۵ نشان داد که بالاترین همبستگی معنی‌دار بین اعداد قرائت شده از کلروفیل متر (SPAD) و میزان نیتروژن در واحد سطح و وزن برگ و میزان نیتروژن کل برگ (T.N٪) در مرحله ۱۵-۱۲ برگی وجود داشت. همچنین نتایج این آزمایش نشان داد که اعداد کلروفیل‌متر تحت تأثیر مراحل رشد و زمان نمونه‌برداری و میزان کود نیتروژن مصرفی قرار می‌گیرد و کمترین عدد قرائت شده از کلروفیل‌متر مربوط به تیمار عدم مصرف نیتروژن در مرحله (۶-۳) برگی بود. حد آستانه قرائت شده از کلروفیل‌متر که به عنوان معیاری برای مقایسه و سنجیدن وضعیت نیتروژن می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد، در این تحقیق در مرحله ۱۵-۱۲ برگی معادل ۳۹/۱ برآورد شد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده کلروفیل‌متر با مطالعات بیشتر در آینده می‌تواند به عنوان یک روش ساده، سریع و غیرتخریبی برای تخمین کمبود نیتروژن، در مرحله ۱۵-۱۲ برگی در چغندرقند مورد استفاده قرار گیرد و پیش‌بینی نیاز کود نیتروژن را در چغندرقند فراهم آورد.

واژه های کلیدی: چغندرقند، حد آستانه، کلروفیل متر، نیتروژن کل، مرحله رشدی

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج ،گروه زراعت و اصلاح نباتات، کرج، ایران.
۲- موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، کرج، ایران.

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

به‌دلیل ارزش اقتصادی گیاه چغندرقند، برای تامین شکر تولید این گیاه از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به اینکه نیتروژن یکی از مهمترین عناصر غذایی برای بهینه کردن عملکرد چغندرقند به شمار می آید، ارائه‌ی روشی مناسب و دقیق برای توصیه کود نیتروژن به منظور جلوگیری از افزایش بی‌رویه مصرف کود نیتروژن که موجب اُفت کیفیت ریشه و کاهش درصد قند و آلودگی های زیست محیطی می گردد، امری ضروری به نظر می‌رسد. برای تشخیص کمبود نیتروژن، تاکنون روش‌های مختلفی مانند؛ تجزیه خاک و تجزیه گیاه متداول بوده که غالبا پر هزینه و وقت گیر می باشند. با توجه به نتایج تحقیقات بسیاری از محققان از جمله ماداکادزی و همکاران (Madakadze et al., 1999)، زی بارد و همکاران (Zebarth et al., 2002) آرجنتا و همکاران (Argenta et al., 2004)، اسشیلمر و همکاران (Schlemmer et al., 2005) و همچنین این واقعیت که ۷۰ درصد از نیتروژن برگ در کلروپلاست ها انباشته می‌شود، نتیجه گرفته می شود که میزان کلروفیل و میزان نیتروژن در گیاهان ارتباط نزدیکی با هم دارند. استفاده از کلروفیل متر دستی برای پی بردن به وضعیت نیتروژن در گیاهان متعددی از جمله برنج، توسط پنگ و همکاران (Peng et al., 1999) و در ذرت، توسط بریدمایر (Bredmeier, 2005) گزارش شده است. در همین رابطه مطالعاتی نیز در چغندرقند توسط برخی از محققان از جمله ممبلی و همکاران (Mambelli et al., 1999)، تاگنولی و بتنی (Tugnoli and Bettini., 2000)، سکستون و همکاران (Sexton et al., 2002)، جوزف یووا و همکاران (Jozefvova et al., 2003)، بکوا و پالکرابک (Beckova and Pulkrabek, 2005)، وان ایرد و همکاران (Van Eerd et al., 2007)، تسالتاس و همکارانش (Tsialtas et al., 2008) صورت گرفته است. نتایج بدست آمده از این تحقیقات با وجود رضایت بخش بودن، و پیدا شدن رابطه معنی دار بین اعداد کلروفیل متر و غلظت نیتروژن در برگ چغندرقند، بیانگر این مطلب است که پذیرش قطعی این مساله در چغندرقند به دلیل متفاوت بودن میزان همبستگی بین نیتروژن برگ و اعداد کلروفیل متر در سالهای مختلف و تغییر میزان همبستگی در سطح مزارع بزرگ، به مطالعات بیشتری نیاز دارد. پژوهش حاضر، با عنوان استفاده از کلروفیل‌متر دستی برای تشخیص کمبود نیتروژن در چغندرقند برای اولین‌بار در ایران به بررسی امکان استفاده از کلروفیل‌متر دستی برای تعیین وضعیت نیتروژن در چغندرقند پرداخته است و انتخاب مناسب ترین مرحله رشد رویشی گیاه برای تشخیص نیاز به کود نیتروژن سرک و همچنین تعیین بهترین معادله برای تخمین غلظت نیتروژن بر حسب واحد سطح و وزن برگ با استفاده از مقادیر قرائت شده از کلروفیل‌متر از اهداف این تحقیق می‌باشند.

