تأثیر استفاده از ابزار LCC در افزایش راندمان مصرف کود نیتروژن در شالیزار

سکینه واثقی[۱*]، مریم ولی نژاد[۱] و مجید افیونی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۱۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۰۴)

چکیده

به‌دلیل سرعت بالای تصعید نیتروژن به‌صورت آمونیاک، نیتریفیکاسیون، رواناب سطحی و آب‌شویی، کارایی استفاده از نیتروژن در شالیزارها پایین می‌باشد. از آنجائی که نیتروژن برگ نشان‌دهنده ذخیره نیتروژنی کل از تمام منابع می‌باشد در نتیجه می‌تواند نشانگر خوبی از فراهمی نیتروژن برای گیاه در هر زمان باشد. دیاگرام شاخص رنگ برگ یک وسیله ساده و قابل حمل برای تعیین زمان مصرف سرک کود نیتروژن می‌باشد. این ابزار برای افزایش کارائی استفاده از نیتروژن مورد استفاده قرار می‌گیرد. یک آزمایش مزرعه‌ای برای مقایسه تأثیر کاربرد تقسیطی کود نیتروژن واستفاده از ابزار چارت رنگ برگ، بر عملکرد دانه و راندمان استفاده از کود نیتروژن در سال ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی برنج در مرکز تحقیقات برنج کشور در آمل انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۱۲ تیمار در ۳ تکرار برروی رقم فجر انجام شد.۱۲ تیمار شامل تیمار شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) و تقسیط‌های ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سه زمان مصرف برای هر کدام از مقادیر و دو تیمار دیگر شامل تیمارهای LCC شماره ۴ و ۵ بوده است. نتایج نشان داد که عملکرد دانه نسبت به شاهد تا سطح ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت به‌طوری که عملکرد دانه در این سطح مصرف کود ۵۵٪ نسبت به شاهد افزایش یافت. همچنین نتایج نشان داد عملکرد دانه درتیمارهای LCC بیشترازتیمارهای تقسیطی بود. بنابراین نتایج بین تیمارهای مختلف کودی، تیمار LCC۵ با داشتن حداکثر عملکرد دانه و راندمان‌های زراعی، فیزیولوژیک، داخلی و عامل بهره‌وری نسبی، می‌تواند بهترین روش مدیریتی برای استفاده از کود نیتروژن محسوب گردد و مانع از کاربرد اضافی کود نیتروژن در رقم فجر می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: نیتروژن، راندمان، برنج، LCC

۱.گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سوادکوه
۲.گروه خاک شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: vaseghi_s76@yahoo.com

مقدمه

عنصر نیتروژن پر نیازترین عنصر غذایی برای برنج محسوب می‌شود و از این نظر گلوگاه رشد برای آن به‌شمار می‌رود. این عنصر در اراضی شالیزاری به‌عنوان یکی از محدود کننده‌ترین عنصر غذایی به‌حساب می‌آید و لازمه دستیابی به عملکرد بالا در برنج استفاده از کودهای حاوی نیتروژن می‌باشد. با توجه به راندمان پایین کودهای نیتروژنی در شالیزار که تبعات زیست محیطی و همچنین اقتصادی بسیار بالائی را دربردارد (۱). لذا محققان به‌دنبال راه‌کارهایی برای افزایش هر چه بیشتر راندمان استفاده از کودهای نیتروژن توسط گیاه برنج می‌باشند. بخش مهمی از راندمان پائین استفاده از نیتروژن در شالیزار به زمان نادرست مصرف کودهای نیتروژن برمی‌گردد بنابراین یکی از راه‌کارهای لازم برای دستیابی به راندمان بالای استفاده از نیتروژن، مدیریت صحیح زمان مصرف کود حاوی نیتروژن می‌باشد. علیرغم تحقیقات زیاد در مورد راهبردهای مبتنی بر افزایش راندمان مصرف نیتروژن در برنج غرقابی، راندمان بازیافت کود نیتروژون مصرف شده توسط شالیکاران در این اراضی نسبتاً پائین است. راندمان کود نیتروژن در شالیزارهای قاره آسیا با محدوده ۴۰-۲۰ درصد مقدار نیتروژن به‌کار رفته گزارش شده است (۷، ۲۳).

یک راه‌کار افزایش راندمان کود نیتروژنه، مصرف کود نیتروژنه در زمان واقعی نیاز گیاه برنج است که در این رابطه اطلاع از وضعیت نیتروژن برگ در مراحل مختلف رشد بسیار حائز اهمیت است که این موضوع توسط محققین مختلفی گزارش شده است (۱۵، ۲۷). از آنجائی که در برنج بین فتوسنتز و نیتروژن برگ ارتباط نزدیکی وجود دارد و از طرفی میزان نیتروژن گیاه ارتباط نزدیکی با میزان عملکرد دارد بنابراین متعادل نگه داشتن میزان نیتروژن برگ در طی دوره رشد برای به‌دست آوردن عملکرد بالا قطعاً ضروری است (۲۷). لازمه دستیابی به عملکرد مناسب و مدیریت صحیح نیتروژن در شالیزارها آگاهی از وضعیت نیتروژن در گیاه است. با توجه به این که روش تجزیه بافت گیاه به‌علت وقت‌گیر بودن (۱۰ تا ۱۴ روز تا اعلام نتیجه) کمتر مورد استقبال کشاورزان قرار می‌گیرد معرفی روشی ساده و سریع و حتی‌الامکان غیرتخریبی برای تعیین میزان نیتروژن برگ و تعیین زمان دقیق مصرف کود نیتروژن بسیار ضروری است (۱۲). دیاگرام شاخص رنگ برگ (LCC) می‌تواند برای تعیین وضعیت نیتروژن در مزرعه و نیز تعیین زمان دقیق سرک نیتروژن مورد استفاده قرار گیرد و با استفاده از این وسیله قادر خواهیم بود زمان مصرف کود نیتروژنه را با نیاز واقعی گیاه تطبیق دهیم (۴، ۲۷). در تحقیقی نشان داده شد که استفاده از LCC برای مدیریت نیتروژن در برنج ۱۹ تا ۳۱٪ عملکرد خالص و راندمان زراعی بالاتری نسبت به‌کاربرد نیتروژن در زمان ثابت ایجاد کرد (۲۴).

