

بررسی رابطه میان غلظت کلروفیل برگ و عملکرد چغندر قند با استفاده از کلروفیل متر دستی (SPAD)

شادی جواهری*، دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

محمد عبدالهیان نوقابی، دانشیار پژوهش موسسه تحقیقات چغندر قند کرج

علی کاشانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت و اصلاح نباتات، کرج، ایران

داوود حبیبی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت و اصلاح نباتات، کرج، ایران

حمید نوشاد، مربی پژوهش موسسه تحقیقات چغندر قند، کرج

چکیده

این تحقیق به منظور تعیین رابطه عملکرد کمی و کیفی ریشه و غلظت کلروفیل برگ با به کار بردن تیمارهای متفاوت کود نیتروژن طی مراحل مختلف رشد چغندر قند در سال ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات چغندر قند واقع در کمال آباد کرج در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار اجرا گردید. کود نیتروژن از منبع اوره در سطح صفر، ۱۲۰، ۱۶۰، ۲۰۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار به صورت پیش کاشت با ۴ تکرار به کار برده شد. در برگ‌هایی که قرائت کلروفیل متر صورت گرفته بود غلظت نیتروژن کل برگ با روش کج‌دال اندازه گیری شد. نتایج این آزمایش نشان داد مقادیر کلروفیل متر بیش از ۵۰٪ تغییرات عملکرد را توجیه می کند و کود نیتروژن تأثیر معنی داری را بر شاخص کلروفیل گذاشت. کمترین عدد قرائت شده از کلروفیل متر مربوط به تیمار عدم مصرف نیتروژن در مرحله ۱۵-۱۲ برگی معادل ۳۸ بود. مقادیر قرائت شده از کلروفیل متر با میزان نیتروژن مضره در ریشه ارتباط داشت به طوری که در بالاترین عدد قرائت شده توسط SPAD که معادل ۴۴ بود، درصد قند به پایین ترین مقدار خود یعنی ۱۵/۹ رسید. در این آزمایش بالاترین عملکرد ریشه مربوط به تیمار ۱۶۰ N معادل ۸۹/۲ تن ریشه در هکتار بود و عدد قرائت شده از دستگاه در این سطح کودی در مرحله ۱۵-۱۲ برگی معادل ۴۱/۲ بود. با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق نشان داده شد با بررسی رابطه عملکرد و اعداد قرائت شده از کلروفیل متر می توان از وضعیت عملکرد گیاه آگاه شد و کلروفیل متر با مطالعات بیشتر در آینده می تواند به عنوان یک روش ساده، سریع و غیر تخریبی در ارزیابی وضعیت عملکرد مورد استفاده قرار گیرد و به زمان مناسب برداشت مزرعه کمک کند.

واژه های کلیدی: چغندر قند، کلروفیل متر، عملکرد، نیتروژن کل، نیتروژن مضره

* نویسنده مسئول: E-mail: Javaherish67@yahoo.com

مقدمه

به دلیل ارزش اقتصادی گیاه چغندر قند برای تامین شکر، کشت این گیاه در کشور در سطح مطلوب از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. از طرفی نیتروژن به دلیل توسعه تاج پوشش گیاهی و در نتیجه، افزایش عملکرد ریشه و شکر یکی از عناصر مهم در زراعت و بهینه کردن عملکرد در چغندر قند به شمار می‌آید؛ ارائه یک روش مناسب و دقیق برای توصیه کود نیتروژن به منظور جلوگیری از افزایش بی‌رویه مصرف کود نیتروژن که موجب افت کیفیت ریشه و کاهش درصد قند و بسیاری مشکلات زیست‌محیطی می‌گردد، امری ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به نتایج تحقیقات بسیاری از محققان از جمله ماداکادزی و همکاران (۱۹۹۹)، زیبارد و همکاران (۲۰۰۲) آرچنتا و همکاران (۲۰۰۴)، اسشیلمر و همکاران (۲۰۰۵) و همچنین این واقعیت که ۷۰٪ از نیتروژن برگ در کلروپلاست‌ها انباشته می‌شود، نتیجه گرفته می‌شود 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 (۱۹۹۹) و در ذرت توسط بریدماییر (۲۰۰۵) گزارش شده است.

