تعیین نیاز کود نیتروژن در گیاه سورگوم بر اساس کارت رنگ برگ

مجله بوم شناسی گیاهان زراعی
جلد ۱۰ شماره ۳ (پاییز ۱۳۹۳)
صفحات ۲۴-۱۵

علی ایزی
دانش‌آموخته کارشناسی ارشد
گروه زراعت و اصلاح نباتات
دانشگاه آزاد اسلامی
واحد سبزوار
سبزوار، ایران
نشانی الکترونیک ✉:
ali_iziy2009@yahoo.com

محمد آرمین*
دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات
دانشگاه آزاد اسلامی
واحد سبزوار
سبزوار، ایران
نشانی الکترونیک ✉:
armin@iaus.ac.ir
(مسئول مکاتبات)

اسماعیل فیله‌کش
استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی
و منابع طبیعی سبزوار
سبزوار، ایران
نشانی الکترونیک ✉:
filehkesh@gmail.com

چکیده امروزه استفاده از روش‌های ساده و کارآمد جهت تعیین نیاز نیتروژنی در بسیاری از گیاهان مورد توجه قرار گرفته است. در میان این روش‌ها، جدول رنگ برگ ساده‌ترین و کارآمدترین روش جهت تشخیص مناسب نیاز نیتروژنی می‌باشد. به منظور تعیین نیاز نیتروژنی سورگوم علوفه‌ای با استفاده از جدول رنگ برگ، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی کشاورزی و منابع طبیعی سبزوار در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۰ انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی چهار سطح نیتروژن شامل عرف منطقه (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)، ۲۵، ۵۰، ۷۵ کیلوگرم ازت خالص بود. در صورت کاهش در عدد بحرانی کارت رنگ برگ کمتر از ٤ و کمتر از ۵ بود. بیشترین ارتفاع، وزن خشک برگ، تعداد برگ در بوته، عملکرد بیولوژیکی و میزان پروتیین در مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن به دست آمد. استفاده از مقادیر مختلف نیتروژن در صورت کاهش عدد بحرانی به ۵، ارتفاع، وزن خشک برگ، تعداد برگ در بوته، عملکرد بیولوژیکی و میزان پروتیین بیشتری نسبت به مصرف نیتروژن در صورت کاهش عدد بحرانی به ٤ داشت. در مجموع، استفاده از ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در صورت کاهش عدد بحرانی به ۵ کاراترین مقدار و زمان مصرف نیتروژن جهت حصول بیشترین عملکرد کیفی و کمی سورگوم علوفه‌ای است. بر این اساس استفاده از کارت رنگ برگ به عنوان یک روش بسیار ساده در تعیین نیاز نیتروژن سورگوم می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

شناسه مقاله:
نوع مقاله: **پژوهشی**
تاریخ پژوهش: **۹۱-۱۳۹۰**
تاریخ دریافت: **۱۳۹۲/۱۲/۰۳**
تاریخ پذیرش: **۱۳۹۳/۰٦/۲۵**

واژه‌های کلیدی:
- **سورگوم علوفه‌ای**
- **ازت**
- **پروتیین**
- **دیاگرام رنگ برگ**
- **تقسیط نیتروژن**
- **مدیریت تغذیه**