مطالعه‌ای در هند در سال ۲۰۰۱ نشان داد که مدیریت نیتروژن با استفاده از LCC حد بحرانی ۳، تا مرحله زایشی به‌طور معنی‌دار و مطلوبی عملکرد و اجزاء عملکرد را تحت تأثیر قرار داد (۱۳). در سال ۲۰۰۵ نیز توسط محققین دیگر نتایج مشابهی به‌دست آمد (۱۸).

برای مقایسه روش‌های مختلف مدیریت نیتروژن شامل حد بحرانی ۴ و ۵ برای LCC، آزمایشی در هند در سال ۲۰۰۷ انجام شد. نتایج نشان داد که حد بحرانی ۴ برای LCC بیشترین عملکرد محصول (۶/۳۶ تن در هکتار) را تولید کرد در صورتی که عملکرد برنج در حد بحرانی ۵ برای LCC ۵/۷ تن در هکتار بود (۲).

در رابطه با مدیریت معمول کود نیتروژنه در حال حاضر که شامل کاربرد تقسیطی کود نیتروژنه با مقدار ثابت در مراحل کلیدی رشد می‌باشد باید اذعان داشت که در این روش نیاز برنج در طول سال در مناطق مختلف ثابت فرض می‌شود در حالی که نیاز برنج به کود نیتروژنه از مکانی به مکانی دیگر و در اثر تغییرات فصل و سال تغییر می‌کند زیرا این فاکتورها بر ظرفیت ذخیره نیتروژن خاک تأثیر می‌گذارند (۸).

در تحقیقی در سال ۲۰۰۵ برای مقایسه روش کاربرد نیتروژن به‌صورت تقسیطی با روش LCC نشان داد که استفاده از حد بحرانی ۵ برای LCC با مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در

جدول ۱. خصوصیات کلی خاک مورد مطالعه.

کربن آلی (٪)	هدایت الکتریکی ($ds\ mm^{-1}$)	pH	فسفر (اولسن) ($mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب ($mg\ kg^{-1}$)	رس (٪)	بافت	TNV (٪)	NH_4-N (mg/kg)
۱	۱/۳۶	۷/۳	۸/۵	۱۴۰	۲۷	لوم‌سیلت	۲۰	۷۰

هکتار نسبت به کاربرد ۱۲۴kg نیتروژن در هکتار در سه تقسیط عملکرد معنی‌دار بالاتری را نشان داد. در این تحقیق از لحاظ آماری تفاوتی بین حد بحرانی ۴ و ۵ برای LCC از نظر عملکرد محصول مشاهده نشد (۱۰). امتیاز روش مدیریتی نیتروژن براساس دیاگرام شاخص رنگ برگ یا LCC نسبت به‌روش تقسیطی توسط محققین مختلفی در نقاط مختلف دنیا ثابت شده است (۵، ۶، ۱۳، ۱۶، ۱۹، ۲۴، ۲۶).

هدف از این تحقیق مقایسه مدیریت نیتروژن به‌روش تقسیطی (سنتی) با روش LCC و نیز مقایسه مقدار راندمان مصرف کود نیتروژن دراین روش‌ها می‌باشد تا بدین‌وسیله با جلوگیری از مصرف بی رویه نیتروژن از اثرات زیست محیطی آن جلوگیری به‌عمل آید.

مواد و روش‌ها

این طرح در سال زراعی ۸۷ در مزارع معاونت مؤسسه تحقیقات برنج کشور (آمل) به مدت یک‌سال اجرا شد. پس از تعیین مکان مورد آزمایش، نمونه خاک مرکب سطحی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری سطح خاک برداشت شد و در آزمایشگاه خاک‌شناسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مورد تجزیه قرار گرفت (جدول۱)

این آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. تعداد کل کرت‌های آزمایشی ۳۶ کرت بود. ۱۲ تیمار جدول (۲) شامل تیمار شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) و تقسیط‌های ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سه زمان مصرف برای هر کدام از مقادیر و تیمارهای LCC شماره ۴ و ۵ بوده است (۲، ۵، ۱۰). علاوه بر مصرف کود نیتروژن طبق تیمارهای گفته شده، مقدار ۱۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل، ۲۰۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم و ۲۵ کیلوگرم کود سولفات روی در هکتار به تمامی کرت‌های مورد آزمایش و نیز تیمار شاهد داده شد.

بعد از کرت‌بندی مزارع آزمایشی به ابعاد ۱۲ مترمربع (۳ m×۴m)، مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم و ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود سولفات روی قبل از نشاکاری و آب تخت شدن در کرت‌های آزمایشی به‌طور یکنواخت توزیع گردید.

نشاکاری در فاصله ۲۰×۲۰ سانتی‌متر انجام شد. تیمارهای نیتروژن طبق مقادیر و زمان‌های گفته شده در جدول (۱) در طول فصل رشد در کرت‌های آزمایشی اعمال گردیدند. کرت‌ها در طول فصل رشد به‌صورت آب تخت نگه داشته شدند. برای کنترل علف‌های هرز، از علف کش استفاده شد و نیز دوبار وجین دستی انجام گرفت. برای مبارزه با کرم برگ خوار و کرم ساقه خوار نیز از حشره‌کش استفاده گردید.

