

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

سکینه واثقی^{۱*}، مریم ولی نژاد^۱، مجید افیونی^۲

چکیده

بدلیل سرعت بالای تصعید نیتروژن بصورت آمونیاک، نیتریفیکاسیون، رواناب سطحی و آبشویی، کارایی استفاده از نیتروژن در شالیزارها پایین می باشد. از آنجائیکه نیتروژن برگ نشان دهنده ذخیره نیتروژنی کل از تمام منابع می باشد 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 می باشد. این ابزار برای افزایش کارایی استفاده از نیتروژن مورد استفاده قرار می گیرد. یک آزمایش مزرعه ای برای مقایسه تأثیر کاربرد تقسیتی 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 بر روی 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 کیلو گرم در هکتار افزایش یافت بطوریکه عملکرد دانه در این سطح مصرف کود ۵۵٪ نسبت به شاهد افزایش یافت. همچنین نتایج نشان داد عملکرد دانه در تیمارهای LCC بیشتر از تیمارهای تقسیتی بود. بنابراین نتایج بین تیمارهای مختلف کودی، تیمار ۵ LCC با داشتن حداکثر عملکرد دانه و راندمانهای زراعی، فیزیولوژیک، داخلی و عامل بهره وری نسبی، میتواند بهترین روش مدیریتی برای استفاده از کود نیتروژن محسوب گردد و مانع از کاربرد اضافی کود نیتروژن در رقم فجر می گردد.

واژه های کلیدی: نیتروژن، راندمان، برنج، LCC

۱. استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سوادکوه

۲. استاد 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 به شمار می‌رود. این عنصر در اراضی شالیزاری به عنوان یکی از محدودکننده‌ترین عنصر غذایی به حساب 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 بالایی را دربردارد (۱). لذا محققان به دنبال راهکارهایی برای افزایش هرچه 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 نیتروژن مصرف شده توسط شالیکاران در این اراضی نسبتاً پائین است. راندمان کود نیتروژن در شالیزارهای قاره آسیا با محدوده ۴۰-۲۰ درصد مقدار نیتروژن بکار 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 (۲۷،۱۵). از آنجائیکه 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 به دست 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 اینکه روش تجزیه بافت گیاه. بعلت وقت گیر 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 به کاربرد 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 به طور معنی‌دار و مطلوبی عملکرد و اجزاء عملکرد را تحت تأثیر قرار داد (۱۳). در سال ۲۰۰۵ نیز توسط محققین دیگر نتایج مشابهی به دست 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 تقسیتی 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 حالیکه 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 به صورت تقسیتی با روش LCC نشان داد که استفاده از حد بحرانی ۵ برای LCC با مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به کاربرد ۱۲۴ kg نیتروژن در هکتار در سه تقیسط 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 بر اساس دیاگرام شاخص رنگ برگ یا LCC نسبت به روش تقسیتی توسط محققین مختلفی در نقاط مختلف دنیا ثابت شده است (۱۳، ۱۶، ۲۶، ۱۹، ۵، ۶، ۲۴).

هدف از این تحقیق مقایسه مدیریت نیتروژن به روش تقسیتی (ستتی) با روش LCC و نیز مقایسه مقدار راندمان مصرف کود نیتروژن در این روشها می‌باشد تا بدینوسیله با جلوگیری از مصرف بی‌رویه نیتروژن از اثرات زیست محیطی آن جلوگیری بعمل آید.

مواد و روش ها

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 سانتی متری 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.

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	لوم سیلت	۲۰	۷۰
---	------	-----	-----	-----	----	----------	----	----

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 ۱) 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 (۵، ۲، 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 متر مربع ($3m \times 4m$)، 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 آب‌تخت شدن در کرت‌های آزمایشی بطور یکنواخت توزیع گردید.