در همین رابطه مطالعاتی نیز در چغندر قند توسط برخی از محققان از جمله ممبلی و همکاران (۱۹۹۷)، تاگنولی و بتنی (۲۰۰۰)، سکستون و همکاران (۲۰۰۲)، جوزف یووا و همکاران (۲۰۰۳)، بکوا و پالکراک (۲۰۰۵)، وان ایرد (۲۰۰۷)، تسالتاس و همکاران (۲۰۰۸) صورت گرفته است. نتایج به دست آمده از این تحقیقات با وجود رضایت بخش بودن و پیدا شدن رابطه معنی دار بین اعداد قرائت شده از کلروفیل متر و نیتروژن و عملکرد ریشه و عملکرد شکر در چغندر قند، بیانگر این مطلب است که پذیرش قطعی این مساله در چغندر قند، به دلیل متفاوت بودن میزان همبستگی نیتروژن و اعداد کلروفیل متر در طی سالهای مختلف و در سطح مزارع بزرگ به مطالعات بیشتری نیاز دارد. تسیالتاس و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند، با بررسی رابطه عملکرد و اعداد قرائت شده از کلروفیل متر می‌توان از وضعیت عملکرد گیاه آگاه شد به طوری که اگر میانگین اعداد قرائت شده از کلروفیل متر پایین تر از حد مطلوب برای بهینه کردن عملکرد ریشه و عملکرد شکر باشد، احتمالاً در گیاه کمبود نیتروژن وجود داشته است. کلروفیل متر بیشترین حساسیت را در بین عناصر غذایی به کمبود نیتروژن نشان می‌دهد اما نمی‌تواند نشان دهد که چه مقدار نیتروژن اضافی در گیاه وجود دارد (۵).

یکی از دلایل تغییر در غلظت کلروفیل، صدمات و جراحت‌هایی که به گیاه در حین اندازه‌گیری غلظت کلروفیل وارد می‌شود، بنابراین به کارگیری روشی از اندازه‌گیری که تخریبی نباشد از اهمیت خاصی برخوردار است. بیشتر متدهایی که تا کنون برای تجزیه رنگدانه و اندازه‌گیری غلظت کلروفیل در گیاه به کار برده می‌شود تخریبی و به طور کلی پر هزینه و وقت گیر می‌باشند. یک روش‌های غیر تخریبی برای اندازه‌گیری غلظت کلروفیل در گیاه، استفاده از دستگاه کلروفیل متر دستی می‌باشد که اخیراً رایج

شده است (۱۶). از آن جایی که سلامتی و سبزی کانوپی می تواند در زمان برداشت و عملکرد تاثیر گذار باشد و اندازه گیری کلروفیل برای بررسی وضعیت فیزیولوژیکی و عملکرد گیاه می تواند مفید واقع شود (۹). در تحقیق حاضر به بررسی رابطه بین غلظت کلروفیل و عملکرد در چغندر قند با استفاده از کلروفیل متر دستی، که به طور ساده، غیر تخریبی با اندازه گیری غیر مستقیم میزان کلروفیل برگ، می تواند کمبود نیتروژن در گیاه را ارزیابی کند، پرداخته شده است. همچنین تعیین رابطه بین اعداد قرائت شده از کلروفیل متر و عملکرد ریشه و درصد قند در چغندر قند از اهداف این تحقیق می باشد.

مواد و روش ها

این تحقیق در سال ۱۳۸۶ در ایستگاه تحقیقاتی چغندر قند واقع در کمال شهر کرج با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی آن ۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی، ارتفاع از سطح دریا ۱۳۰۰ متر در خاکی با بافت لومی رسی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. در این آزمایش از رقم چغندر قند منوژرم که جزء تیپ های بهاره و سازگاری خوب با منطقه است استفاده شد. زمین مورد اجرای طرح به مدت سه سال آیش بوده است و میزان نیتروژن نیتراتی خاک در عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک قبل از اعمال تیمارهای کودی نیتروژن ۱۴ میلی گرم در هر کیلوگرم خاک بود. ابعاد هر کرت اصلی شامل شش خط ردیف کشت با فاصله ۵۰ سانتی متر و بین هر بلوک ۵ متر فاصله وجود داشت. پس از اتمام کشت، در هر تکرار آبیاری به صورت نشتی در فواصل مشخص انجام گرفت. هر تکرار شامل ۵ تیمار، مقادیر مختلف کود نیتروژن پیش از کاشت از منبع اوره به میزان صفر (عدم مصرف نیتروژن، به عنوان شاهد) و ۱۲۰، ۱۶۰، ۲۰۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار بود. پس از استقرار بوته ها، تعداد ۱۰ بوته به عنوان نماینده هر کرت انتخاب شد و قرائت اعداد کلروفیل متر توسط دستگاه کلروفیل متر دستی (SPAD) در نقطه ی وسط برگ شماره پنج بوته چغندر قند، در یک طرف رگبرگ اصلی پهنک برگ در مرحله ۱۵-۱۲ برگی انجام گرفت.