معرفی دستگاه کلروفیل متر (SPAD 502).

شکل ۱- شمایی از دستگاه کلروفیل متر دستی (SPAD-502)

Fig 1- view from chlorophyll meter (SPAD-502)

دستگاه کلروفیل‌متر

(SPAD-502) (Soil Plant Analysis Development, Minolta Camera, Japan

دستگاه کلروفیل‌متر وسیله‌ای قابل‌حمل و ساده است که به‌طور غیرمستقیم میزان کلروفیل برگ و وضعیت نیتروژن گیاه را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. برای قرائت اعداد کلروفیل‌متر پس از روشن‌کردن وکالیبره کردن دستگاه، باید پهنگ برگ را از یک طرف رگبرگ اصلی در لبه‌ی دستگاه قرار داد و با انگشت شصت بر روی قسمت متحرک رأس دستگاه فشار

www.SID.ir

داد، تا با سطح رویی برگ تماس پیداکرده و عدد قرائت شده بر روی صفحه نمایش داده شود. فرانسیس و پیکلک (Francis and Piekielek,1999)؛ مینولتا (Minolta, 1989)؛ پنگ و همکاران (Peng et al, 1993) گزارش کردند که این دستگاه میزان نور قرمز طول موج ۶۵۰ نانومتر عبور کرده از برگ را که به مقدار زیادی توسط کلروفیل جذب شده و نقش موثری در فتوسنتز دارد را نسبت به نور ناحیه‌ی مادون قرمز طول موج ۹۴۰ نانومتر محاسبه می‌کند. اسچپیر و همکاران (Schepers et al, 1998)، فرانسیس و همکاران (Francis et al.,1999) در تحقیقی گزارش دادند، کلروفیل‌متر بیشترین حساسیّت را در بین عناصر غذایی به کمبود نیتروژن نشان می‌دهد، اما نمی‌تواند نشان دهد که چه‌مقدار نیتروژن اضافی در گیاه وجود دارد.

مواد و روش ها: این آزمایش در سال ۱۳۸۶ در ایستگاه تحقیقاتی واقع در کمال‌شهر کرج با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه‌ی شمالی، طول جغرافیایی آن ۵۱ درجه و ۶ دقیقه‌ی شرقی، ارتفاع از سطح دریا ۱۳۰۰ متر در خاکی با بافت لومی رسی به صورت کرت های خرد شده بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. زمین مورد اجرای طرح به مدت سه سال آیش و میزان نیتروژن نیتراتی خاک در عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری خاک قبل از اعمال تیمارهای کودی نیتروژن ۱۴ میلی گرم در هر کیلوگرم خاک بود. پس از عملیات آماده سازی زمین بر اساس نقشه طرح، فاصله‌ی کرت و تکرارها با گچ مشخص‌شده، ابعاد هر کرت اصلی شامل شش خط ردیف کشت با فاصله ۵۰ سانتیمتر و بین هر بلوک ۵ متر فاصله وجود داشت و چهار تیمار نیتروژن پیش کاشت از منبع اوره در مقادیر ۱۲۰، ۱۶۰، ۲۰۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار همراه با شاهد (بدون مصرف نیتروژن) اعمال شدند و سپس کودهای پخش شده توسط دستگاه ریتواتور کاملاً با خاک مخلوط شدند. پس از آن ردیف‌های کشت توسط فارو ایجاد و نسبت به کاشت چغندرقند با دستگاه[۴]ایورد با رقم زرقان که منوژرم و جزء تیپ‌های بهاره و دارای سازگاری با منطقه است، اقدام شد. پس از اتمام کشت، در هر تکرار آبیاری به صورت نشتی در فواصل مشخص انجام گرفت. در این آزمایش پنج تیمار نیتروژن پیش کاشت از منبع اوره به عنوان فاکتورکرت اصلی و پنج مرحله‌ی رشد چغندرقند بر اساس تعداد برگ در بوته شامل مراحل(۲۰-۱۸ و ۱۸-۱۵،۱۵-۱۲،۱۲-۶،۶-۴) برگی به عنوان فاکتورکرت فرعی در نظرگرفته شدند. در هر مرحله نمونه برداری از کرت های اصلی، پس از حذف یک بوته از انتهای هر ردیف از هر خط کاشت و حذف حاشیه‌ی مشترک دو کرت، تعداد ۱۰ بوته به عنوان نماینده هر کرت انتخاب و در هر بوته میزان سبزینگی با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر، در نقطه وسط پهنک برگ شماره پنج در یک طرف رگبرگ اصلی اندازه گیری شد وکلیه برگهایی که قرائت کلروفیل متر در آنها صورت گرفته بود، بلافاصله بریده شده و در ظروف در بسته به آزمایشگاه منتقل شدند. ابتدا مساحت پهنک برگ ها با دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ اندازه‌گیری شد. پهنک همان برگ های شماره‌ی ۵، پس از شستشو با آب مقطر و خشکانیدن در دمای ۱۱۰ درجه سانتیگراد (Wolf, 1982) هر کدام جدا توزین شده و سپس مجموع آنها آسیاب و میزان نیتروژن کل برگ در آزمایشگاه به روش کجلدال اندازه گیری شد. با تعیین مساحت و وزن خشک این برگ ها میزان غلظت نیتروژن برگ به واحد نیتروژن در واحد سطح برگ (Na) برحسب گرم بر متر مربع و نیتروژن در واحد وزن برگ (Ndw) بر حسب گرم بر کیلو گرم محاسبه شدند. در این تحقیق برای برازش بهترین مدل (رگرسیون خطی وغیر خطی) بین غلظت نیتروژن بر حسب سطح و وزن برگ و مقادیر کلروفیل متر از نرم افزار SAS، SPSS برای رسم نمودار از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج وبحث: در این آزمایش مقادیر قرائت شده از دستگاه کلروفیل‌متر به عنوان X (متغیر مستقل) و میزان غلظت نیتروژن در واحد سطح و وزن برگ به عنوانY (متغیّر وابسته) در نظر گرفته شد. دامنه کلی اعداد قرائت شده از کلروفیل متر در این تحقیق در برگ‌های شماره ۵ در مراحل مختلف نمونه‌برداری از ۳۳ تا ۴۴ متغیّر بود. نتایج حاصل از تجزیه رگرسیونی