جدول ۲- خصوصیات کلی تیمارهای مورد استفاده

شماره	خصوصیات تیمارها	زمان مصرف کود نیتروژن
شاهد	بدون کاربرد نیتروژن	-
تقسیط ۴۵	مصرف ۴۵ کیلوگرم نیتروژن	(t_1) مصرف کود نیتروژن در سه تقسیط مساوی در زمان پایه، پنجه زنی و سنبله جوان در هکتار
تقسیط ۴۵	مصرف ۴۵ کیلوگرم نیتروژن	(t_2) مصرف کود در سه تقسیط ۲۰٪ هفت روز بعد از نشاکاری، ۴۰٪ پنجه زنی و ۴۰٪ سنبله جوان در هکتار
تقسیط ۴۵	مصرف ۴۵ کیلوگرم نیتروژن	(t_3) مصرف کود در دو تقسیط مساوی ۵۰٪ پنجه زنی و ۵۰٪ سنبله جوان در هکتار
تقسیط ۹۰	مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن	(t_1) مصرف کود نیتروژن در سه تقسیط مساوی در زمان پایه، پنجه زنی و سنبله جوان در هکتار
تقسیط ۹۰	مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن	(t_2) مصرف کود در سه تقسیط ۲۰٪ هفت روز بعد از نشاکاری، ۴۰٪ پنجه زنی و ۴۰٪ سنبله جوان در هکتار
تقسیط ۹۰	مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن	(t_3) مصرف کود در دو تقسیط مساوی ۵۰٪ پنجه زنی و ۵۰٪ سنبله جوان در هکتار
تقسیط ۱۳۵	مصرف ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن	(t_1) مصرف کود در سه تقسیط ۲۰٪ هفت روز بعد از نشاکاری، ۴۰٪ پنجه زنی و ۴۰٪ سنبله جوان در هکتار
تقسیط ۱۳۵	مصرف ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن	(t_2) مصرف کود نیتروژن در سه تقسیط مساوی در زمان پایه، پنجه زنی و سنبله جوان در هکتار
تقسیط ۱۳۵	مصرف ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن	(t_3) مصرف کود در دو تقسیط مساوی ۵۰٪ پنجه زنی و ۵۰٪ سنبله جوان در هکتار

LCC ۴	مصرف ۱۴ کیلوگرم نیتروژن هر زمان که رنگ برگ از حد بحرانی ۴ LCC روشن تر باشد در هکتار
LCC ۵	مصرف ۱۴ کیلوگرم نیتروژن هر زمان که رنگ برگ از LCC ۵ حد بحرانی روشن تر باشد. در هکتار

نشاکاری در فاصله ۲۰×۲۰ سانتی متر 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 بصورت آب تخت نگه داشته شدند. برای کنترل علفهای هرز، از علف کش استفاده شد و نیز دوبار وچین دستی انجام گرفت. برای مبارزه با کرم برگ خوار و کرم ساقه خوار نیز از حشره کش استفاده گردید.

ابزار LCC توسط IRRI در سال ۱۹۹۶ ابداع گردید که شامل ۶ رنگ می باشد که با افزایش شماره، سبزی آن افزایش می یابد. این ابزار (LCC) هر ۱۰ روز یکبار از ۱۵ روز بعد از نشاکاری تا زمان ۵۰٪ گل دهی استفاده گردید. برای اندازه گیری ۱۰ بوته بصورت تصادفی از هر کرت انتخاب شد و در هر بوته رنگ قسمت میانی جوانترین برگ کاملاً باز شده با رنگ بحرانی انتخاب شده LCC مقایسه گردید. زمانیکه رنگ برگ ها از رنگ بحرانی انتخاب شده LCC روشن تر بود مقدار ۱۴ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره مصرف شد.

برای تعیین عملکرد بعد از رسیدن محصول، ۵ مترمربع از متن هر کرت با حذف حاشیه انتخاب و پس از برداشت با دست، خرمن کوبی شده، سپس توزین گردید و عملکرد بر حسب کیلوگرم در هکتار در رطوبت ۱۴٪ محاسبه گردید. نمونه های دانه و کاه بعد از خشک شدن در حرارت $70^{\circ}C$ کوبیده شده و از الک ۰/۵ میلی متر عبور داده شدند. مقدار نیتروژن دانه و کاه توسط هضم نمونه ها، با اسیدسولفوریک با روش کج لیدال اندازه گیری شد (۲۷). مجموع مقدار نیتروژن دانه و کاه بعنوان جذب نیتروژن کل در نظر گرفته شد.

RE یا راندمان بازیافت (فرمول ۳)، AE یا راندمان زراعی (فرمول ۴)، PFP یا عامل بهره وری نسبی (فرمول ۱)، PE یا راندمان فیزیولوژیک (فرمول ۲) و IE یا راندمان داخلی (فرمول ۵) بصورت زیر محاسبه گردید (7).