ابزار LCC توسط IRRI در سال ۱۹۹۶ ابداع گردید که شامل ۶ رنگ می‌باشد که با افزایش شماره، سبزی آن افزایش می‌یابد. این ابزار (LCC) هر ۱۰ روز یک‌بار از ۱۵ روز بعد از نشاکاری تا زمان ۵۰٪ گل‌دهی استفاده گردید. برای اندازه‌گیری ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی از هرکرت انتخاب شد و در هر بوته رنگ قسمت میانی جوان‌ترین برگ کاملاً باز شده با رنگ بحرانی انتخاب شده LCC مقایسه گردید. زمانیکه رنگ برگ‌ها از رنگ بحرانی انتخاب شده LCC روشن‌تر بود مقدار ۱۴ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره مصرف شد.

برای تعیین عملکرد بعد از رسیدن محصول، ۵ مترمربع از

جدول ۲- خصوصیات کلی تیمارهای مورد استفاده

شماره	خصوصیات تیمارها	زمان مصرف کود نیتروژن
شاهد	بدون کاربرد نیتروژن	-
تقسیط ۴۵	مصرف ۴۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار	(t_1) مصرف کود نیتروژن در سه تقسیط مساوی در زمان پایه، پنجه زنی و سنبله جوان
تقسیط ۴۵	مصرف ۴۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار	(t_2) مصرف کود در سه تقسیط ۲۰٪ هفت روز بعد از نشاکاری، ۴۰٪ پنجه زنی و ۴۰٪ سنبله جوان
تقسیط ۴۵	مصرف ۴۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار	(t_3) مصرف کود در دو تقسیط مساوی ۵۰٪ پنجه زنی و ۵۰٪ سنبله جوان
تقسیط ۹۰	مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار	(t_1) مصرف کود نیتروژن در سه تقسیط مساوی در زمان پایه، پنجه زنی و سنبله جوان
تقسیط ۹۰	مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار	(t_2) مصرف کود در سه تقسیط ۲۰٪ هفت روز بعد از نشاکاری، ۴۰٪ پنجه زنی و ۴۰٪ سنبله جوان
تقسیط ۹۰	مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار	(t_3) مصرف کود در دو تقسیط مساوی ۵۰٪ پنجه زنی و ۵۰٪ سنبله جوان
تقسیط ۱۳۵	مصرف ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار	(t_1) مصرف کود در سه تقسیط ۲۰٪ هفت روز بعد از نشاکاری، ۴۰٪ پنجه زنی و ۴۰٪ سنبله جوان
تقسیط ۱۳۵	مصرف ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار	(t_2) مصرف کود نیتروژن در سه تقسیط مساوی در زمان پایه، پنجه زنی و سنبله جوان
تقسیط ۱۳۵	مصرف ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار	(t_3) مصرف کود در دو تقسیط مساوی ۵۰٪ پنجه زنی و ۵۰٪ سنبله جوان
LCC ۴	مصرف ۱۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار	هر زمان که رنگ برگ از حد بحرانی ۴ LCC روشن‌تر باشد
LCC۵	مصرف ۱۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار	هر زمان که رنگ برگ از LCC۵ حد بحرانی روشن‌تر باشد.

متن هر کرت با حذف حاشیه انتخاب و پس از برداشت با دست، خرمن کوبی شده، سپس توزین گردید و عملکرد برحسب کیلوگرم در هکتار در رطوبت ۱۴٪ محاسبه گردید.

نمونه‌های دانه و کاه بعد از خشک شدن در حرارت $70^{\circ}C$ کوبیده شده و از الک ۰/۵ میلی‌متر عبور داده شدند. مقدار نیتروژن دانه و کاه توسط هضم نمونه‌ها، با اسیدسولفوریک با روش کجلدال اندازه‌گیری شد (۲۷). مجموع مقدار نیتروژن دانه و کاه به‌عنوان جذب نیتروژن کل درنظر گرفته شد.

RE یا راندمان بازیافت معادله (۳)، AE یا راندمان زراعی معادله (۴) ,PFP یا عامل بهره‌وری نسبی معادله (۱)، PE یا راندمان فیزیولوژیک معادله (۲) و IE یا راندمان داخلی معادله (۵) به‌صورت زیر محاسبه گردید (۷).

۱- $PFP(kg/kg)=GY_{+N}/FN$

۲-$PE(kg/kg)=(GY_{+N}-GY_{0N})/UN_{+N}-UN_{0N}$

۳-$RE(\%)=(UN_{+N}-UN_{0N})100/FN$

۴-$AE(kg/kg)=(GY_{+N}-GY_{0N})/FN$

۵-$IE(kg/kg)=GY/UN$

GY= عملکرد دانه

UN= جذب کل نیتروژن

GY_{+N} = عملکرد دانه در تیمار با مصرف کود

GY_{oN} = عملکر دانه در تیمار بدون مصرف کود (شاهد)

UN_{+N} = جذب کل نیتروژن در تیمار با مصرف کود

UN_{oN} = جذب کل نیتروژن در تیمار بدون مصرف کود (شاهد)

FN= مقدار کود نیتروژن مصرفی

داده‌های عملکرد و راندمان ها توسط جداول تجزیه واریانس برای تعیین تأثیر تیمارهای مدیریت نیتروژن با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای تعیین تفاوت بین تیمارها آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

تأثیر مقادیر و زمان‌های مختلف مصرف کود نیتروژن بر عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس میانگین عملکرد نشان می دهد که تأثیر سطوح کودی بر عملکرد دانه معنی‌دار گردید (جدول ۳). مقایسات میانگین بین تیمارها نشان می‌دهد که همه تیمارها نسبت به شاهد افزایش عملکرد داشته‌اند (جدول۴). عملکرد دانه در سطح کودی ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ کیلوگرم در نیتروژن در هکتار،LCC شماره ۴ و LCC شماره ۵ به‌ترتیب به‌طور متوسط ۲۱، ۴۸، ۵۵، ۵۵ و ۸۱ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. همان‌طوری که نتایج نشان می‌دهد در بین تیمارهای تقسیطی بالاترین عملکرد دانه با مصرف ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد.