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 ناحیه مادون قرمز طول موج ۹۴۰ نانومتر محاسبه می کند (۵، ۸ و ۱۰). در این آزمایش کلیه برگ هایی که قرائت کلروفیل متر در آنها صورت گرفته بود، بلافاصله بریده شده و در ظروف در بسته در محیط سرد و تاریک کلمن به آزمایشگاه منتقل شدند. ابتدا مساحت پهنک برگ ها با دستگاه اندازه گیری سطح برگ اندازه گیری شد. پس از شستن برگ های جمع آوری شده و خشکانیدن آنها در دمای ۱۱۰ درجه سانتی گراد، آسیاب شده، هر کدام جدا توزین شده و سپس مجموع آنها آسیاب و میزان نیتروژن کل برگ در آزمایشگاه به روش کجالدال ولف (۱۹۸۲) اندازه گیری شد و با تعیین سطح برگ و وزن خشک این برگ ها، میزان غلظت نیتروژن کل

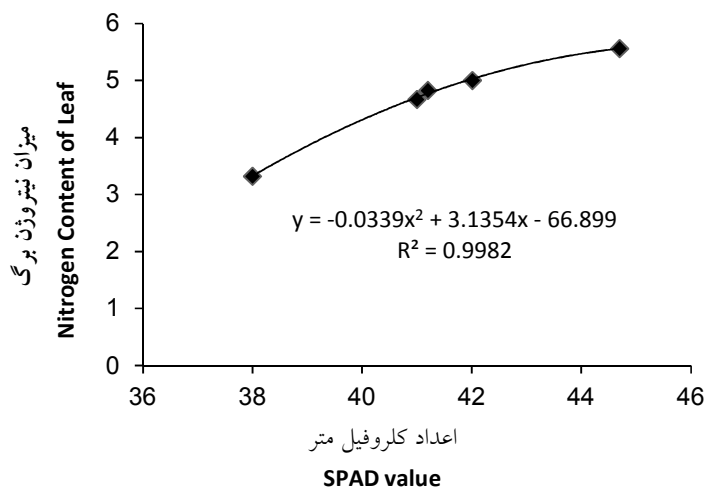
برگ به واحد نیتروژن در واحد سطح برگ (N_a) بر حسب گرم بر متر مربع و نیتروژن در واحد وزن برگ (N_{dw}) بر حسب گرم بر کیلوگرم محاسبه شدند. پس از رسیدگی تکنولوژیکی چغندر قند از ۴ خط وسط هر کرت پس از حذف ۳ متر از ابتدا و انتهای هر کرت از قسمت باقی مانده در چهار متر مربع حدود چهل ریشه به عنوان معیار کرت برداشت شد. از ریشه های برداشت شده پس از شستشو و توزین توسط سیستم نمونه برداری و نما، یک نمونه، خمیر تصادفی تهیه شده و در هر نمونه، کلیه صفات کمی و کیفی از جمله درصد قند و غلظت نیتروژن مضره، پتاسیم و سدیم با استفاده از دستگاه بتالایزر اندازه گیری شد. تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی به طور جداگانه و تجزیه واریانس برای سطوح مختلف کود نیتروژن دار و مقادیر کلروفیل متری به صورت کرت های خرد شده در زمان توسط نرم افزار SAS و برای رسم نمودار از نرم افزار Excel استفاده شد.



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

نتایج و بحث

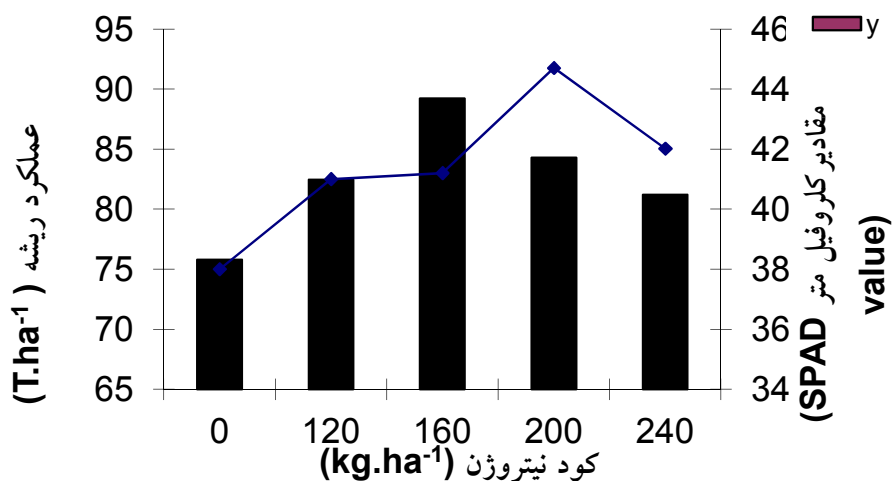
میزان همبستگی بین اعداد قرائت شده از کلروفیل متر و میزان نیتروژن کل برگ تحت شرایط این پژوهش در سومین مرحله ی نمونه برداری یعنی مرحله رشدی ۱۵-۱۲ برگی به بالاترین میزان $R^2=0/98$ رسیده است و به عبارتی بیش از ۹۰٪ تغییرات نیتروژن توسط کلروفیل متر دستی در این مرحله از رشد چغندر قند توجیه می شود (شکل ۲).