Archive of SID

www.SID.ir

برای کل مراحل رشد به‌صورت تجمعی نشان داد که یک رابطه غیرخطّی و معنی‌داری بین مقادیر کلروفیل‌متر و غلظت نیتروژن بر اساس واحد وزن برگ ۰/ ۴ =R2 و سطح برگ ۰/ ۳ =R2 به صورت تجمُّعی وجود دارد و میزان همبستگی بین اعدادکلروفیل‌متر و میزان نیتروژن در واحد وزن برگ (شکل۲) و سطح برگ (شکل۳) و نیتروژن کل برگ (شکل۴) در سومین مرحله نمونه‌برداری یعنی مرحله رشدی ۱۵-۱۲ برگی به بالاترین میزان ۰/۹۸ =R2 رسیده است (جدول ۱). پنگ و همکاران (Peng et al., 1992) علت ارتباط ضعیف بین مقادیر کلروفیل‌متر و غلظت نیتروژن درهمه مراحل رشد به صورت تجمعی را وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵%بین شیب خط رگرسیونی برای دو متغیّر فوق بین مراحل رشدی متفاوت دانسته‌اند.

جدول ۱- ضریب همبستگی بین قرائت کلروفیل متر و میزان نیتروژن در واحدسطح و وزن برگ ونیتروژن کل برحسب درصد در برگ شماره پنج درکلیه مراحل نمونه برداری.

Table 1- correlation coefficients (r) of nitrogen concentration [based on leaf dry weight (Ndw) and leaf area (Na) and total nitrogen (T.N.%) and chlorophyll meter readings SPAD values] at total sampeling

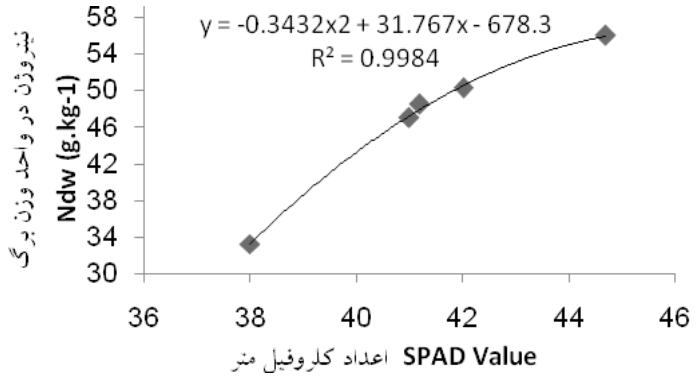
مراحل نمونه برداری برگ ۵ Growth Stage Leaf 5	ضریب همبستگی Correlation coficeent		
	کلروفیل متر و نیتروژن در واحدسطح برگ SPAD and N_a	کلروفیل متر و نیتروژن کل برگ SPAD and T.N. %	کلروفیل متر و نیتروژن در واحد وزن برگ SPAD and N_{dw}
چهار تا شش برگی 4-6 Leaf	R^2=0.807**	R^2=0.551**	R^2=0.776**
شش تا دوازده برگی 6-12 Leaf	R^2=0.972**	R^2=0.941**	R^2=0.592**
دوازده تا پانزده برگی 12-15 Leaf	R^2=0.998**	R^2=0.999**	R^2=0.998**
پانزده تا هیجده برگی 15-18 Leaf	R^2=0.888**	R^2=0.912**	R^2=0.590**
هیجده تا بیست برگی 18-20 Leaf	R^2=0.883**	R^2=0.897**	R^2=0.765**
کل مراحل به صورت تجمعی Total Stage	R^2=0.322*	R^2=0.423**	R^2=0.423**