محققینی در هند، با کاربرد سطوح مختلف نیتروژن شامل صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، نشان دادند که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، بیشترین محصول دانه و کاه (۴/۸۴ و ۶/۹۹ تن در هکتار) را نسبت به بقیه سطوح نیتروژن تولید کرد (۲۰). تحقیق دیگری در هند در بررسی سطوح کاربرد کود نیتروژنه (۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را برای دستیابی به حداکثر محصول دانه و کاه (۴/۲ و ۶/۹ تن در هکتار) توصیه کرد (۲۵).

در همه سطوح مصرف کود،حذف کود پایه(زمان t_3) عملکرد پائین‌تری را نسبت به دو زمان t_1 و t_2 (به‌ترتیب مصرف کود پایه در زمان نشاکاری و هفت روز بعد از نشاکاری) موجب گردید یعنی در خاک با ماده آلی و $NH_4 - N$ پائین که ظرفیت تأمین نیتروژن خاک کم می‌باشد با حذف کود پایه گیاه قادر به جذب نیتروژن مورد نیاز خود در مراحل اولیه رشد نمی‌باشد و این مسئله باعث کاهش عملکرد آن می‌گردد. بنابراین در خاک‌های با ماده آلی کم کود پایه باید سهم عمده ای از کل کود مصرفی را داشته باشد.

در تحقیق حاضر بالاترین عملکرد دانه در LCC شماره ۵ با مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن درهکتار بوده است که ۷۳/۵٪ نسبت به شاهد افزایش نشان داد (جدول ۳). تیمار LCC شماره ۴ با مصرف کود کمتر (۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) نسبت تیمار تقسیط ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار عملکرد مشابهی ایجاد نمود. LCC شماره ۵ نیز با مصرف کود برابر نسبت به تیمار تقسیط ۹۰ و کود کمتر نسبت به تقسیط ۱۳۵ به‌طور معنی‌دار عملکرد بالاتری را تولید کرده است. بنابراین در این مکان مدیریت نیتروژن براساس LCC نسبت به تیمارهای تقسیطی با مصرف مقدار مشابه یا کمتر کود نیتروزن افزایش عملکرد معنی‌داری داشته است.

LCC۵ نسبت به ۴ LCC افزایش عملکرد معنی‌دارنشان داده است. افزایش عملکرد معنی‌دار تیمار LCC۴ نسبت به LCC۵ را می‌توان به‌علت زمان مناسب‌تر مصرف کود در این تیمار بیان نمود که احتمالاً با عرضه نیتروژن مورد نیاز دقیقاً مطابق با نیاز گیاه توانسته برجذب بقیه عناصرغذایی مورد نیاز گیاه تأثیر گذار بوده و باعث افزایش عملکرد گردد (۲۸، ۲۹).

کاربرد نیتروژن با استفاده از ابزار LCC۵ می‌تواند باعث افزایش عملکرد معنی‌داری در مقایسه با سایر مدیریت‌های

جدول ۳. تجزیه واریانس غلظت نیتروژن و عملکرد کاه، شاخص برداشت، جذب نیتروژن کل، عامل بهره‌وری نسبی، راندمان‌های فیزیولوژیک، بازیافت، زراعی و داخلی

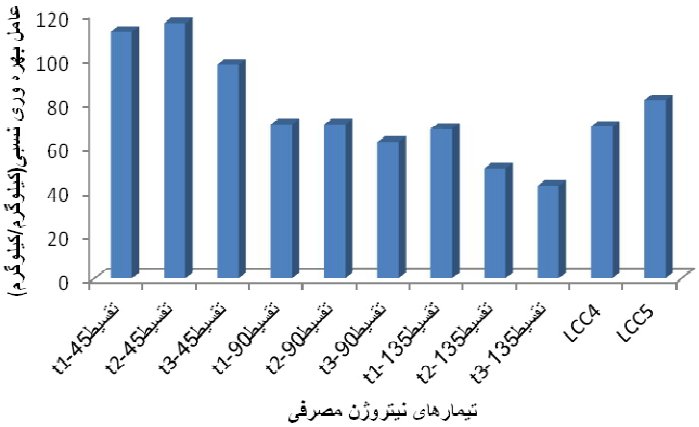
منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		غلظت نیتروژن(٪)		عملکرد دانه	جذب نیتروژن	عامل بهروری	راندمان	راندمان زراعی	راندمان فیزیولوژیک	راندمان داخلی
		دانه	کاه	(kg/ha)	کل(kg/ha)	نسبی (kg/kg)	بازیافت(٪)	(kg/kg)	(kg/kg)	(kg/kg)
تکرار	۲	۰/۰۳۶ ns	۰/۰۰۹۶ ns	۱۲۶۴۱۱	۴۰۰/۱۱ ns	۳۷/۷۵ ns	۱۳/۰۸ ns	۶۱ ns	۴۰/۳۳ ns	۴۱/۳۳ ns
سطوح کودی	۱۱	۰/۰۶۸*	۰/۰۳۴۴*	۱۶۳۸۳۱۱*	۲۴۱۲/۶۳*	۳۹۶۲/۸۲*	۱۱۶۶/۵*	۳۸۳/۵۱*	۷۷۶/۷۱*	۱۵۱/۴۸*
خطای کل	۲۲	۰/۰۲۱	۰/۰۰۱۲	۲۲۵۶۱/۱	۵/۳۸	۱/۰۲۲	۰/۳۵۶	۲/۴۵	۰/۳۳	۰/۶۰۶
ضریب تغییرات	–	۵/۶۱	۷/۹۵	۸/۰۴	۱/۷۴	۱/۴۳	۰/۹۷	۷/۷۹	۱/۷۴	۱/۷۲