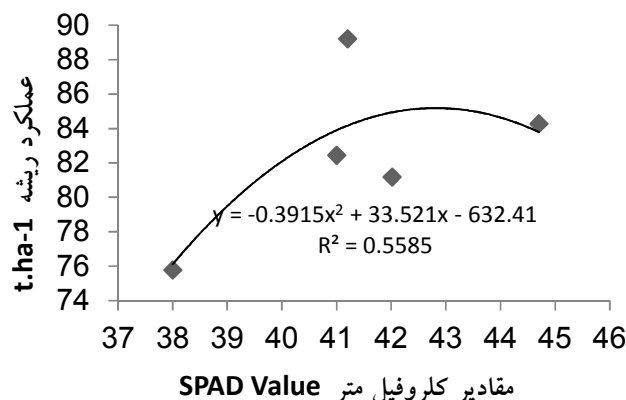
شکل ۲- همبستگی بین مقادیر قرائت شده از کلروفیل متر و نیتروژن کل در مرحله ۱۵-۱۲ برگی در چغندر قند

رابطه بین میزان کود مصرفی، اعداد کلروفیل متر و عملکرد ریشه در چغندر قند با توجه به شکل (۳) تیمار کاربرد کود نیتروژن ۱۶۰ کیلو گرم در هکتار بالاترین عملکرد ریشه معادل ۸۹/۲ تن را داشته است که عدد قرائت شده از دستگاه کلروفیل متر در این سطح کودی در مرحله رشدی ۱۵-۱۲ برگی معادل ۴۱/۲ بوده است و پایین ترین میزان عملکرد ریشه مربوط به تیمار عدم مصرف نیتروژن بوده که عدد قرائت شده از کلروفیل متر در این تیمار در مرحله رشدی ۱۵-۱۲ برگی معادل ۳۸ گزارش شد (جدول های ۳ و ۴).

همچنین در این آزمایش همبستگی بین مقادیر قرائت شده از کلروفیل متر در ۲۳ مرداد در مرحله رشدی ۱۵-۱۲ برگی و عملکرد محاسبه شده در آبان در چغندر قند $R^2 = 0/55$ برآورد شد (شکل ۴).



شکل ۳- رابطه بین مقدار کود نیتروژن مصرفی و عملکرد ریشه و اعداد کلروفیل متر در مرحله ۱۵-۱۲ برگی در چغندر قند



شکل ۴- رابطه بین مقادیر کلروفیل متر و عملکرد ریشه در مرحله ۱۵-۱۲ برگی در چغندرقد

همچنین بر اساس نتایج دست آمده در تحقیق حاضر، مشاهده شد با افزایش کود نیتروژن از سطح صفر تا ۱۶۰ کیلو گرم در هکتار عملکرد ریشه افزایش یافته است و با افزایش از این مقدار به بعد عملکرد ریشه در چغندرقد کاهش پیدا کرده است و با وجود این که افزایش کود نیتروژن افزایش غلظت کلروفیل و نیتروژن برگ را به دنبال داشته اما کود نیتروژن بیش از حد مورد نیاز باعث افزایش عملکرد ریشه و عملکرد شکر نشده است (جدول ۴). همچنین در این آزمایش کود نیتروژن تأثیر معنی داری را بر اعداد قرائت شده از کلروفیل متر گذاشت و کمترین عدد قرائت شده از کلروفیل متر مربوط به تیمار عدم مصرف نیتروژن معادل ۳۸ بود (جدول های ۱ و ۳). به دلیل تجمع بیش از ۷۰٪ نیتروژن در کروپلاست برگ های گیاه، افزایش نیتروژن در گیاه توأم با افزایش غلظت کلروفیل و نیتروژن برگ بوده است و همچنین افزایش نیتروژن باعث بهبود رنگ گیاه می شود، به عبارتی سبزی را در گیاه تشدید می کند که بر قرائت اعداد کلروفیل متر تأثیر می گذارد. اندرسون و همکاران (۱۹۹۳) گزارش کردند، افزایش نیتروژن باعث تشدید سبزیگی برگ و افزایش عدد کلروفیل متر می شود و با افزایش کود نیتروژن تا میزان مشخصی اعداد قرائت شده از کلروفیل متر افزایش و سپس ثابت می شود، چنانچه در تحقیق حاضر نیز مشاهده شد که تیمار کاربرد ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث افزایش اعداد قرائت شده از کلروفیل متر نشده است. کارلس (۲۰۰۶) در آزمایشی که به منظور بررسی اثر کود نیتروژن بر قرائت کلروفیل متر در گیاه ذرت انجام داد به این نتیجه رسید که کود نیتروژن اضافی غلظت کلروفیل برگ را افزایش نمی دهد و اعداد کلروفیل متر با افزایش کود نیتروژن تا مقدار مشخصی افزایش یافته و سپس ثابت می شود. وان ایرد و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقی دریافتند با افزایش سطح کودی نیتروژن از سطح صفر تا ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار بر میزان نیتروژن و کلروفیل در برگ چغندرقد افزوده شده است اما از سطح کودی ۱۱۲ به بعد افزایشی در میزان عملکرد مشاهده نشده است، زیرا نیتروژن اضافی اغلب منجر به افزایش رشد رویشی گیاه شده که فراورده های فتوسنتزی گیاه را به مصرف می رساند و در نهایت به