مقدمه در بسیاری از سیستم‌های زراعی کمبود نیتروژن، عملکرد و نیز محتوای پروتیین محصول را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد و مصرف نیتروژن اضافی برای تولید بهینه و افزایش سودآوری ضروری است.[۱۶] مشکلات زیست‌محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی خصوصاً نیتروژن و بالا رفتن قیمت این کودها و کاهش کارایی مصرف این کودها، محققان را به استفاده از روش‌های جایگزینی که بتوانند مقدار نیتروژن را بر اساس نیاز واقعی گیاه تعیین کنند وادار کرده است.[۱۰] استفاده از ابزارهای کمکی برای تعیین زمان دقیق مصرف کود نیتروژن می‌تواند نه تنها راندمان به‌کارگیری این کود را بهبود ببخشد بلکه به حفظ محیط‌زیست نیز کمک نماید. روش‌های متعددی برای تعیین نیاز واقعی گیاه و یا زمان مناسب مصرف در گیاهان زراعی مورد استفاده قرار گرفته است. روش‌های هزینه‌بر و زمان بری مانند تعیین نیاز نیتروژنه بر اساس تجزیه برگ و روش‌های ساده‌تر مانند استفاده از کلروفیل‌سنج در گذشته مورد استفاده پژوهشگران و کشاورزان قرار گرفته است.[۳] امروزه استفاده از کارت رنگ برگ به دلیل سادگی کاربرد و هزینه بسیار کم در تعیین نیاز نیتروژنی برای بسیاری از گیاهان در حال انجام است.[۸] این روش مبتنی بر مقایسه رنگ سبز برگ با قطعات سبز رنگ موجود روی یک کارت می‌باشد. هر کدام از قطعات رنگی با عددی مشخص شده‌اند که با روش‌های واسنجی که بسته به نوع محصول، رقم و تنش‌های محیطی متفاوت است می‌توان بهترین عدد را برای حصول عملکرد بهینه و یا حداکثر کارایی مصرف کود تعیین نمود. همچنین در مرحله واسنجی تعیین می‌شود که در صورت پایین‌تر بودن سبزینگی برگ از حد بهینه، میزان کود مورد نیاز چقدر خواهد بود.[۲۰] این روش به سرعت به‌وسیله موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج مورد پذیرش قرار گرفته و توسعه یافت.[٤] در ایران نیز عمده تلاش‌های انجام شده در این راه به‌وسیله مؤسسه تحقیقات برنج کشور و روی این محصول بوده است.[۱۷] در مطالعه انجام شده توسط *نحوی و همکاران (۲۰۱۲)* واکنش متفاوت ارقام برنج را به رنگ دیاگرام رنگ برگ را مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند با کاهش عدد دیاگرام رنگ برگ به کمتر از ٤ برای ارقام دیم و خزر، مصرف ۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص و برای رقم هاشمی، کاهش عدد دیاگرام رنگ برگ به کمتر از ۳، مصرف ۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص توصیه می‌شود.[۱۷] *هوشمند فر و مراقبین (۲۰۱۰)* میزان عدد بحرانی جدول رنگ برگ برای گندم در رقم سپاهان را عدد ٤ و برای رقم پیشتاز عدد ۳ را گزارش کردند. مقادیر بالاتر از این ارقام عدم نیاز به استفاده از کود نیتروژنی را نشان می‌دهد و در مقادیر پایین‌تر از ۳ و ٤ برای ارقام سپاهان و پیشتاز مصرف نیتروژن توصیه شده است.[۹] *ولدآبادی و همکاران (۲۰۱۰)* مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار برای ارقام خزر و هیبرید و مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار برای رقم هاشمی را در صورت کاهش عدد قرائت شده از دیاگرام رنگ برگ توصیه کرده‌اند[۲۱] گزارش شده است که رقم در مصرف نیتروژن بر اساس دیاگرام رنگ برگ اثر معنی‌داری بر راندمان زراعی دارد.[۱۹] در مقایسه مصرف کود نیتروژنی به صورت رایج و استفاده از کلروفیل متر *هیونگ و همکاران (۲۰۰۸) گزارش* کردند که استفاده از این روش سبب می‌شود که مصرف نیتروژن به صورت پایه حذف و عملکرد برنج به مقدار ناچیزی افزایش پیدا کند.[۱۰] کاهش ۵۰٪ مصرف نیتروژن در استفاده از کلروفیل‌سنج در مقایسه با روش رایج بدون کاهش قابل ملاحظه عملکرد توسط *حسین و همکاران (۲۰۰۰)* نیز گزارش شده است.[۱۱]

سورگوم به عنوان یک گیاه علوفه‌ای مهم خصوصاً برای مناطق خشک نیاز نیتروژنی بالایی دارد. عملکرد کمی و کیفی سورگوم علوفه‌ای تحت تأثیر زمان، نوع و مقدار و نحوه مصرف نیتروژن قرار می‌گیرد. کمبود نیتروژن سبب کاهش رشد و نیز کاهش تجمع ماده خشک شده در سورگوم می‌شود.[۲۲] مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را برای رسیدن

به بالاترین کیفیت علوفه در سورگوم پیشنهاد شده است.[٦] اعتقاد بر این است که کاربرد سطوح بالای نیتروژن ممکن است سمیت نیتراتی در بافت‌های گیاهی را به همراه داشته و سیستم گردش خون دام و کیفیت فرآورده‌های دامی حاصله را مختل نماید. در مورد استفاده از دیاگرام رنگ برگ در مورد سورگوم تاکنون مطالعه‌ای انجام نشده است با این وجود نتایج بررسی اکثر محققان مؤید این مطلب است که عملکرد کمی و کیفی سورگوم تحت تأثیر زمان، مقدار و نحوه مصرف نیتروژن قرار می‌گیرد. *جوادی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش* کردند که تقسیط کود نیتروژن در دو یا سه نوبت در مقایسه با مصرف یک نوبت آن، مصرف ۸۰ و ۱٦۱ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با ۲٤۱ کیلوگرم در هکتار اثر مناسب‌تری بر رشد و نمو سورگوم داشت.[۱۳] *آقا علیخانی (۱۹۹۳) گزارش* نموده که تقسیط مقدار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در دو نوبت (نصف در هنگام کشت و نصف در هنگام چین اول) از حیث صفات مورد بررسی در تولید ماده خشک برگ، ساقه و کل گیاه، همچنین ویژگی‌های کیفی علوفه شامل درصد پروتیین خام، الیاف خام و خاکستر علوفه در هر تیمار برتری دارد.[۱]

سورگوم از نظر اهمیت در بین غلات در دنیا بعد از گندم، برنج، ذرت و جو در مقام پنجم قرار دارد. با توجه به اهمیت سورگوم در تولید علوفه و افزایش نگرانی‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای نیتروژنه، تعیین نیاز نیتروژنی این گیاه با یک روش ساده و کارآمد می‌تواند سبب رفع این نگرانی‌ها شود. با توجه با استفاده گسترده از روش بسیار ساده کارت رنگ برگ و از آنجا که تاکنون مطالعه‌ای در مورد استفاده از این تکنیک برای تأمین نیاز نیتروژنی آن انجام شده است.