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد * and ** Significant at the %5 and %1 of probability levels, respectively

بسکووا و پالکربک (Beckova and pulkrabek, 2005) در بررسی استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر برای پی‌بُردن به وضعیّت نیتروژن در چغندرقند در آزمایشی که طی سالهای ۲۰۰۳-۱۹۹۹ انجام دادندگزارش کردند که در مرحله ۱۵-۸ برگی، رابطه‌ی همبستگی مستقیم بین میزان کود نیتروژن و مقادیر قرائت شده از کلروفیل‌متر وجود دارد و گزارش کردند که اعدادکلروفیل متر در چغندرقند، تحت‌تأثیر مراحل نمونه‌برداری قرار می‌گیرد و در تحقیق حاضر نیز اعداد کلروفیل متر تحت تاثیر مراحل نمونه برداری قرار گرفت.

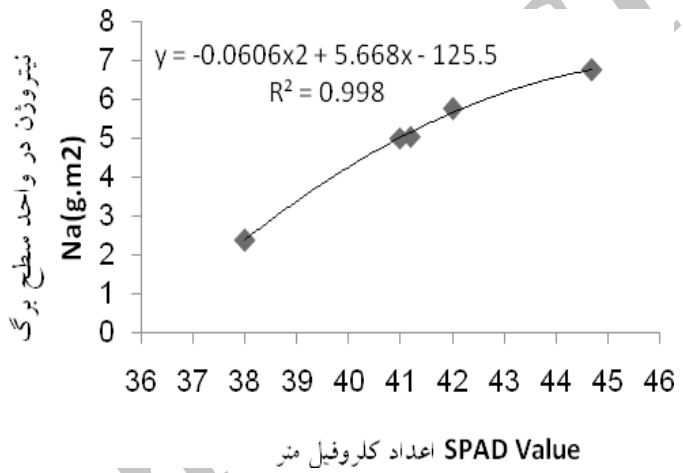
Archive of SID

www.SID.ir



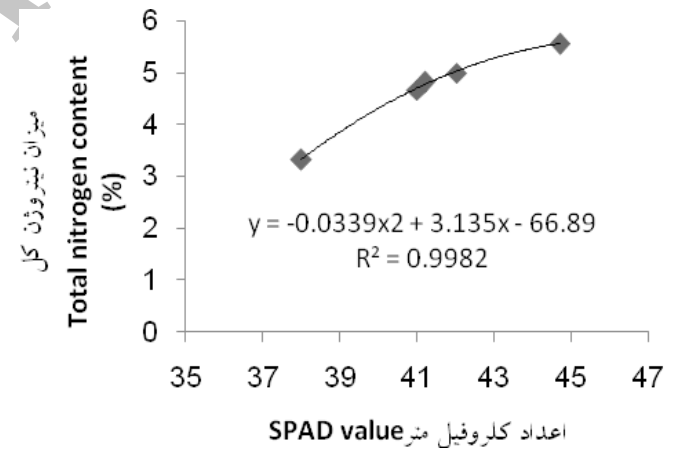
شکل ۲ – رابطه بین اعداد کلروفیل مترو غلظت نیتروژن در واحد وزن برگ در مرحله ۱۵-۱۲ برگی در چغندرقند.

Fig 2 -Relationship between nitrogen concentration based on leaf dry wight (Ndw) and chlorophyll meter reading in 12-15 leaf in sugar beet



شکل۳ رابطه بین اعداد کلروفیل متر و غلظت نیتروژن در واحد سطح برگ در مرحله ۱۵-۱۲ برگی در چغندرقند.

Fig 3-Relationship between nitrogen concentration based on leaf area (Na) and chlorophyll meter reading in 12-15 leaf in sugar beet

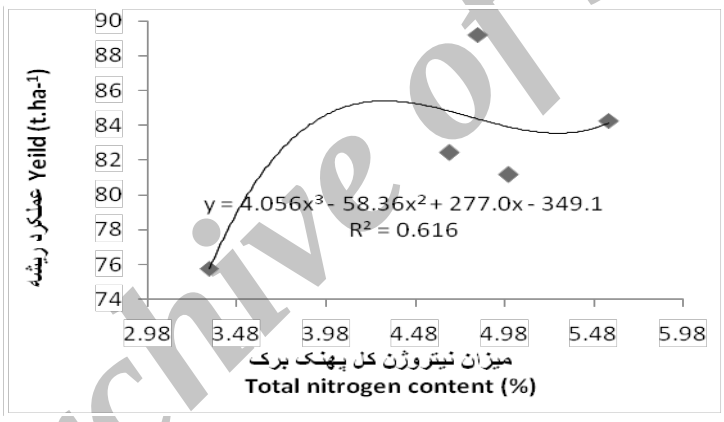


شکل۴ – رابطه بین اعداد کلروفیل متر و غلظت و نیتروزن کل در مرحله ۱۵-۱۲ برگی در چغندرقند