*:تفاوت بین تیمارها ازنظرآماری درسطح ۵ درصد معنی دار می‌باشد . ns :تفاوت بین تیمارها از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد

جدول ۴. غلظت نیتروژن و عملکرد دانه وکاه، شاخص برداشت، جذب نیتروژن کل، عامل بهره‌وری نسبی، راندمان‌های فیزیولوژیک، بازیافت، زراعی و داخلی

تیمارها	غلظت نیتروژن (٪)		عملکرد (kg/ha)	شاخص برداشت	جذب نیتروژن کل (kg/ha)	عامل بهره‌وری نسبی (kg/kg)	راندمان باز یافت (٪)	راندمان زراعی (kg/kg)	راندمان فیزیولوژیک (kg/kg)	راندمان داخلی (kg/kg)
	دانه	کاه	دانه							
شاهد	۱/۳^{e}	۰/۲۵^{e}	۴۰۳۰^{d}	۰/۳۵^{cd}	۷۸^{d}	–	–	–	–	۵۱/۷^{a}
تقسیط ۴۵ (t_1)	۱/۶۵^{bc}	۰/۳۲^{cd}	۵۰۵۰^{c}	۰/۴۳^{cd}	۱۰۸^{c}	۱۱۲/۴^{a}	۶۶/۶a^{b}	۲۲/۶^{bc}	۳۴b^{c}	۴۶/۷^{ab}
تقسیط ۴۵ (t_2)	۱/۶۵^{bc}	۰/۳۱^{cd}	۵۲۳۵^{c}	۰/۵۴^{b}	۱۰۵^{c}	۱۱۶/۳^{a}	۶۰^{b}	۲۶/۷^{b}	۴۴/۶^{b}	۴۹/۸^{a}
تقسیط ۴۵ (t_3)	۱/۴۵^{cd}	۰/۳۵^{c}	۴۳۸۶^{b}	۰/۳۷^{cd}	۱۰۶^{c}	۹۷/۵^{ab}	۶۲/۰^{b}	۷/۹^{e}	۱۲/۷^{d}	۴۱/۳^{b}
تقسیط ۹۰ (t_1)	۱/۶۵^{bc}	۰/۴۵^{b}	۶۲۷۳^{b}	۰/۴۵^{c}	۱۳۸^{b}	۶۹/۷^{a}	۶۶/۶^{ab}	۲۴/۹^{bc}	۳۷/۳^{bc}	۴۵/۴^{ab}
تقسیط ۹۰ (t_2)	۱/۷۳^{ab}	۰/۴۸^{b}	۶۱۱۳^{b}	۰/۴۶^{c}	۱۴۰^{b}	۶۷/۹^{a}	۶۸/۸^{ab}	۲۳/۱^{bc}	۳۳/۵^{bc}	۴۳/۶^{ab}
تقسیط ۹۰ (t_3)	۱/۶۸^{bc}	۰/۴۹^{b}	۵۵۶۶^{bc}	۰/۴۳^{c}	۱۴۰^{b}	۶۱/۸^{c}	۶۸/۸^{ab}	۱۷^{d}	۲۴/۷^{c}	۳۹/۷^{b}
تقسیط ۱۳۵ (t_1)	۱/۸۳^{ab}	۰/۵۹^{a}	۶۳۱۳^{b}	۰/۴۲^{c}	۱۶۰^{a}	۶۷/۹^{d}	۶۰/۷۱^{b}	۱۶/۹^{d}	۲۷/۸^{c}	۳۹/۴^{b}
تقسیط ۱۳۵ (t_2)	۱/۹۱^{a}	۰/۵۶^{a}	۶۸۰۰^{aba}	۰/۴۱^{c}	۱۶۷^{a}	۵۰/۳^{d}	۶۵/۹۱^{ab}	۲۰/۵^{cd}	۳۱/۱^{bc}	۴۰/۷^{b}
تقسیط ۱۳۵ (t_3)	۱/۸۲^{ab}	۰/۵۷^{a}	۵۶۵۳^{bc}	۰/۴۶^{c}	۱۷۰^{a}	۴۱/۸^{d}	۶۸/۱۱^{ab}	۱۲^{de}	۱۷/۶^{d}	۳۳/۲^{c}
LCC۴	۱/۶۱^{b}	۰/۴۸^{b}	۶۲۵۰^{b}	۰/۴۵^{c}	۱۳۶^{a}	۶۹/۴^{d}	۷۶/۳^{a}	۲۹/۲^{b}	۳۸/۲^{bc}	۴۵/۹^{b}
LCC۵	۱/۶۵^{ab}	۰/۴۱^{bc}	۷۳۱۳^{a}	۰/۵۹^{a}	۱۴۱^{b}	۸۱/۲^{b}	۷۰^{a}	۳۶/۵^{a}	۵۲/۱^{a}	۵۱/۸^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری ندارد



نمودار ۱. مقایسه تیمارهای مختلف نیتروژن بر عامل بهره وری نسبی

نیتروژن (شماره LCC۴ و روش‌های تقسیطی) گردد (۵، ۱۸،۹). تحقیق دیگری برروی سه سطح LCC و مصرف ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار در ۴ تقسیط برابر و ۴ تقسیط نابرابر نشان داد که LCC۴ با ذخیره ۵۰ درصد نیتروژن عملکرد مشابه با تیمار تقسیط برابر تولید نمود ولی LCC۵ نسبت به تیمار تقسیطی برابر عملکرد دانه بیشتری را ایجاد نمود (۱۶،۲۱).