کاهش عملکرد منجر می گردد. چنانچه در تحقیق حاضر نیز با اضافه شدن کود نیتروژن از سطوح کودی ۱۶۰ به بعد با وجود افزایش غلظت نیتروژن و کلروفیل برگ، افزایش عملکرد نداریم. وان ایرد و همکاران (۲۰۰۷) همبستگی بین مقادیر قرائت شده از کلروفیل متر در اول شهریور و عملکرد محاسبه شده در آبان در چغندر قند را $R^2 = 0/46$ گزارش دادند و بیان کردند با بررسی بیشتر این رابطه شاید بتوان از کلروفیل متر به عنوان ابزاری مفید برای پیش بینی زمان مناسب برداشت مزرعه کمک گرفت. تسیالتاس و همکاران (۲۰۰۸) مطلوب ترین عدد قرائت شده از کلروفیل متر برای بهینه کردن عملکرد ریشه ۳۸/۳۰ و برای عملکرد شکر معادل ۳۸/۲۶ گزارش کردند و نتیجه گرفتند عدد SPAD پایین تر از ۳۸ در چغندر قند نشانه کمبود نیتروژن در این گیاه است و روی عملکرد ریشه و شکر تاثیر می گذارد. در تنش خشکی در چغندر قند میزان سبزی برگ کاهش می یابد و به دنبال آن عدد قرائت شده از کلروفیل متر هم پایین می آید و این روی عملکرد ریشه در چغندر قند تاثیر می گذارد، در نتیجه برگ هایی که نیتروژن بالاتری دارند سبزی خود را به مدت طولانی تری در زمانی که تنش در گیاه به وقوع می پیوندد، حفظ می کنند و بدین ترتیب محدودیت کمتری در عملکرد به وجود می آید.

لازم به ذکر است که برگ های که بسیار تیره هستند هم برای آسمیلات CO₂ و سطح انباشتگی در ریشه مفید نیستند. تاگنولی وبتنی (۲۰۰۰) هم در آزمایشاتی که در چغندر قند انجام دادند نتیجه گرفتند عدد SPAD کمتر از ۳۸ بر عملکرد ریشه و عملکرد شکر در چغندر قند تاثیر می گذارد.

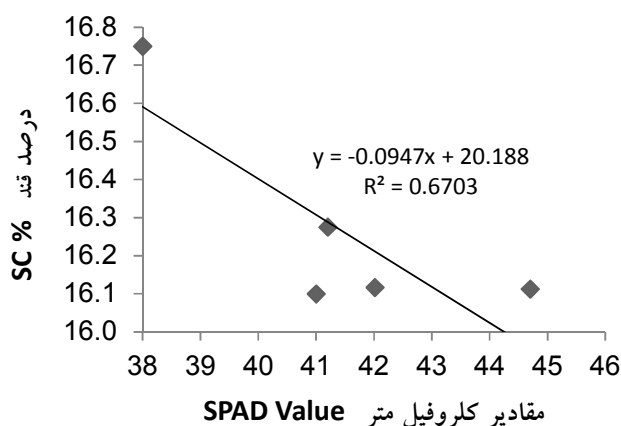
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر سطوح نیتروژن مصرفی بر برخی صفات مورد آزمون در مرحله ۱۵-۱۲ برگی در چغندر قند