Table 4- Relationship between total ntrogen content and chlorophyll meter reading in 12-15 leaf in sugar beet

www.SID.ir

برای تعیین زمان دقیق مصرف کود نیتروژن به عدد مبنایی برای کلروفیل‌متر نیاز است که این عد مبنا، «حدّ آستانه» نامیده می‌شود (اصفهانی و همکاران ۱۳۸۵). سینگ و همکاران (Sing et al, 2002) از مطالعات خود نتیجه گرفتند که مصرف کود نیتروژن بر اساس حد آستانه کلروفیل‌متر از طریق افزایش کارایی مصرف نیتروژن، سهم زیادی را در افزایش عملکرد در مقایسه با مزارعی که بر اساس توصیه های مرسوم کود نیتروژن دریافت می کردند ایفاء می کند. پنگ و همکاران (Peng et al., 1993) در آزمایشاتی که انجام دادند دریافتند، با مقایسه میانگین اعداد قرائت شده در سطح مزرعه با حد آستانه کلروفیل متر می‌توان زمان دقیق مصرف کود نیتروژن را تعیین نمود، به‌گونه‌ای که اگر میانگین اعداد کلروفیل‌متر در سطح مزرعه، پایین‌تر از حد آستانه کلروفیل‌متر باشد، گیاه به کود نیتروژن نیاز دارد و باید بلافاصله آن را تأمین نمود. در این تحقیق، در مرحله ۱۵- ۱۲برگی در پهنک برگ شماره ۵، نمودار همبستگی بین عملکرد ریشه وغلظت نیتروژن در واحد سطح برگ (Na) و وزن خشک برگ (Ndw) و نیتروژن کل (T.N. %) ترسیم شد و محدوده بالاترین عملکرد با توجه به غلظت نیتروژن در قسمت معینی از گیاه محاسبه شد و نقطه ۵% کاهش عملکرد مشخص شد و بدین ترتیب میزان نیتروژن بحرانی بر اساس سطح برگ معادل ۳/۵ گرم بر متر مربع و میزان نیتروژن بحرانی بر اساس وزن برگ معادل ۴۰ گرم بر کیلوگرم و میزان نیتروژن بحرانی بر اساس درصد معادل ۳/۹۸% محاسبه گردید (شکل۵).



شکل۵ – رابطه بین غلظت نیتروژن کل برگ در مرحله ۱۵-۱۲ برگی و عملکرد چغندر قند در آبان

Fig 5- Relationship between total ntrogen content and yield root sugar beet in harvest

اولریچ و هیلز (Ulrich and Hills, 1990) حد بحرانی نیتروژن کل در پهنک برگ چغندرقند را ۳/۹۸% گزارش نمودند. در تحقیق حاضر با توجه به اینکه همبستگی بالایی R2=۰/۹۹۸ بین کلروفیل‌متر و میزان نیتروژن در واحد سطح و وزن برگ و درصد نیتروژن کل برگ در مرحله‌ی ۱۵-۱۲ برگی در برگ شماره پنج مشاهده شد، سه معادله غیرخطی که در زیر به آن اشاره شده به‌دست آمده است:

معادله غیر خطی معادله (۱) بر اساس نیتروژن کل (T. N.%) $Y= -0.0339X^2+3.1354X-66.899$

معادله غیر خطی معادله (۲) بر اساس نیتروژن در واحد سطح برگ (N area) $Y=-0.0606\ X^2+5.6681-125.53$

معادله غیر خطی معادله (۳) بر اساس نیتروژن در واحد وزن برگ (N_{dw}) $Y=-0.3432X^2+31.767X-678.34$

Archive of SID
www.SID.ir

با قرار دادن نیتروژن بحرانی برگ بر اساس نیتروژن کل معادل ۳/۹۸ درصد در معادله (۱) و با قرار دادن نیتروژن بحرانی برگ براساس سطح برگ معادل ۳/۵ گرم در متر مربع در معادله(۲) و با قرار دادن نیتروژن بحرانی برگ بر اساس وزن برگ، معادل ۴۰ گرم بر کیلوگرم در معادله (۳) به عنوان y (متغیر وابسته) در این معادلات میزان X یعنی (متغیّر مستقل) را برآورد می کنیم؛ x به‌دست آمده از این معادله به عنوان عدد مبنایی یا همان حد آستانه کلروفیل‌متر در این مرحله‌ی رشد یعنی مرحله ۱۵-۱۲ برگی در نظر گرفته می‌شود. چنانچه میانگین اعداد قرائت شده از کلروفیل‌متر از این عدد مبنا (حد آستانه) پایین‌تر باشد، نیاز به کود نیتروژن بوده و باید بلافاصله تأمین گردد. با توجه به معادلات بدست آمده حد آستانه کلروفیل متر در این پژوهش در مرحله رشدی ۱۵-۱۲ برگی در چغندرقند حدود ۳۹/۱ بر آورد شد.