$$1- PFP(kg/kg)=GY_{+N}/FN$$

$$2-PE(kg/kg)=(GY_{+N}-GY_{0N})/UN_{+N}-UN_{0N}$$

$$3-RE(\%)=(UN_{+N}-UN_{0N})100/FN$$

$$4-AE(kg/kg)=(GY_{+N}-GY_{0N})/FN$$

$$5-IE(kg/kg)=GY/UN$$

$$GY = \text{عملکرد دانه}$$

$$UN = \text{جذب کل نیتروژن}$$

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

$$GY_{0N} = \text{عملکرد دانه در تیمار بدون مصرف کود (شاهد)}$$

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

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

FN = مقدار کود نیتروژن مصرفی

داده‌های عملکرد و راندمان‌ها توسط جداول تجزیه واریانس برای تعیین تأثیر تیمارهای مدیریت نیتروژن با استفاده از نرم افزار 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 می‌دهد 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 (جدول ۴). عملکرد دانه در سطح کودی ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ کیلوگرم در نیتروژن در هکتار، LCC شماره ۴ و LCC شماره ۵ به ترتیب به طور متوسط ۲۱، ۵۵، ۵۵، ۴۸ و ۸۱ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. همانطوریکه نتایج نشان می‌دهد در بین تیمارهای تقسیمی بالاترین عملکرد دانه با مصرف ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد.

محققینی در هند، با کاربرد سطوح مختلف نیتروژن شامل ۰، 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 پائین تری را نسبت به دو زمان t_1 و t_2 (به ترتیب 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 عمده‌ای از کل کود مصرفی را داشته باشد.

در تحقیق حاضر بالاترین عملکرد دانه در LCC شماره ۵ با مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار 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 به تیمار تقسیمی ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار عملکرد مشابهی ایجاد نمود. LCC شماره ۵ نیز با مصرف کود برابر نسبت به تیمار تقسیمی ۹۰ و کود کمتر نسبت به تقسیمی ۱۳۵ بطور معنی‌دار عملکرد بالاتری را تولید کرده است. بنابراین در این مکان مدیریت نیتروژن بر اساس LCC نسبت به تیمارهای تقسیمی با مصرف مقدار مشابه یا کمتر کود نیتروژن افزایش عملکرد معنی‌داری داشته است.

LCC ۵ نسبت به LCC ۴ افزایش عملکرد معنی دار نشان داده است. افزایش عملکرد معنی دار تیمار LCC4 نسبت به LCC5 را میتوان به علت زمان مناسب تر مصرف کود در این تیمار بیان نمود که احتمالا با عرضه نیتروژن مورد نیاز دقیقا مطابق با نیاز گیاه توانسته بر جذب بقیه عناصر غذایی مورد نیاز گیاه تاثیر گذار بوده و باعث افزایش عملکرد گردد (۲۸).

کاربرد نیتروژن با استفاده از ابزار LCC ۵ می تواند باعث افزایش عملکرد معنی داری در مقایسه با سایر مدیریتهای نیتروژن (شماره ۴ LCC و روشهای تقسیتی) گردد (۵،۱۸). تحقیق دیگری بر روی سه سطح LCC و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در ۴ تقسیت برابر و ۴ تقسیت نابرابر نشان داد که LCC ۴ با ذخیره ۵۰ درصد نیتروژن عملکرد مشابه با تیمار تقسیت برابر تولید نمود ولی LCC ۵ نسبت به تیمار تقسیتی برابر عملکرد دانه بیشتری را ایجاد نمود (۱۶).

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

میانگین مربعات										
منبع تغییرات	درجه آزادی	غلظت نیتروژن(%)		عملکرد دانه (kg/ha)	جذب نیتروژن کل (kg/ha)	عامل بهره‌وری نسبی (kg/kg)	راندمان بازیافت (%)	راندمان زراعی (kg/kg)	راندمان فیزیولوژیک (kg/kg)	راندمان داخلی (kg/kg)
		کاه	دانه							
تکرار	۲	۰۰/۰۰۹۶ns	۰/۰۳۶ns	۱۲۶۴۱۱	۴۰۰/۱۱ns	۳۷/۷۵ ns	۱۱۳/۰۸ns	۶۱ns	۴۰/۳۳ ns	۴۱/۳۳ ns
سطوح کودی	۱۱	۰/۰۳۴۴*	۰/۰۶۸*	۱۶۳۸۳۱۱*	۲۴۱۲/۶۳*	۳۹۶۲/۸۲*	۱۱۶۶/۵*	۳۸۳/۵۱*	۷۷۶/۷۱*	۱۵۱/۴۸*
خطای کل	۲۲	۰/۰۰۱۲	۰/۰۲۱	۲۲۵۶۱/۱	۵/۳۸	۱/۰۲۲	۰/۳۵۶	۲/۴۵	۰/۳۳	۰/۶۰۶
ضریب تغییرات	-	۷/۹۵	۵/۶۱	۸/۰۴	۱/۷۴	۱/۴۳	۰/۹۷	۷/۷۹	۱/۷۴	۱/۷۲

ns: تفاوت بین تیمارها از نظر آماری معنی دار نمی باشد.