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییرات
مقادیر قرائت شده از کلروفیل متر	نیتروژن در واحد وزن برگ پنجم	نیتروژن کل برگ پنجم	نیتروژن در واحد سطح برگ پنجم		
۱/۹۱ ^{ns}	۵۴/۹۵ ^{ns}	۰/۵۴۹ ^{ns}	۳/۵۳ ^{ns}	۳	بلوک
۴۰/۸۲ ^{**}	۱۰۳۹ ^{**}	۱۰/۳۹ ^{**}	۲۴/۳۸ ^{**}	۴	نیتروژن
۳/۲	۲۷/۰۹	۰/۲۷۰	۵/۴۳	۱۲	خطای کرت اصلی
۸۶/۵ ^{**}	۴۳/۲۶ ^{ns}	۰/۴۳۲ ^{ns}	۲۰۴/۰۹ ^{**}	۴	مرحله رشد
۵/۴۳ ^{ns}	۷۸/۵۷ ^{**}	۰/۷۸۵ ^{**}	۳/۹۷ ^{ns}	۱۶	نیتروژن × مرحله رشد
۰/۸۶ ^{ns}	۵۴/۷۴ [*]	۰/۵۴۷ ^{ns}	۹/۷۹ [*]	۱۱	مرحله رشد × تکرار
۳/۶۱	۱۱۶۵	۱۱/۶۵	۱۴۴/۴	۴۴	خطای کرت فرعی
۴/۷۶	۱۱/۲۸	۱۱/۲	۱۳/۲		ضریب تغییرات (%)

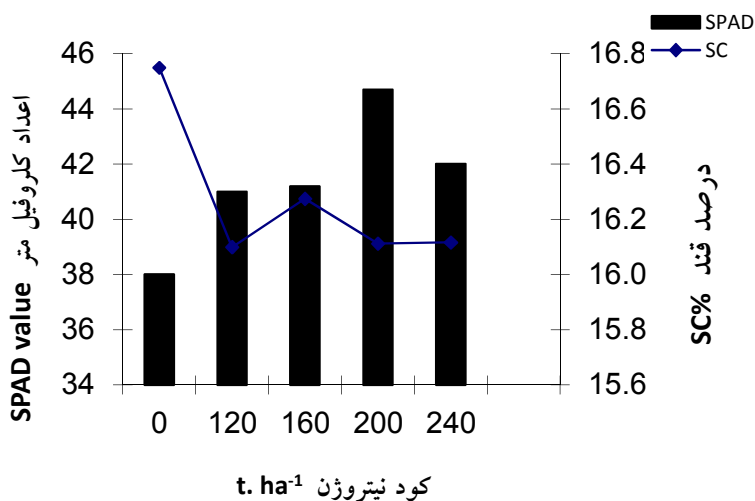
ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح آماری ۵ درصد و ۱ درصد می باشند.

ارتباط بین مقادیر استفاده از کود نیتروژن مصرفی و اعداد قرائت شده از کلروفیل متر در مرحله (۱۵-۱۲) برگی با میزان درصد قند در مرحله برداشت در چغندر قند

با توجه به شکل ۶ با افزایش مقادیر کلروفیل متر در این مرحله از رشد درصد قند در چغندر قند کاهش یافته است به طوری که در بالاترین عدد قرائت شده از کلروفیل متر که ۴۴ بود میزان درصد قند به پایین ترین مقدار خود ۱۵/۹ رسید و بر عکس در تیمار شاهد (عدم مصرف نیتروژن) که پایین ترین مقدار عدد کلروفیل متر ۳۸ را به خود اختصاص داده بود بالاترین میزان درصد قند (۱۶/۹) مشاهده شد. در این تحقیق میزان همبستگی بین مقادیر کلروفیل متر و درصد قند در مرحله ۱۵-۱۲ برگی $R^2 = 0.67$ محاسبه شد شکل (۵).



شکل ۵ - همبستگی بین اعداد قرائت شده از کلروفیل متر در مرحله ۱۵-۱۲ و درصد قند در چغندر قند



شکل ۶- ارتباط بین کود نیتروژن مصرفی و مقادیر کلروفیل متر در مرحله ۱۵-۱۲ و درصد قند در چغندر قند

جدول ۲: تجزیه واریانس عملکرد کمی و کیفی در چغندر قند

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					ضریب تغییرات (%)
		عملکرد ریشه	درصد قند	عملکرد شکر	سدیم ریشه	پتاسیم ریشه	
بلوک	۳	۲۶۷/۳**	۰/۴۱۲**	۰/۱۱**	۲/۱۳**	۱/۰۳**	۱/۰۳ ^{ns}
نیترژن	۴	۹۵/۱۰*	۰/۵۸۸ ^{ns}	۷/۵**	۰/۱۸ ^{ns}	۰/۰۸ ^{ns}	۰/۰۷۲ ^{ns}
خطا	۱۲	۳۳/۲۷	۰/۳۰۸	۰/۰۰۴	۰/۲۵	۰/۶۰	۰/۰۸
		۶/۹	۳/۴	۴/۲	۲/۵	۴/۲	۲۴/۷
							۱۱/۶

ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح آماری ۵ درصد و ۱ درصد می باشد.