جدول ۲- مقادیر بر آورد شده نیتروژن کل برگ در مرحله ۱۵- ۱۲ برگی با استفاده از کلروفیل متر دستی بر اساس معادله۱

Table2-Estimated total nitrogen in 12-15 leaf whit using of SPAD based on equation 1

Treatmeant تیمار		مقادیر کلروفیل متر در برگ پنجم SPAD	نیتروژن کل برگ پنجم بر آورد شده با کلروفیل متر T.N.%	نیتروژن کل برگ پنجم اندازه گیری شده در آزمایشگاه T.N.%
Control (N0)	شاهد	38.0	3.2	3.3
120 kg.ha^{-1}	۱۲۰کیلوگرم در هکتار	41.0	4.6	4.7
160 kg.ha^{-1}	۱۶۰کیلوگرم در هکتار	41.2	4.7	4.8
200 kg.ha^{-1}	۲۰۰کیلوگرم در هکتار	44.7	5.5	5.6
240 kg.ha^{-1}	۲۴۰کیلوگرم در هکتار	42.0	4.9	5.0

معادله ۱ $Y= -0.0339X^2+3.1354X-66.899$

جدول ۳- مقادیر بر آورد نیتروژن در واحد سطح برگ در مرحله ۱۵-۱۲ برگی با استفاده از کلروفیل متر دستی بر اساس معادله ۲

Table3-Estimated nitrogen besed on leaf area in 12-15 leaf whit using of SPAD based on equation 2

Treatmeant تیمار		مقادیر کلروفیل متر در برگ پنجم SPAD Value	نیتروژن در واحد سطح برگ پنجم بر آورد شده توسط کلروفیل متر N_a (g.m^{-2})	نیتروژن در واحد سطح برگ پنجم ا ندازه گیری شده در آزمایشگاه Na (g.m^{-2})
Control (N0)	شاهد	38.0	2.4	2.3
120 kg.ha^{-1}	۱۲۰کیلوگرم در هکتار	41.0	5.0	5.0
160 kg.ha^{-1}	۱۶۰کیلوگرم در هکتار	41.2	5.1	5.0
200 kg.ha^{-1}	۲۰۰کیلوگرم در هکتار	44.7	6.7	6.7
240 kg.ha^{-1}	۲۴۰کیلوگرم در هکتار	42.0	5.6	4.7

معادله ۲ $Y= -0.0606x^2+5.6681x-125.53$

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۴ مقادیر برآورد شده نیتروژن در واحد وزن برگ در مرحله ۱۵-۱۲ برگی با استفاده از کلروفیل متر دستی بر اساس معادله ۳

Table4-Estimated nitrogen besed on dray wight in 12-15 leaf whit using of SPAD based on equation 3

Treatmeant تیمار		مقادیر کلروفیل متر در برگ پنجم SPAD Value	نیتروژن در واحد وزن برگ پنجم بر آورد شده توسط کلروفیل متر Ndw ($g.kg^{-1}$)	نیتروژن در واحد وزن برگ پنجم اندازه گیری شده در آزمایشگاه Ndw ($g.kg^{-1}$)
Control (N0)	شاهد	38.0	33.2	33
120 $kg.ha^{-1}$	۱۲۰کیلوگرم در هکتار	41.0	47.1	47
160 $kg.ha^{-1}$	۱۶۰کیلوگرم در هکتار	41.2	47.8	48
200 $kg.ha^{-1}$	۲۰۰کیلوگرم در هکتار	44.7	55.9	56
240 $kg.ha^{-1}$	۲۴۰کیلوگرم در هکتار	42.0	50.4	50