غلظت نیتروژن دانه و کاه

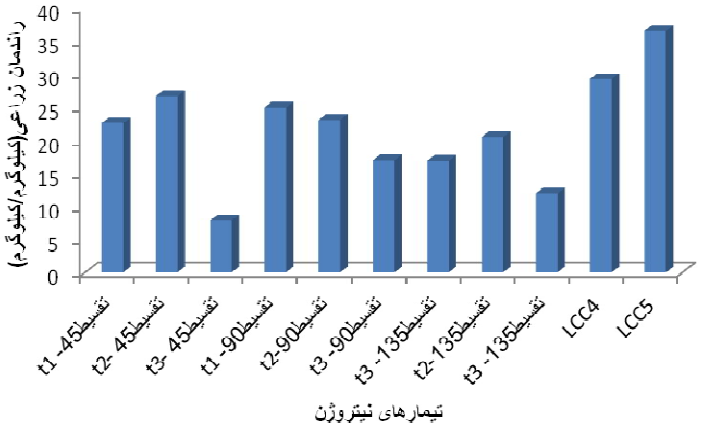
براساس جدول تجزیه واریانس اثرسطوح مختلف کودی بر غلظت نیتروژن دانه و کاه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شده است (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد جدول (۴) که همه تیمارهای کودی نسبت به شاهد افزایش نشان دادند. مطابق این جدول با افزایش مصرف کود غلظت نیتروژن دانه و کاه افزایش یافت به‌طوری که بیشترین غلظت نیتروژن دانه و کاه در مصرف ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل گردید. غلظت نیتروژن دانه با افزایش کود مصرفی افزایش یافت که با نتایج تحقیقات سالکو و همکاران مطابقت دارد(۲۳).

تأثیر مقادیر و زمان‌های مختلف مصرف کود نیتروژن بر جذب نیتروژن کل

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که تأثیر سطوح کودی بر جذب نیتروژن کل در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳). مقایسات میانگین بین تیمارها (جدول ۴) نشان می‌دهد که با افزایش مصرف کود نیتروژن، جذب نیتروژن کل به‌صورت معنی‌دار افزایش یافت به‌طوری که مقدارآن از ۷۸ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد به‌طور متوسط به ۱۰۶، ۱۳۹، ۱۶۵/۶ کیلوگرم در هکتار در سطوح کودی ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار رسید و درمورد تیمارهای LCC با کاربرد ۷۶ و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مقدار جذب نیتروژن کل به‌ترتیب به ۱۳۶ و ۱۴۱ کیلوگرم در هکتار رسید. بنابراین مشاهده می‌شود که جذب نیتروژن کل با افزایش مصرف کود افزایش می‌یابد. این روند افزایشی را تحقیقات دیگر نیز نشان داده است (۳، ۲۵، ۲۰).

تأثیر مقادیر و زمان‌های مختلف مصرف کود نیتروژن بر عامل بهره‌وری نسبی، راندمان بازیافت و راندمان زراعی

با توجه به جدول تجزیه واریانس تأثیر سطوح کودی بر عامل بهره‌وری نسبی در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳). مقایسات میانگین بین تیمارها (جدول ۴) نشان می‌دهد که با افزایش مقدار مصرف کود، عامل بهره‌وری نسبی کاهش یافت (نمودار ۱). این روند بیانگر این است که در سطوح کم مصرف کود، به ازای هر یک کیلوگرم کود، عملکرد دانه بالاتری ایجاد می‌گردد قانون میچرلیخ نیزموید همین مطلب است به‌طوری که با افزایش یک واحد از عامل محدود کننده عملکرد نسبی ۵۰



نمودار ۲. مقایسه تیمارهای مختلف نیتروژن بر راندمان زراعی

درصد افزایش یافت ولی با افزودن واحدهای بعدی عامل محدود کننده روند افزایش عملکرد کاهش یافت. کاهش بهره‌وری نسبی به‌ازای افزایش مصرف کود در نتایج تحقیقات Prasad و همکاران (۲۰۰۰) نیز نشان داده شد و با توجه به جدول تجزیه واریانس می‌توان گفت که تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر راندمان بازیافت و زراعی معنی‌دار گردید (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها جدول (۴) نشان می‌دهد که بالاترین راندمان بازیافت مربوط به تیمارهای LCC می‌باشد که افزایش راندمان بازیافت در این تیمارها نسبت به سطح مصرف ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در زمان t_1 و سطح مصرف ۴۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در زمان‌های t_2 و t_3 معنی‌دار بوده است ولی با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت.

مقایسه میانگین راندمان زراعی با آزمون دانکن نشان می‌دهد که دامنه تغییرات راندمان زراعی بسیار وسیع بوده و از ۷/۹ تا ۳۶/۵۷ کیلوگرم دانه به ازای یک کیلوگرم نیتروژن متغیر می‌باشد. بیشترین راندمان زراعی مربوط به تیمار LCC۵ می‌باشد که به‌طور معنی‌دار نسبت به سایر تیمارها افزایش نشان داده است (نمودار ۲).

بین سطوح مختلف مصرف کود، سطح ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به سطوح ۴۵ و ۹۰ به‌طور متوسط راندمان زراعی پائین‌تری را موجب گردید. در تحقیق دیگری نیز با مقایسه سطوح مختلف نیتروژن نشان داده شد که افزایش سطح نیتروژن تا ۱۰۰٪ مقدار توصیه شده باعث افزایش راندمان زراعی گردید ولی سطوح ۱۲۵ و ۱۵۰ درصد مقدار توصیه شده کاهش راندمان زراعی را موجب گردید (۱۴).