هدف این پژوهش تعیین نیاز کود نیتروژن در گیاه سورگوم بر اساس کارت رنگ برگ بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مرکز تحقیقات کشاورزی شهرستان سبزوار با مختصات عرض جغرافیایی ۳٦ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۳۹ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۰ متر از سطح دریا، طی سال زراعی ۹۱- ۱۳۹۰ انجام شد. بر اساس آمارهای هواشناسی منطقه، میانگین بارندگی و دمای ۳۰ ساله، به ترتیب ۱۸٤/۵ میلی‌متر و ۱۷/٦٤ درجه سلسیوس می‌باشد. بافت خاک زمین آزمایش رسی شنی بود. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. این بررسی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرارانجام شد. فاکتورهای مورد بررسی عدد بحرانی کارت رنگ برگ (کمتر از ٤ و ۵) و مقدار مصرف نیتروژن در هکتار شامل تیمار کنترل (مصرف کامل نیتروژن به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)، مصرف ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در صورت کاهش در عدد بحرانی کارت رنگ برگ). مقادیر کود نیتروژن در صورت کاهش عدد بحرانی به کمتر از ٤ و ۵ در زمانی که گیاه به مرحله دوبرگی رسید بر اساس مقایسه با کارت رنگ برگ انجام شد. کارت رنگ برگ از شماره صفر تا شش شماره‌گذاری شده که هرچه عدد بزرگ‌تر باشد، رنگ برگ هم بر همان اساس تیره‌تر می‌شود. در همه کرت‌ها به صورت تصادفی از هر تکرار ۱۰ نمونه انتخاب شده که تک‌تک آن‌ها را با کارت رنگ برگ مقایسه کردید. اگر میانگین عدد به دست

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Physical and chemical characteristics of the field soil

Depth	pH	soil texture			organic carbon (%)	available potassium (m/kg)	available phosphorus (mg/kg)	total nitrogen (%)	electrical conductivity (ds/m)
		Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)					
0-30	7.93	14	36	50	0.019	146	6.80	0.043	3.88

جدول ۲- مقدار و دفعات مصرف کود نیتروژن در طی آزمایش

Table 2. The amount and rate of nitrogen application during experiment

Critical number of leaf color card (LCC)	total nitrogen (kg/ha)	times of application
Basal N, LCC ≤ 4	150	1
25 kg. ha^{-1} N, LCC ≤ 4	100	4
50 kg. ha^{-1} N, LCC ≤ 4	100	2
75 kg. ha^{-1} N, LCC ≤4	150	2
Basal N, LCC ≤ 5	150	1
25 kg. ha^{-1} N, LCC ≤ 5	100	4
50 kg. ha^{-1} N, LCC ≤ 5	200	4
75 kg. ha^{-1} N, LCC ≤ 5	215	3

آمده کمتر از ٤ یا ٥ (عدد بحرانی کارت رنگ برگ) بود از کود نیتروژنه استفاده گردید، بعد از مرحله ۲ برگی شدن این مقایسات هر ۱۰ روز یک‌بارانجام گرفت؛ که معمولاً یک روز قبل از آبیاری این کار انجام می‌شد. در تیمار شاهد، مصرف کود نیتروژنه به صورت تقسیط سه مرحله‌ای (۵۰ کیلوگرم در هکتار در زمان دوبرگی، ۵۰ کیلوگرم در زمان ساقه دهی،۵۰ کیلوگرم در زمان گلدهی) انجام شد. مرحله کوددهی و مقایسه کارت رنگ برگ با گیاه مورد نظر تا ٦ مرحله (طی ٦۰ روز) انجام گرفت. زمین مورد استفاده در سال قبل زیر کشت آفتابگردان بود. قبل از آماده‌سازی زمین برای تعیین کود مصرفی، خاک مزرعه به صورت تصادفی از ۵ نقطه مورد نظر نمونه‌برداری انجام شد. عملیات آماده‌سازی با شخم عمیق توسط گاوآهن برگردان دار انجام شد. سپس دو بار دیسک ضربدری به‌وسیله دیسک چرخ‌دار زده شد تا کلوخه‌ها کاملاً خرد شود. بعد از تسطیح زمین مقدار ۲۰۰ کیلوگرم کود فسفاته و ۱۵۰ کیلوگرم کود پتاسه به مزرعه اضافه شد. کشت در کرت‌های به طول ۹ متر انجام شد که در هر کرت ۱۲ ردیف با فاصله ۵۰ سانتی‌متر کشت شد. فاصله بین بوته‌ها ۲۰ سانتی‌متر و عمق کاشت ٤-۳ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله بین تکرارها ۱ متر در نظر گرفته شد. کاشت در تاریخ ۲۳ خردادماه ۱۳۹۱ با استفاده از رقم اسپیدفید انجام گرفت. عملیات آبیاری به فاصله هر ۱۰ روز یک‌بار تا زمان برداشت انجام شد. سایر عملیات زراعی مورد نیاز بر اساس عرف منطقه انجام شد. برداشت در یک چین و در زمان ۲۰٪ گلدهی در مزرعه انجام شد. ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد برگ، وزن تر برگ، وزن خشک برگ بر اساس انتخاب ۱۰ گیاه به صورت تصادفی از هر کرت محاسبه شد. عملکرد بیولوژیکی و عملکرد ماده خشک از سطحی معادل ۲ مترمربع از وسط هر کرت محاسبه شد. درصد نیتروژن برگ با تعیین میزان پروتیین به روش کجلدال و ضرب عدد مربوطه در ٦/۲۵ تعیین شد.[۱۳] پس از جمع‌آوری کلیه‌ی داده‌ها، عمل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به روش LSD توسط نرم‌افزار SAS ver. 9 انجام شد.