معادله ۳ $Y=-0.3432\ x2+\ 31.767x-678.34$

برای برآورد نیتروژن به وسیله دستگاه کلروفیل متر دستی، میانگین اعداد قرائت شده توسط دستگاه کلروفیل متر در مرحله ۱۵-۱۲ برگی در مزرعه در هر سطح کودی به طور جداگانه به عنوان X (متغیر مستقل) در معادلات مربوطه قرار گرفت و میزان نیتروژن در واحد سطح و وزن ودرصد برآورد شد (جداول ۲ تا۴). میزان غلظت نیتروژن برگ در چغندرقند که بر اساس روش کجلدال در آزمایشگاه محاسبه شده با میزان غلظت نیتروژن تخمین زده شده به وسیله دستگاه کلروفیل متر در مرحله ۱۵-۱۲ برگی بر اساس معادلات به دست آمده در این پژوهش، مقایسه شده است (جداول شماره ۲,۳ و۴). مقایسه انجام شده نشان داد که میزان غلظت نیتروژن بر آورد شده در برگ در هردو روش بسیار به هم نزدیک می باشد. با توجه به نتایجی که درجداول (۲,۳ و۴) ملاحظه نمودید مشاهده شد که در مرحله رشدی ۱۵-۱۲ برگی در تیمار شاهد (عدم مصرف نیتروژن) میزان نیتروژن در واحد سطح برگ ۲/۴ گرم در متر مربع و میزان نیتروژن در واحد وزن برگ، ۳۳/۲ گرم بر کیلوگرم و میزان غلظت نیتروژن کل (T.N. %) ۳/۲ درصد بوده است و همچنین میانگین اعدد قرائت شده ازکلروفیل‌متر در مرحله رشدی ۱۵-۱۲ برگی در تیمار شاهد ۳۸ بوده است. با توجه به این مطلب که میزان نیتروژن از حد بحرانی آن در پهنک برگ در این مرحله‌ی رشدی پایین تر می باشد و عدد قرائت شده از کلروفیل‌متر نیز در این مرحله نیز پایین‌تر از حدّ آستانه آن در این مرحله رشدی بوده است، فقط در تیمار شاهد (عدم مصرف نیتروژن) کمبود مشاهده شده و نیاز به تأمین کود نیتروژن وجود دارد. و در یک جمع بندی و به طور خلاصه مباحثی که ارائه شد موید این مطلب است که؛ می توان با استفاده ازکلروفیل متردستی در مزرعه در مرحله ای که همبستگی بالایی بین اعداد کلروفیل متر و غلظت نیتروژن مشاهده شد، به طور مثال در این تحقیق ۱۵-۱۲ برگی، و محاسبه میانگین اعداد قرائت شده از دستگاه کلروفیل متر در سطح مزرعه و مقایسه آن با حد آستانه کلروفیل متر در همان مرحله، به حدود نسبی وضعیت نیتروژن در گیاه پی برد. از آنجایی که استفاده از کلروفیل متر دستی برای برآورد وضعیت نیتروژن در گیاه به دلیل قابل استفاده بودن آن در تمام مراحل رشد گیاه و کم هزینه تر بودن و سرعت عمل زیاد مزایایی را نسبت به تجزیه گیاه در بردارد، امید است با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق با مطالعات بیشتر در آینده بتواند جایگزین مناسبی برای تامین این نیاز باشد و پیش بینی نیاز به

Archive of SID

www.SID.ir

کود نیتروژن سرک در چغندرقند را فراهم آورد و به عنوان ابزاری مفید به تشخیص کمبود نیتروژن در مزارع چغندرقند کمک کند و استفاده از این دستگاه، امکان مدیریت بهتری را در مزارع چغندرقند فراهم آورد و با پایین آمدن هزینه‌های تولید از مصرف کود نیتروژن اضافی که به هیچ وجه افزایش عملکرد را در بر ندارد و مشکلات زیادی مانند آلودگی‌های زیست محیطی را به دنبال دارد، جلوگیری شود.

جدول ۵ – مقایسه میانگین سطوح کود نیتروژن (فاکتور اصلی) بر روی صفات اندازه گیری شده در چغندرقند

Table 5- Mean comparison of level nitrogen fertilizer on the measured characteristics in sugar beet

تیمار: Treatment	نیتروژن در واحد سطح برگ۵ Na Leaf 5 ($g.m^{-2}$)	نیتروژن کل برگ۵ T.N. Leaf 5 (%)	نیتروژن در واحد وزن برگ۵ Ndw Leaf 5 ($g.kg^{-1}$)	اعداد کلروفیل متر برگ ۵ SPAD value Leaf 5
Control (N0) شاهد	3.95 b	3.45 d	34.5 d	38.2 c
120 kg.ha^{-1} ۱۲۰کیلوگرم در هکتار	5.12 a	4.22 c	42.2 c	38.8 c
160 kg.ha^{-1} ۱۶۰کیلوگرم در هکتار	5.57 a	4.71 b	47.1 b	40. 2 b
200 kg.ha^{-1} ۲۰۰کیلوگرم در هکتار	6.38 a	5.13 a	51.3 a	42.0 a
240 kg.ha^{-1} ۲۴۰کیلوگرم در هکتار	6.85 a	5.26 a	52.6 a	40.8 ab

جدول ۶ – مقایسه میانگین سطوح فاکتور فرعی (مراحل رشد) بر روی صفات اندازه گیری شده در چغندرقند

Table 6- Mean comparison of level growth stage on the measured characteristics in sugar bee

تیمار : Treatment	نیتروژن در واحد سطح برگ ۵ Na Lea f 5 ($g.m^{-2}$)	نیتروژن کل برگ ۵ T.N Lea f 5 (%)	نیتروژن در واحد وزن برگ ۵ Ndw Leaf 5 ($g.kg^{-1}$)	اعداد کلروفیل متر برگ ۵ SPAD value Leaf 5
4-6 Leaf چهار تا شش برگی	1.13 d	4.6 a	46 a	36.6 C
6-12 Leaf شش تا دوازده برگی	4.79 c	4.5 a	45 a	41.7 a
12-15 Leaf دوازده تا پانزده برگی	4.78 c	4.7 a	47 a	41.9 a
15-18 Leaf پانزده تا هیجده برگی	9.7 a	4.3 a	43 a	40.4 b
18-20 Leaf هیجده تا بیست برگی	7.2 b	4.5 a	45 a	39.8 b

میانگین های دارای حروف مشترک در یک ستون بر اساس آزمون آماری دانکن در سطحα=۰/۰۵ اختلاف معنی داری ندارند