وان ایرد و همکاران (۲۰۰۷) همبستگی بین اعداد قرائت شده از دستگاه کلروفیل متر در اول شهریور و درصد قند درآبان را $R^2=0/57$ ذکر کردند و در تحقیقی که انجام دادند مشاهده کردند با افزایش اعداد قرائت شده از کلروفیل متر درصد قند در چغندر قند کاهش پیدا کرد به طوری که در تیمار شاهد عدد قرائت شده از کلروفیل متر ۳۷ و میزان درصد قند ۱۹/۶ و در تیماری که عدد کلروفیل متر آن ۴۴/۷ بود میزان درصد قند به ۱۸/۲٪ رسید. آنها دلیل کاهش درصد قند را افزایش نیترژن مضره که موجب افزایش ناخالصی و افت کیفیت ریشه شده بود، دانستند. تسیالتاس و همکاران (۲۰۰۸) همبستگی بین اعداد قرائت شده از دستگاه کلروفیل متر و درصد قند در چغندر قند را $R^2=0/9$ گزارش کردند و نتیجه گرفتند افزایش کود نیترژن باعث افزایش نیترژن مضره در ریشه شده است و اعداد قرائت شده از کلروفیل متر با میزان غلظت نیترات دمبرگ و میزان نیترژن مضره در ریشه ارتباط داشت به طوری که با افزایش نیترژن مضره اعداد قرائت شده از کلروفیل متر به بالاترین مقدار خود معادل ۳۹/۲۱ رسید. با افزایش کود نیترژن عدد کلروفیل متر افزایش و درصد قند کاهش پیدا کرده است و کیفیت شکر با افزایش کود نیترژن به دلیل افزایش نیترژن مضره و ترکیبات مضر که اغلب بخش اعظم این اثر بر درصد قند ناشی از افزایش مقدار آب موجود در ریشه ذخیره ای چغندر قند می باشد، کاهش می یابد.

نتیجه گیری کلی

در این تحقیق بالاترین عملکرد ریشه و شکر مربوط به تیمار کودی کاربرد ۱۶۰ کیلوگرم نیترژن در هکتار معادل ۸۹/۲ تن ریشه و ۱۴/۵ تن شکر در هکتار بود که عدد قرائت شده از کلروفیل متر در این سطح کودی در چغندر قند معادل ۴۱ بود. با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق با بررسی بیشتر این رابطه شاید بتوان از کلروفیل متر به عنوان ابزاری مفید و به عنوان یک روش ساده، سریع و غیرتخریبی برای ارزیابی وضعیت عملکرد و پیش بینی وقوع کمبود نیترژن در گیاه و زمان مناسب برداشت مزرعه کمک گرفت. از آنجایی که استفاده از کلروفیل متر دستی 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.

جدول ۳: مقایسه میانگین اثر سطوح نیتروژن مصرفی بر برخی صفات مورد آزمون در مرحله ۱۵-۱۲ برگی در چغندر قند

تیمار	نیتروژن در واحد سطح برگ پنجم (g.m ⁻²)	نیتروژن کل برگ پنجم (%)	نیتروژن در واحد وزن برگ پنجم (g.kg ⁻¹)	مقادیر قرائت شده از کلروفیل متر
نیتروژن عدم مصرف (شاهد)	۲/۳ c	۳/۳ c	۳۳c	۳۸ c
نیتروژن ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار	۵/۰ ab	۴/۸ b	۴۸ b	۴۱ a
نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار	۶/۷ a	۵/۶ a	۵۶ a	۴۴ b
نیتروژن ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار	۴/۷ ab	۵/۰ b	۵۰ b	۴۲ ab

میانگین های دارای حروف مشترک در یک ستون اختلاف معنی داری ندارند

جدول ۴: مقایسه میانگین عملکرد کمی و کیفی در چغندر قند

تیمار	عملکرد ریشه (t.ha ⁻¹)	درصد قند	عملکرد شکر (t.ha ⁻¹)	سدیم ریشه	پتاسیم ریشه	نیتروژن مضره	قند ملاس
نیتروژن عدم مصرف (شاهد)	۷۵/۷۸b	۱۶/۷۵a	۱۲/۶۹ c	۱/۹۹ a	۲/۷۱ a	۲/۹۰ a	۲/۴۷ a
نیتروژن ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار	۸۲/۴۴ ab	۱۶/۱۰a	۱۳/۲۴ b	۱/۸۰ a	۳/۵۵ a	۲/۲۴ a	۲/۲۴ a
نیتروژن ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار	۸۹/۲۱ a	۱۶/۲۷a	۱۴/۵۱ a	۲/۰۷ a	۲/۹۴ a	۲/۶۲ a	۲/۴۷ a
نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار	۸۴/۲۸ ab	۱۶/۱۱a	۱۳/۵۸ ab	۱/۹۲ a	۳/۸۵ a	۲/۲۹ a	۲/۴۰ a
نیتروژن ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار	۸۱/۱۸ ab	۱۵/۰۹a	۱۳/۰۷ ab	۲/۳۷ a	۲/۵۹ a	۳/۰۷ a	۲/۶۳ a