نتایج و بحث مقدار و دفعات مصرف کود نیتروژن در طی آزمایش در جدول ۲ نمایش داده شده است. مشاهده می‌شود که کاهش عدد بحرانی کارت رنگ برگ به ۵ دفعات مصرف بیشتری از نیتروژن را لازم داشته است. در این تیمار خصوصاً در مقادیر بالاتر، نیتروژن بیشتری در کل طول فصل استفاده شده است. اگرچه دفعات و مقدار مصرف به شرایط آزمایش نیز وابسته بوده است.

ارتفاع گیاه

ارتفاع گیاه تحت تأثیر میزان مصرف نیتروژن و شاخص بحرانی کارت رنگ برگ قرار گرفت در حالی که اثر متقابل مقدار مصرف و شاخص بحرانی کارت رنگ برگ تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع نهایی گیاه نداشت (جدول ۳). مصرف نیتروژن در صورت کاهش عدد بحرانی به ۵ نسبت به کاهش عدد بحرانی به ٤ سبب افزایش ۷٪ ارتفاع در سورگوم علوفه‌ای شد. افزایش ارتفاع در این تیمار به دلیل

مصرف بیشتر و مناسب‌تر نیتروژن بوده است و چون نیتروژن در تقسیم سلولی نقش دارد، با افزایش تقسیم سلولی سبب افزایش ارتفاع در گیاه می‌شود. *الطلیب و همکاران (۲۰۰۶)* معتقدند افزایش مصرف نیتروژن منجر به طولانی شدن فاصله میان‌گره‌ها و در نهایت ارتفاع بوته می‌شود.[۷] در آزمایشی نشان داده شده است که مقادیر مختلف کود نیتروژن باعث ایجاد اختلاف معنی‌داری در ارتفاع و سطح برگ سورگوم گردید.[۲۲] در بین مقادیر مصرفی بر اساس کارت رنگ برگ اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد. با این وجود استفاده از ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن ارتفاع بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشت. روش رایج استفاده از نیتروژن نسبت به سایر تیمارها گیاهان کوتاه‌تری را تولید کرد (شکل ۱). توزیع مناسب و بر اساس نیاز واقعی گیاه در سایر تیمارها باعث شده است که ارتفاع در گیاه افزایش پیدا کند. در سیستم رایج استفاده از مقادیر نیتروژن بیشتر که ممکن است مورد نیاز گیاه نبوده و توسط گیاه جذب نشده تحت تأثیر آبشویی قرار گرفته است و در زمان موردنیاز گیاه با کمبود نیتروژن مواجه شده است. مطابق با این نتایج *جوادی و همکاران (۲۰۱۰)* گزارش کردند که تقسیط نیتروژن ارتفاع گیاه را چندان تحت تأثیر قرار نداد. این پژوهشگران معتقدند که ارتفاع یک صفت وابسته به رقم بوده و کمتر تحت تأثیر عوامل مدیریتی قرار می‌گیرد.[۱۳] بیشترین ارتفاع در تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم در هکتار زمانی که عدد بحرانی کارت رنگ برگ به کمتر از ۵ می‌رسد بود که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن زمانی که عدد بحرانی کمتر از عدد ٤ بود اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت که این معرف آن می‌باشد که مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در آن زمان نتوانسته نیاز کودی گیاه را برطرف کند؛ اما مصرف ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار در زمانی که عدد بحرانی کمتر از عدد ۵ بوده اختلاف آماری معنی‌داری با تیمار شاهد داشته است (جدول ٤)