*: تفاوت بین تیمارها از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی دار می باشد.

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

تیمارها	غلظت نیتروژن(%)		عملکرد) (kg/ha)	شاخص برداشت	جذب نیتروژن کل (kg/ha)	عامل بهره وری نسبی (kg/kg)	راندمان پایز یافت (%)	راندمان زراعی (kg/kg)	راندمان فیزیولوژیک (kg/kg)	راندمان داخلی (kg/kg)
	دانه	وکاه								
شاهد	۱/۳e	۰/۲۵e	۴۰۳۰d	۰/۳۵cd	۷۸d	-	-	-	-	۵۱/۷a
تقسیم ۴۵ (t ₁)	۱/۶۵bc	۰/۳۲cd	۵۰۵۰c	۰/۴۳cd	۱۰۸c	۱۱۲/۲a	۶۶/۶ab	۲۲/۶bc	۳۴bc	۴۶/۷ab
تقسیم ۴۵ (t ₂)	۱/۶۵bc	۰/۳۱cd	۵۲۳۵c	۰/۵۴b	۱۰۵c	۱۱۶/۳a	۶۰b	۲۶/۷b	۴۴/۶b	۴۹/۸a
تقسیم ۴۵ (t ₃)	۱/۴۵cd	۰/۳۵c	۴۳۸۶b	۰/۳۷cd	۱۰۶c	۹۷/۵ab	۶۲/۰b	۷/۹e	۱۲/۷d	۴۱/۳b
تقسیم ۹۰ (t ₁)	۱/۶۵bc	۰/۴۵b	۶۲۷۳b	۰/۴۵c	۱۳۸b	۶۹/۷a	۶۶/۶ab	۲۴/۹bc	۳۷/۳bc	۴۵/۴ab
تقسیم ۹۰ (t ₂)	۱/۷۳ab	۰/۴۸b	۶۱۱۳b	۰/۴۶c	۱۴۰b	۶۷/۹a	۶۸/۸ab	۲۳/۱bc	۳۳/۵bc	۴۳/۶ab
تقسیم ۹۰ (t ₃)	۱/۶۸bc	۰/۴۹b	۵۵۶۶bc	۰/۴۳c	۱۴۰b	۶۱/۸c	۶۸/۸ab	۱۷d	۲۴/۷c	۳۹/۷b
تقسیم ۱۳۵ (t ₁)	۱/۸۳ab	۰/۵۹a	۶۳۱۳b	۰/۴۲c	۱۶۰a	۶۷/۹d	۶۰/۷۷b	۱۶/۹d	۲۷/۸c	۳۹/۴b
تقسیم ۱۳۵ (t ₂)	۱/۹۱a	۰/۵۶a	۶۸۰۰ab	۰/۴۱c	۱۶۷a	۵۰/۳d	۶۵/۹۱ab	۲۰/۵cd	۳۱/۱bc	۴۰/۷b
تقسیم ۱۳۵ (t ₃)	۱/۸۲ab	۰/۵۷a	۵۶۵۳bc	۰/۴۶c	۱۷۰a	۴۱/۸d	۶۸/۱۱ab	۱۲de	۱۷/۶d	۳۳/۲c
LCC۲	۱/۶۱b	۰/۴۸b	۶۲۵۰b	۰/۴۵c	۱۳۶a	۶۹/۴d	۷۶/۳a	۲۹/۲b	۳۸/۲bc	۴۵/۹b
LCC۵	۱/۶۵ab	۰/۴۱bc	۷۳۱۳a	۰/۵۹a	۱۴۷b	۸۱/۲b	۷۰a	۳۶/۵a	۵۲/۱a	۵۱/۸a

- غلظت نیتروژن دانه و کاه

بر اساس جدول تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف کودی بر غلظت نیتروژن دانه و کاه در سطح ۵ درصد معنی دار 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 بطوریکه 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 Salequ و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت دارد.