منابع مورد استفاده

Archive of SID

www.SID.ir

منابع مورد استفاده References

اصفهانی, م. و ح. ر. علی عباسی. ۱۳۸۵. بهبود مدیریت نیتروژن با استفاده از کلروفیل متر در مزارع برنج. مجله علوم زراعی ایران, جلد ۸ ,شماره دو,صفحه: ۵۵-۷۰

Apostal, S., A. A. Viau, and N. Tremblay. 2007. A comparison of multiwavelength laser – induced fluorescence parameters for the remote sensing of nitrogen stress in field – cultivated corn. Can. J. Remote Sensing, VOL. 33. No. 3, pp. 150-161

Argenta, G., P. R. F. Dasilva, and L. Sangoi. 2004. Leaf relative chlorophyll meter as indicator parameter to predict nitrogen fertilization in maize. Cience. Rural Vol.34 no 5

Anderson, D., D. Bullock, G. Johnson, and C. Taets. 1993. Evaluation of the minolta SPAD-502 chlorophyll meter for on farms N management of corn in lllinois.

Beckova, L., and J. Pulkrabek. 2005. Evaluation of chlorophyll meter use for optimisation of sugar beet nitrogen fertilizing. University of J. J. Strossmayer u Osijek. Croatian Symposium on Agriculture. e-mail: beckova@af.czu.cz

Bredemeier, C. 2005. Leaf –induced chlorophyll fluorescence sensing as atool for site Specific nitrogen fertilizer evaluation under controlled environmental and field conditions in wheat and maize. Ph. D. Thesis. Technical Univer

Francis, D., and W. p. piekielek. 1999. Assessing crop nitrogen needs with chlorophyll meter. University of Nebraska. E-mail:WXPZ@PZU.edu

Jozefyova, L., J. Pulkrabek, and J. Urban. 2003. possibility of chlorophyll meter use for sugar beet nitrogen fertilizing optimization. e-mail:Jozefyova@af.czu.cz

Madakadze, I. C., K. Stewart, R. M. Madakadze, P. R. Peterson, B. E. Coulman, and D. L.Smith. 1999. Field evaluation of the chlorophyll meter to predict yield and nitrogen concentration of switchgrass. J. of Plant Nutrion. 22(6): 1001-101

Mambelli, S., M. P. Dal Rio, M. T. Amaducci, and G. Venturi, 1997. Method of plant analysis to evaluate nitrogen status in sugfar beet. IIRB Congres, Cambridge (uk), V. 60 p. 321-326

Minolta, (1989). Manual for chlorophyll meter SPAD-502. Minolta camera Co., Ltd., Japan

Peng, S., AL. Sanico, F.V. Garcia, and R. C. Laza. 1999. Effect of leaf phosphorus and potassium concentration on chlorophyll metre reading in rice. Plant Prod. Sci., 2:227-231.

Peng, S., R. C. Laza, F. V. Garcia, and K. G. Cassunan. 1995. Chlorophyll metre estimates leaf area-based N concentration of rice. Commun. Soil sci. Plant Annal. 26:927935.97

Peng, S., F. V. Garcia,R. C. Laza, and K. G. Cassman. 1992. Leaf thickness affects the estimation of leaf nitrogen concentration using a Chlorophyll me Inti. Rice Res. Notes, 17:19-20.

Peng, S., F.V. Garcia, R. C. Laza, and K. G. Cassman. 1993. Adjustment for specific leaf weight improves chlorophyll metre estimation of rice leaf nitrogen concentration. Agron. J., 85:987-990.

Schepers, J. S., T. M. Blackmer, and D. D. Francis. 1998. Chlorphyll meter method for estimating nitrogen content in plant tissue.

Schlemmer, M. R., D. D. Francis, J. F. Shanahan, and J. S. Schepers. 2005. Remotly measuring chlorophyll content in corn leaves with differing nitrogen levels and relative water content, Agron. J. 97:106-112.

Archive of SID

www.SID.ir

Tugnoli, V., and G. Bettini. 2000. Nitrogen fertilizers in sugarbeet spring sowing: use of the SPAD optical instrument. P. IIRB Congr. 56, 419-424.

Ulrich, A., and F. J. Hills. 1990. Plant analysis as an aid in fertilizing sugar beet In: Westerman,R. L. (E.d), soil testing and plant analysis. SSSA.Madison, pp 429-44.

Van Eerd, L. L., and J. W. Zanddstra. 2007. Enhancing sugar beet storage quality. University of Guelph Ridgetown Campus. Agriculture and Agri –Food Canada.

Wolf, B. 1982. A comprehensive system of leaf analyses and its use for diagnosing crop nutrient analyses. Comm. Soil SC. Plant Anal.13:1035-1059.

Zebarth, B. J., M.Younie, J. W. Paul, and S. Bittman. 2002. Evaluation of leaf chlorophyll index for making fertilizer nitrogen recommendations for silage corn in a high environment. Commun Soil Sci. plant Aanal. 33:665-684.

Archive of SID

www.SID.ir