وزن خشک برگ

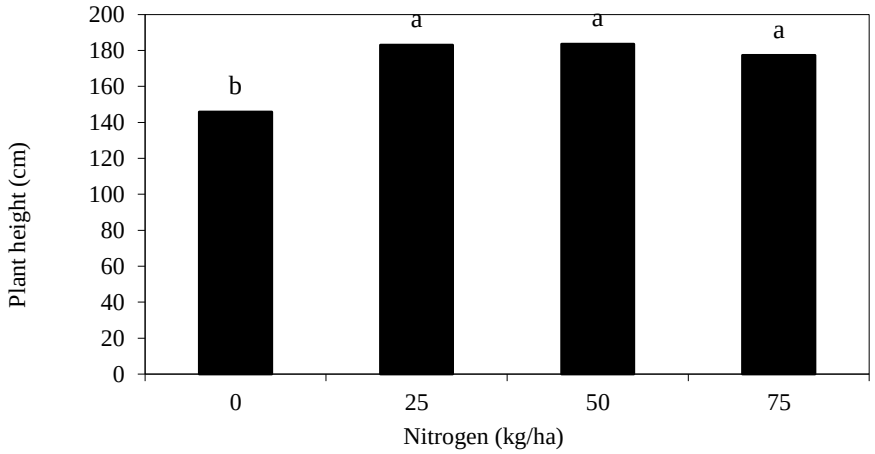
بالاترین مقدار وزن خشک برگ در تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم در هکتار زمانی که عدد بحرانی کارت رنگ برگ به کمتر از ۵ رسید مشاهده شد که اختلاف آماری معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. مصرف ۲۵ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار زمانی که عدد بحرانی کارت رنگ برگ کمتر از ٤ بود اختلاف آماری معنی‌داری با شاهد نداشت (جدول ٤) و این موضوع می‌تواند بیانگر آن باشد که مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار نتوانسته نیاز نیتروژنی گیاه را تأمین کند. زمانی که عدد بحرانی کارت رنگ برگ به کمتر از ٤ رسید و ۷۵ کیلوگرم کود نیتروژن استفاده شده تفاوتی با مصرف ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژنه در زمان رسیدن عدد بحرانی کارت رنگ برگ به کمتر از ۵ نظر وزن خشک مشاهده نشد. چنانچه در جدول مشاهده می‌شود.

جدول ۳- تجزیه واریانس ارتفاع گیاه، وزن خشک برگ، تعداد برگ، عملکرد بیولوژیکی، درصد پروتیین تحت تأثیر عدد بحرانی کارت رنگ برگ و مقدار مصرف نیتروژن

Table 3- variance analysis of plant height, leaf dry weight, number of leaf, biological yield and protein percent affected by critical value of leaf color chart and nitrogen amount

Source of variation	df	mean of squares				
		plant height	leaf dry weight	number of leaf	biological yield	protein
Replication	2	34.13^{ns}	13.85^{ns}	2.42 *	1404.88*	1.65^{ns}
Nitrogen amount (A)	3	686.73 **	741.78 **	10.47**	6672.37 **	1.46^{ns}
Critical number of leaf color card (B)	1	358.49**	848.47 **	0.28^{ns}	9165.04**	0.077^{ns}
A×B	3	102.19 ^{ns}	132.18 *	3.93 *	1878.93*	3.83*
Error	14	56.38	39.75	1.02	501.20	0.96
C.V.%	-	11.25	9.47	8.29	15.99	11.93

ns و**و* به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵٪ ns,**,* non-significant, significant at 1 and 5%, respectively.



شکل ۱- اثر مقادیر مصرف نیتروژن بر ارتفاع سورگوم

Figure1.Effect of nitrogen on plant height in sorghum

جدول ٤- اثر متقابل مقادیر بحرانی کارت رنگ برگ و مقادیر نیتروژن بر ارتفاع گیاه، وزن خشک برگ، تعداد برگ، عملکرد بیولوژیکی، درصد پروتیین

Table 4- Interaction of critical values leaf color chart and nitrogen on plant height, leaf dry weight, leaf number, biological yield and protein percentage

Critical number of leaf color card	Nitrogen amount (Kg/ha)	plant height (Cm)	leaf dry weight (g)	Number of leaf	Biological yield (Tone/ha)	Protein (%)
LCC≤4	0	165.87 c	157.33 cd	10.53 c	33.22 bc	8.66 ab
	25	163.06 c	166.17 d	11.46 bc	28.65 d	7.85 b
	50	171.46 bc	188.33 bc	11.73 bc	31.27 c	9.25 a
	75	173.66 bc	196.12 b	13.6 a	39.53 ab	7.46 b
LCC≤5	0	145.87 d	157.33 cd	10.53 c	33.25 bc	8.66 ab
	25	183.13 ab	217.66 b	12.9 ab	38.58 ab	7.2 b
	50	191.56 a	221.33 b	12.8 b	35.13 ab	7.44 b
	75	195.56 a	277.66 a	12.93 ab	41.6 a	9.42 a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ هستند.

Columns with common letters have no significant difference at 5% probability level based on LSD test..

زمانی که عدد بحرانی کمتر از ۵ بوده تفاوتی بین ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن مشاهده نشد. مصرف نیتروژن در صورت کاهش عدد بحرانی به ۵ نسبت به کاهش عدد بحرانی به ٤ سبب افزایش ۱۹/٦٪ وزن خشک برگ در سورگوم علوفه‌ای شد. دلیل اصلی افزایش وزن خشک برگ در زمانی که عدد بحرانی به کمتر از ۵ می‌رسد را به فراهمی مناسبی نیتروژن در داخل خاک و دسترسی و انتقال بیشتر آن به گیاه می‌توان نسبت داد.. کود نیتروژنه تعداد برگ‌ها، طول و عرض برگ‌ها و ماده خشک برگ‌های یک بوته را افزایش می‌دهد.[۵]