به‌طور کلی در همه سطوح مصرف کود، کمترین راندمان زراعی مربوط به زمان t_3 (حذف کود پایه) می‌باشد که به‌دلیل عملکرد پائین‌تر این تیمارها می‌باشد. بین زمان‌های t_1 (کاربرد کود پایه در زمان نشاکاری) و t_2 (کاربرد کود پایه، هفت روز بعد از نشاکاری) تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. به‌طور معمول در شرایط پائین بودن ذخیره نیتروژن خاک کاربرد کود پایه می‌تواند از زمان نشاکاری تا ۳۰ روز بعد از نشاکاری باشد بدون این که راندمان زراعی را کاهش دهد (۱۷، ۲۲).

تأثیر مقادیر و زمان‌های مختلف مصرف کود نیتروژن بر راندمان فیزیولوژیک و راندمان داخلی

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس، تأثیر سطوح کودی بر راندمان فیزیولوژیک معنی‌دار گردید (جدول ۳). مقایسات میانگین بین تیمارها نشان می‌دهد در همه سطوح مصرف کود، کمترین راندمان فیزیولوژیک مربوط به زمان t_3 (حذف کود پایه) می‌باشد که به‌دلیل عملکرد پائین‌تر این تیمارها می‌باشد. بالاترین راندمان مربوط به تیمار LCC۵ و تیمارهای تقسیطی ۴۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار می‌باشد. به‌طور کلی روند تغییرات راندمان فیزیولوژیک در بین تیمارها، همانند راندمان

زراعی است (جدول ۳). در تحقیقی مطلوب برای دستیابی به محصول دانه پایدار و راندمان فیزیولوژیک بالا، مقدار نیتروژن ۶۰ کیلوگرم در هکتار معرفی شده است (۹،۱۱).

تأثیر سطوح کودی بر راندمان داخلی نیز در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). راندمان داخلی با افزایش سطح مصرف کود، روند کاهشی داشته است(جدول ۴).

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی می توان گفت که در این آزمایش بین تیمارهای مختلف کودی تیمار LCC۵ با داشتن حداکثر عملکرد دانه و راندمان‌های زراعی، فیزیولوژیک، داخلی و عامل بهره‌وری نسبی بالاتر می‌تواند بهترین روش مدیریتی برای استفاده از کود نیتروژن محسوب گردد. بین سطوح مختلف مصرف کود، سطح مصرف ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با دارا بودن عملکرد دانه و راندمان بازیافت بالاتر نسبت به سطوح ۴۵ و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار می تواند به‌عنوان بهترین سطح مصرف کود نیتروژن توصیه گردد. بین زمان‌های مختلف مصرف کود، به‌طور کلی در همه سطوح مصرف کود نیتروژن، بین زمان‌های t_1 (کاربرد کود پایه در زمان نشاکاری) و t_2 (کاربرد کود پایه، هفت روز بعد از نشاکاری) تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. به‌طور معمول در شرایط پائین بودن ذخیره نیتروژن خاک کاربرد کود پایه می‌تواند از زمان نشاکاری تا ۳۰ روز بعد از نشاکاری باشد بدون اینکه راندمان زراعی را کاهش دهد. در این خاک حذف کود پایه (t_3) باعث کاهش عملکرد و در نتیجه کاهش راندمان زراعی نسبت به زمان‌های با مصرف کود پایه گردید.

منابع مورد استفاده

۱. فلاح، و. ۱۳۷۶ . مدیریت مصرف کود در شالیزار مازندران. نشریه ترویجی ۳۰۱: ۵-۱۰.

2. Balaji, T. and D. Jawahar. 2007. Comparison of Lcc and SPAD methods for assessing nitrogen requirement of rice. Crop Res. J. 33(113): 30-34.
3. Barati, V., Y. Emam and M. Maftoun. 2006. Responses of two lowland: rice cultivars to the different sources and levels of nitrogen. IRRI. 50(3/4): 158-164.
4. BalaSubramanian, R., S. Ramsh, D. Maniamran and R. S. Hopper. 1999. Evaluation of N management practices for irrigated transplanted rice in pondicherry. IRRN. 25(1): 27-28.
5. Biradar, D. P., B. Shivakumar, B. Nagappa and M. A. Basavanneppa. 2005**.** Productivity of irrigated rice as influences by leaf color chart- based N management in the Tungabhadra Project (TBP) area in Karnataka, India. IRRN. 30(2): 40-42.
6. Budhar, M. N. and N. Tamilselvan. 2003. Leaf color chart-based N management in wet-seeded rice. Agr. J. 28(1): 63-64.
7. Doberman, A. and T. Fairhurst. 2000. Rice nutrient disorders and nutrient management. IRRI and PPIC. PP. 191.
8. De Detta, S. k. and R. J. Buresh. 1987. Integrated nitrogen management in irrigated rice. Adv. Soil Sci. 10: 143-169.
9. Douberman, A. and T. Fairhurst. 2003. Rice nutrient disorders and nutrient management. IRRI, PPI and PPIC. PP. 191.
10. Ghosh, A. 2008. Optimum threshold of nitrogen use efficiency for sustainable rice grain yield under varying stand density and N level in deep water situations. J. Sus. Agric. 31(4): 139-148.
11. Hossain, A. T. M. S., F. Rahman, S. Talukder and B. K. Sharkar. 2005. Evaluation of Leaf color chart based N-fertilizer management for MV rice in faridpur region. Inter. J. Sus. Agric. Tech. 1(3): 16-19.
12. Islam, Z., B. Bagchi and M. Hossain. 2007. Effect of leaf color chart on N fertilizer and insecticide use in rice: a case study in west Bengal, India. IRRN. 32(1): 36-38.
13. Jahnkutly P. and T. M. Thiyagarajan 1996. Effect of SPAD techniques and planting density on "y" leaf nitrogen concentration in transplanted rice. AAH. 52(1): 95-104.
14. Jayanthi, T., S. K. Gali, V. P. Chimmad and V. V. Angadi. 2007. Leaf color chart based N management on yield, harvest index and partial factor productivity of rainfed rice. J. Agric. Sci. 20(2): 405-406.
15. Kumar, G. S., N. Tavaprakash, K. Raja, C. Babu and R. Umashankar. 2008. Effect of systems of cultivation with