میانگین های دارای حروف مشترک در یک ستون بر اساس آزمون آماری دانکن در سطح $\alpha=0/05$ اختلاف معنی داری ندارند

منابع

- 1-Anderson, D., Bullock, D., Johnson, G. and Taets, C. 1993. Evaluation of the minolta SPAD-502 chlorophyll meter for on farms N management of corn in Illinois.
- 2- Beckova, L. and Pulkrabek, J. 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
- 3- 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 University Munich.
- 4-Carles, A., and Dennis, D. 2006. Using a Chlorophyll Meter to Improve N Management. This NebGuide describes how to use a chlorophyll meter as a tool to improve nitrogen management by detecting nitrogen deficiency and determining the need for additional N fertilizer.
- 5-Francis, D. and Piekielek, W. P. 1999. Assessing crop nitrogen needs with chlorophyll meter. University of Nebraska. E-mail: WXPZ@PZU.edu
- 6- Jozefyova, L., Pulkrabek, J. and Urban, J. 2003. possibility of chlorophyll meter use for sugar beet nitrogen fertilizing optimization. e-mail: Jozefyova@af.czu.cz

- 7-Mambelli, S., Dal Rio, M. P., Amaducci, M. T. and Venturi, G. 1997.** Method of plant analysis to evaluate nitrogen status in sugar beet. IIRB Congres, Cambridge (uk), V. 60 p. 321-326
- 8- Minolta, 1989.** Manual for chlorophyll meter SPAD-502. Minolta camera Co., Ltd., Japan
- 9-Ober, E. S., Clark, C. J. A. and Jaggard, K.W. 2003.** Factors contributing to improved efficiency of sugarbeet crop during the autumn in the UK. Zuckerind. 128, 751-754
- 10- Peng, S., Sanico, A. L., Garcia, F.V. and Laza, R. C. 1999.** Effect of leaf phosphorus and potassium concentration on chlorophyll metre reading in rice. Plant Prod. Sci., 2:227-231.
- 11-Peng, S., Laza, R. C., Garcia, F. V. and Cassunan, K. G. 1995.** Chlorophyll metre estimates leaf area-based N concentration of rice. Commun. Soil sci. Plant Annal. 26:927935.97
- 12-Peng, S., Garcia, F.V., Laza, R. C. and Cassman, K. G. 1993.** Adjustment for specific leaf weight improves chlorophyll metre estimation of rice laef nitrogen concentration. Agron. J., 85:987-990
- 13-Schlemmer, M. R., Francis, D. D., Shanahan, J. F. and Schepers, J. S. 2005.** Remotly measuring chlorophyll content in corn leaves with differing nitrogen levels and relative water content, Agron. J. 97:106-112.
- 14-Schepers, J. S., Blackmer, T. M. and Francis, D. D. 1998.** Chlorophyll meter method for estimating nitrogen content in plant tissue .
- 15- Sexton, P. and Carroll, J. 2002.** Comparison of spad chlorophyll meter reading vs. Petiole nitrate concentration in sugar beet .Central Oregon Agricultural, Oregon State University. Jornal of Plant Nutrition. Volum 25, Issue 9 August 2002. Pages 1975-1686.
- 16-Sims, D. A., and Gamon, J. A. 2002.** Relationship between pigman content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stage. RemotSensing of Environment, 81, 337-354
- 17-Tsialtas, J. T, and Maslaris, N. 2008.** Sugarbeet response to N fertilizer as assessed by late season chlorophyll and leaf area index measurements in a semi-arid environment. International Jornal of Plant Production. ISSN: 1735-6816(print), 1735-8043 (online).
- 18-Tugnoli, V. and Bettini, G. 2000.** Nitrogen fertilizers in sugarbeet spring sowing: use of the SPAD optical instrument. P. IIRB Congr. 56, 419-424.
- 19- Van Eerd, L. L. and Zanddstra, J. W. 2007.** Enhancing sugar beet storage quality. University of Guelph Ridgetown Campus. Agriculture and Agri –Food Canada.
- 20-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.
- 21-Zebarth, B. J., Younie, M., Paul, J. W. and Bittman, S. 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.