تعداد برگ

بیشترین تعداد برگ در تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم در هکتار زمانی که عدد بحرانی کارت رنگ برگ به کمتر از ٤ می‌رسد مشاهده شد که با مصرف همین مقدار نیتروژن در صورت رسیدن عدد بحرانی کارت رنگ برگ به ۵ اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. در صورت رسیدن عدد بحرانی کارت رنگ برگ به ۵ اختلاف آماری معنی‌داری بین سطوح مختلف مصرف کود نیتروژنه مشاهده نشد اگرچه با مصرف رایج کود نیتروژنه اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ٤). این می‌تواند بیانگر این مطلب باشد که این

میزان کود در مراحل رشدی گیاه نتوانسته نیاز نیتروژنی گیاه را تأمین کند و سبب شده که تعداد برگ کافی در گیاه به علت کمبود نیتروژن تولید نشود. مطابق با نتایج فوق گزارش شده است که ویژگی‌های فیزیولوژیک سورگوم از جمله سهم برگ به نحو چشمگیری تحت تأثیر کود نیتروژن قرار می‌گیرد.[۱۴] *جعفریو همکاران (۲۰۱۲)* عنوان کردند که بیشترین سهم برگ در چهار هفته بعد از شروع گلدهی به همراه مصرف ۱۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن و کمترین آن در شروع گلدهی و بدون مصرف کود نیتروژنه حاصل گردید. زیادی نیتروژن موجب افزایش بسیار زیاد سطح برگ‌ها، کاهش جذب خالص و تأخیر در رسیدن سنبله‌ها (طول عمر گیاه) می‌گردد.[۱۲]

عملکرد بیولوژیک

بیشترین وزن تر در تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم در هکتار زمانی که عدد بحرانی کارت رنگ به کمتر از عدد ۵ رسیده مشاهده شده که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. مصرف ۲۵ کیلوگرم کود نیتروژن در عدد بحرانی کمتر از ۵ نسبت به ۷۵ کیلوگرم اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین وزن تر کل مربوط به تیماری بود که عدد بحرانی به کمتر از ٤ بوده و آن تیمار مقدار ۲۵ کیلوگرم کود نیتروژن را دریافت کرده است (جدول ٤). بیشتر بودن عملکرد بیولوژیکی در تیمار مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در زمان رسیدن عدد بحرانی کارت رنگ برگ به کمتر از ۵ را می‌توان به افزایش ارتفاع و تعداد پنجه در هر بوته نسبت داد که به دلیل مصرف مناسب و در زمان نیاز گیاه حاصل می‌شود. به نظر می‌رسد در این تیمار مصرف نیتروژن با حداکثر نیاز و زمان مصرف گیاه هماهنگ شده است. با توجه به ارتباط بین عملکرد و میزان عددی جدول رنگ برگ با افزایش میزان نیتروژن مصرفی، جذب آن توسط گیاه افزایش یافته و به تبعیت از آن درصد نیتروژن گیاه افزایش یافته است. این میزان افزایش درصد نیتروژن برگ شاید سبب افزایش تیرگی رنگ برگ شده است. *میرلوحی و همکاران (۲۰۰۰) گزارش* کردند که با افزایش مقدار نیتروژن از ۱٤۰ تا ۲۳۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد علوفه‌تر در سورگوم علوفه‌ای افزایش‌یافته است. مصرف ٤۵۰ کیلوگرم نیترات آمونیوم در هکتار عملکرد علوفه را ۲/۵ تن در هکتار نسبت به شاهد افزایش می‌دهد.[۱۵] برخی تأثیر نیتروژن در افزایش عملکرد را به نقش تنظیم‌کنندگی نیتروژن در تولید آمینواسیدها و هورمون‌های گیاهی مرتبط با تقسیم و گسترش دیواره سلولی نسبت داده‌اند و برخی دیگر نقش نیتروژن را به توسعه مراحل نموی نسبت می‌دهند که در مراحل بعدی به دلیل دریافت انرژی نورانی بیشتر منجر به تولید ماده خشک بیشتر می‌گردد.[۱۸] *انگادی و همکاران (۲۰۱۲)* گزارش کردند که در تیمارها با مدیریت نیتروژن بر اساس دیاگرام رنگ برگ مقدار نیتروژن مصرف شده در طول هر زمان، در ارقام زودرس (۲۸-۲۱ روز بعد از ظهور جوانه‌زنی)، میان‌رس (٤۱-۳۵ روز بعد از ظهور جوانه‌زنی) و دیررس (۵٦ روز بعد از ظهور جوانه تا گلدهی) به ترتیب ۲۰، ۳۰ و ٤۰ کیلوگرم در هکتار است.[۲] راندمان بازیافت نیتروژن تیمار دیاگرام رنگ برگ با مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به صورت پایه ٤۲، ٤۵ و ۵۸٪ در مقایسه با تیمار نیتروژن توصیه‌شده (۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) در سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ بوده است.[۱۹]

درصد پروتیین

روند مشخصی در مورد تغییرات پروتیین بر اساس میزان مصرف نیتروژن در صورت تغییر عدد بحرانی کارت رنگ برگ مشاهده نشد. نتایج مقایسات میانگین نشان داد که بالاترین درصد پروتیین در تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم در هکتار در زمان رسیدن عدد بحرانی کارت رنگ برگ به کمتر از عدد ۵ بود که اختلاف آماری معنی‌داری با مصرف ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن با رسیدن عدد بحرانی به کمتر از عدد ٤ نداشت. با رسیدن عدد بحرانی به کمتر از عدد ۵ در تیمارهایی که ۲۵ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن استفاده شده بود و مصرف ۷۵ کیلوگرم زمانی که عدد بحرانی به کمتر از عدد ٤ رسید کمترین مقدار درصد پروتیین مشاهده شد