varied N levels on growth, yield, water productivity and economics of rice. IRRI. 35(3): 157. 164.
16. Mitsui, S. and Y. Ishii. 1938. Effects of supply of three major nutrients on photosynthetic rate of rice seedlings. J. Sci. Soil Man. (Japan) 12: 287-289.
17. Nachimuthu, G., V. Velu, P. Malarvizhi, S. Ramsamy and K. M. Sellamuthy. 2007. Effect of real time N management on biomass Production, Nutrient uptake and soil nutrient status of direct seeded rice. AJJPP. 2(3): 214-220.
18. Peng, S. and K .G. Cassman. 1999. Upper thresholds of nitrogen uptake rates and associated nitrogen fertilizer efficiencies in irrigated rice. Agro. J. 90: 178-185.
19. Prasad, R., R. K. Singh, A. Rani and D. K. Singh. 2000. Partial factor productivity of nitrogen and its use efficiency in rice and wheat. Fertilizer news. 45(5): 63-65.
20. Premalatha, P. R. and V. V. Angadi. 2005. Crop. need-bared N management through leaf color chart (Lcc) in direct dry seeded rainfed lowland rice. Indian J. of Agricultural Sci.73: 189-198.
21. Ravi, S., S. Ramesh and B. Chandrasekaran. 2007. Exploitation of hybrid vigour in rice hybrid (oryza saival.) through green manure and leaf color chart (LCC) based N application. Asi. J. P. Sci. 6(2): 282-287.
22. Reddy, B. G. M. and P. S. Pash. 2007. Leaf Colour chart- a simple and inexpensive tool for nitrogen management in transplanted rice. Indi. J. Agri. Sci. 76(5): 289-292.
23. Saleque, M. A., U. A. Naber, N. N. Choudhury and A. T. M. Hossain.2004. Variety-specific nitrogen fertilizer recommendation for lowland rice. AAH. 35(13/14): 1891-1903.
24. Sengxua, M. I. and E. V. Linquist. 2003. Benefites of real-time N fertilizer management with in 4 years in 2 long-term experiments (IRRI and Phil Rice). Phil. J. Cro. Sci. 30(3): 37-51.
25. Schnier, H. F., M. Dingkuhn, S. K. De Detta, E. P. Marquesses and J. E. Faronilo. 1990. Nitrogen-15 balances in transplanted and direct-seeded flooded rice as affected by different methods of urea application. Biol. Fert. Soils. 10: 89-96.
26. Shukla, A. K., V. K. Singh, B. S. Dwiredi, S. K. Sharma and Y. Singh. 2006. Nitrogen use efficiencies using leaf color chart in rice wheat cropping system. Indi. J. Agri. Sci. 76(11): 651-656.
27. Singh, T., Y. S. Shivay and S. Singh. 2002. Effect of date of transplanting and nitrogen on productivity and nitrogen use indices in hybrid and non-hybrid aromatic rice. AAH. 52(3): 245-252.
28. Singh, y., B. Singh, J. K. Ladha, J. S. Bains, R. K. Gupta, J. Singh and V. Balasubramanian. 2007. On-Farm evaluation of leaf color chart for need-based nitrogen management in irrigated transplanted rice in northwestern India. Nutr. Cycl. Agroeco. 78(2): 167. 176.
29. Yoshida, S. 1981. Fundamentals of rice crop science. IRRI, los Bonos. PP.214.

J. Water and Soil Sci (Sci. & Technol. Agric. & Natur. Resour.)
Vol. 21, No. 3, Fall 2017, Isf. Univ. Technol., Isf., Iran.

Improvement of Nitrogen use Efficiencies using Leaf Color Chart (LCC) in Rice Field

S. Vaseghi[1*], M. Valinejad[1] and M. Afyuni[2]

(Received: Jan. 02-2016 ; Accepted: Feb. 22-2017)

Abstract

Nitrogen use efficiency is relatively low in irrigated rice fields because of rapid N losses from ammonia volatilization, the nitrification, surface runoff, and leaching in the soil-flood water system. Since the plant N represents the total N supply of all sources, plant N status will be a good indicator of N availability to crops at any given time. Leaf colour chart (LCC) is a simple portable diagnostic tool, to determine the timing of N top dressing. LCC was developed to increase the N use efficiency at irrigated rice fields. A field experiment was carried out to compare the effect of N split application and LCC on the grain yield and agronomic and recovery efficiency of Fajr variety in 2009. The experiment was conducted in a randomized complete block design with 12 treatments in 3 replications on Fajr cultivar. Twelve treatments included control treatments (without nitrogen fertilizer) and 45, 90, 135 kg N ha^{-1} for three times each and two treatments included LCC treatments 4 and 5. As a result, all treatments showed significant (p=0.05) grain yield increase in comparison to control. Increased yield was observed up to 135 kgN/ha (55.2%). Grain yield of LCC treatments was higher than split treatments. LCC treatment 5 had higher AE, RE, PE, PFP and IE than LCC 4 and fixed – 135 at the less N rate in all fields. Therefore, the results of different fertilizer treatments showed that the LCC treatment 5 with maximum grain yield, agronomic, physiological, internal and relative efficiency factors can be considered as the best management method for using nitrogen fertilizer and preventing from excess use of nitrogen fertilizer in Fajr cultivar.

Keywords: nitrogen, efficiency, rice, LCC.

1. Dept. of Soil Sci., Islamic Azad Univ. of Savadkooh, Savadkooh, Iran.
2. Dept. of Soil Sci., College of Agric., Isf. Univ. of Technol., Isfahan, Iran.
*: Corresponding Author, Email: vaseghi_s76@yahoo.com