که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (جدول ٤). وفور نیتروژن باعث عدم تعادل در جذب گلوسید و پروتیین و همچنین خوابیدگی و حساسیت نسبت به بیماری‌ها بدون این که قدرت تولیدی گیاه را افزایش دهد، می‌شود. افزایش نیتروژن بیش از نیاز گیاه تا رسیدن به حد بهینه محصول، موجب افزایش پروتیین دانه می‌گردد. درصد پروتیین در اثر مصرف نیتروژن هنگامی افزایش می‌یابد که نیتروژن بیش از نیاز گیاه برای تولید باشد و در مقادیر کم، فقط عملکرد افزایش می‌یابد، بدون اینکه تغییر محسوسی در میزان پروتیین به وجود آید.[۲۲] *جعفری و همکاران (۲۰۱۲)* گزارش کردند که در سطوح مختلف کود نیتروژنی بیشترین پروتیین برگ در شروع گلدهی به همراه ۱۸۰ کیلوگرم کود نیتروژنه در هکتار و کمترین آن در چهار هفته بعد از گلدهی و بدون مصرف کود نیتروژنه برآورد گردید. به نظر می‌رسد با گذشت زمان به دلیل پیری برگ و انتقال نیتروژن از برگ به دیگر اجزای گیاهی از جمله ساقه، میزان پروتیین کاهش یافته و این امر منجر به کاهش پروتیین برگ و افزایش آن در ساقه می‌گردد.[۱۲] بررسی‌ها نشان داد که با افزایش کود نیتروژنه مقدار پروتیین و درصد آن در سورگوم علوفه‌ای افزایش می‌یابد.[۲۲،۱]

نتیجه‌گیری کلی در مجموع نتایج آزمایش نشان داد که استفاده از دیاگرام رنگ برگ یک وسیله مناسب برای تعیین مقدار نیتروژن مورد نیاز سورگوم است. در صورت کاهش عدد بحرانی به کمتر از ۵ در تیمارهای ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنی بیشتری نسبت به روش رایج و سایر تیمارهای مورد بررسی مصرف شد اگرچه این افزایش مصرف سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی سورگوم علوفه‌ای نیز شد. از آنجا که اختلاف معنی‌داری بین مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در صورت کاهش عدد بحرانی برگ به کمتر از ٤ مشاهده نشد لذا در مجموع می‌توان گفت مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در صورت کاهش عدد بحرانی برگ به کمتر از ۵ علاوه بر کاهش هزینه‌های تولید و عدم آلودگی آب‌های زیرزمینی تیمار مناسبی جهت حصول عملکرد کمی و کیفی مناسب در سورگوم می‌باشد

References

1. Agha-Alikhani M (1993) Evaluation of various amount and application method of nitrogen fertilizer on growth curve and qualitative and quantitative characteristics of forage sorghum. M.Sc. thesis. Tarbiat Modarres University.
2. Angadi V, Rajakumara S, HugarA, Basavaraj B, Subbaiah S, Balasubramanian V (2012) Determining the leaf color chart threshold value for nitrogen management in rainfed rice. International Rice Research Notes 27: 34-35.
3. Balaji T, Jawahar D (2007) Comparison of LCC and SPAD methods forassessing nitrogen requirement of rice. C
4. rop Research (Hisar) 33: 30-34.
5. Balasubramanian V, Morales A, Cruz R, De N, Tan P, Zaini Z. (2000) Leaf Color Chart (LCC): a simple decision tool for nitrogen management in lowland rice. Poster presented at the Annual American Society of Agronomy Annual Meeting, Minneapolis, Minnesota.
6. Belder P, Spiertz JHJ, Bouman BAM, Lu G, Tuong TP (2005) Nitrogen economy and water productivity of lowland rice under water-saving irrigation. Field Crops Research 93: 169-185.
7. DosSantos F, De Albuquerque Filho M, De Resende Á, De Oliveira A, Gomes T, Oliveira M (2014) Nitrogen nitrogen and potassium fertilization on sorghum biomass-yield and fiber quality. Revista Brasileira de Milho e Sorgo 13: 1-13.
8. Eltelib H, Hamad M, Ali E (2006)Effect of nitrogen and phosphorus fertilization on growth, yield and quality of forage maize (*Zea mays* L.). Journal of Agronmy 5: 515-518.
9. Houshmandfar A, Moraghebati N (2010) The determination of nitrogen requirement of wheat's cultivars (*Triticum aestivum* L.) using leaf color chart (LCC) Plant and Ecosystem 6: 27-38. (In Persian with English Abstract).
10. Houshmandfar A, Kimaro A (2011) Calibrating the leaf color chart for rice nitrogen management in Northern Iran. African Journal of Agricultural Research 6: 2627-2633.
11. Huang J, He F, Cui K, Buresh RJ, Xu B, Gong W, Peng S (2008) Determination of optimal nitrogen rate for rice varieties using a chlorophyll meter. Field Crops Research 105: 70-80.
12. Hussain F, Bronson K, Peng S (2000) Use of chlorophyll meter sufficiency indices for nitrogen management of irrigated rice in Asia. Agronomy Journal 92: 875-879.
13. Jafari R, Sharifi RS, Imani A (2012) Effects of nitrogen and harvesting date on fertilizer use efficiency and qualitative and quantitative yield of *sorghum bicolor*. Journal of Crops Improvement 14: 17-30. (In Persian with English Abstract).
14. Javadi H, Saberi M, Nasrabad AA, Khosravi S (2010) The Study of Amounts and Methods of Nitrogen application on Quantitative and Qualitative Characteristics of ForageSorghum, Variety Speed Feed. Iranian Journal of Field Crops Research 8: 384-392. (In Persian with English Abstract).
15. Maranville JW, Madhavan S (2002) Physiological adaptations for nitrogen use efficiency in sorghum. Pages 81-90. Food Security in Nutrient-Stressed Environments: Exploiting Plants' Genetic Capabilities, Springer.
16. Mirlohi A, Bozorgvar N, Bassiri M (2000) Effect of nitrogen rate on growth, forage yield and silage quality of three sorghum hybrids. JWSS - Isfahan University of Technology 4: 105-116. (In Persian with English Abstract).
17. Mosier A, Syers JK, Freney JR (2004) Agriculture and the nitrogen cycle: assessing the impacts of fertilizer use on food production and the environment: Island Press.
18. Nahvi M, Davatgar N, Darighgoftar F, Sheikhhoseinian A, Abbasian M (2012) Determination of nitrogen fertilizer requirement in rice based on leaf color chart. Seed and Plant Production Journal 28: 53-68. (In Persian with English Abstract).
19. Siam H, Abd-El-Kader G, El-Alia H (2008) Yield and yield components of maize as affected by different sources and application rates of nitrogen fertilizer. Research Journal of Agricultural Biology Science 4: 399-412.
20. Singh B, Singh Y, Ladha JK, Bronson KF, Balasubramanian V, Singh J, Khind CS (2002) Chlorophyll meter–and leaf color chart–based nitrogen management for rice and wheat in Northwestern India. Agronomy Journal 94: 821-829.
21. Sudhalakshmi C, Velu V, Thiyagarajan TM (2008) Leaf colour chart for nitrogen management in rice - a review. Agricultural Reviews 2306-2309.
22. Valadabadi S, Elahian M, Daneshian J, Nahvi M (2010) Nitrogen performance characteristics for nitrogen fertilizer management by leaf color diagram. Journal of Crop Ecophysiology 2: 209-225. (In Persian with English Abstract).
23. Zhao D, Reddy KR ,Kakani VG, Reddy V (2005) Nitrogen deficiency effects on plant growth, leaf photosynthesis, and hyperspectral reflectance properties of sorghum. European Journal of Agronomy 22: 391-403.

Determination of nitrogen fertilizer requirement on sorghum based on leaf color chart

Agroecology Journal
Vol. 10, No. 3 (15-24) Autumn 2014

Ali Izi
Master of Agronomy
Department of agronomy and Plant Breeding
Sabzevar Branch
Islamic Azad University
Sabzevar, Iran
Email ✉:
ali_iziy2009@yahoo.com

Moahmmad Armin
Associate professor
Department of agronomy and Plant Breeding
Sabzevar Branch
Islamic Azad University
Sabzevar, Iran
Email ✉:
armin@iaus.ac.ir
(corresponding author)

Esmaiel Filekesh
Assistant professor
Research Center for Agriculture & Natural Resources
Sabzevar, Iran
Email ✉:
filehkesh@gmail.com

Accepted: 22 February, 2014 **Received:** 16 September, 2014

ABSTRACT Nowadays, implementation of simple and efficient methods for determining nitrogen needs has been considered in various plants. The simplest and most efficient methods for appreciate nitrogen requirement determination is leaf color chart (LCC). To determine of nitrogen fertilizer requirement in forage sorghum using leaf color chart, an experiment was conducted as factorial arrangement based on complete randomized block design with three replications at Agriculture and Natural Resources Research Station of Sabzevar in 2012 growing season. The factors were nitrogen rate in four levels including conventional (150), 25, 50, and 75 $kg.ha^{-1}$ N and LCC scores was less than 4 and 5. The highest plant height, leaf dry weight, number of leaves per plant, biological yield and protein percentage were obtained in 75 and 50 $kg.ha^{-1}$ nitrogen application. Using different amounts of nitrogen with reduction of LCC to 5 led to higher plants, more leaf dry weight, leaf numbers per plant, biological yield and protein content than using nitrogen with reduction of LCC to 4. On the whole, 50 $kg.ha^{1}$ nitrogen with reduction of LCC to 5 was the best treatment for the highest quantity and quality yield achievement for forage sorghum. Also, LCC can be applied easily to determine sorghum nitrogen equipment.

Keywords:
- critical value
- forage sorghum
- leaf color diagram
- nitrogen splitting
- nutrient management
- protein