- 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 معنی دار گردید (جدول ۳). مقایسات میانگین بین تیمارها (جدول ۴) نشان می‌دهد که با افزایش مصرف کود نیتروژن، جذب نیتروژن کل بصورت معنی دار افزایش یافت بطوریکه مقدار آن از ۷۸ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد به طور متوسط به ۱۰۶، ۱۳۹، ۱۶۵/۶ کیلوگرم در هکتار در سطوح کودی ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار رسید و در مورد تیمارهای LCC با کاربرد ۷۶ و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مقدار جذب نیتروژن کل به ترتیب به ۱۳۶ و ۱۴۱ کیلوگرم در هکتار رسید. بنابراین مشاهده میشود که جذب نیتروژن کل با افزایش مصرف کود افزایش می یابد. این روند افزایشی را تحقیقات دیگر نیز نشان داده است (۳،۲۵).

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

بازیافت و راندمان زراعی:

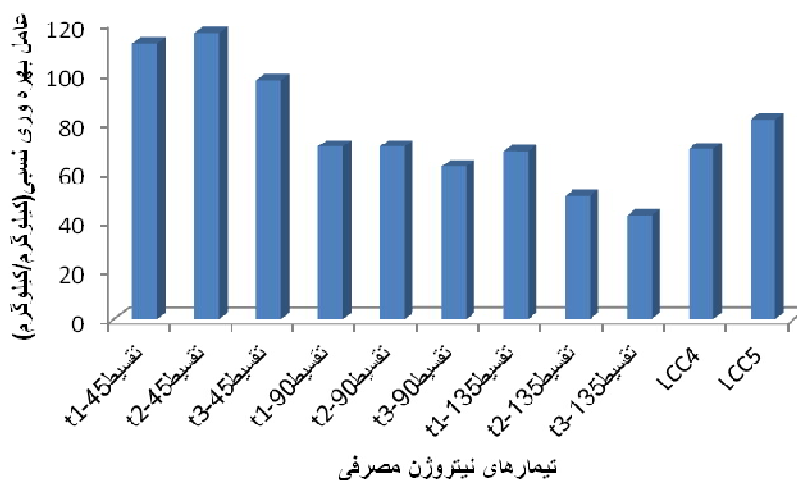
با توجه به جدول تجزیه واریانس تأثیر سطوح کودی بر عامل بهره‌وری نسبی در سطح پنج درصد معنی دار گردید (جدول ۳). مقایسات میانگین بین تیمارها (جدول ۴) نشان می‌دهد که با افزایش مقدار مصرف کود، عامل بهره‌وری نسبی کاهش یافت (نمودار ۱). این روند بیانگر این است که در سطوح کم مصرف کود، به ازای هر یک کیلوگرم کود، عملکرد دانه بالاتری ایجاد می‌گردد قانون میچرلیخ نیز مویید همین مطلب است بطوریکه با افزایش یک واحد از عامل محدود کننده عملکرد نسبی ۵۰ درصد افزایش یافت ولی با افزودن واحدهای بعدی عامل محدود کننده روند افزایش عملکرد کاهش یافت. کاهش بهره وری نسبی به ازای 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 معنی دار 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 ۴۱ و سطح مصرف ۴۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در زمانهای ۴۲ و ۴۳ معنی دار بوده است ولی با سایر تیمارها تفاوت معنی داری نداشت.

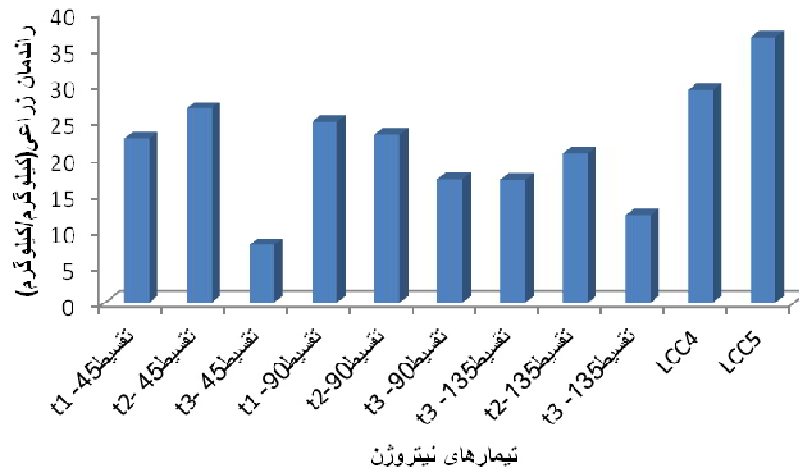
مقایسه میانگین راندمان زراعی با آزمون دانکن نشان می‌دهد که دامنه تغییرات راندمان زراعی بسیار وسیع بوده و از ۷/۹ تا ۳۶/۵۷ کیلوگرم دانه به ازای یک کیلوگرم نیتروژن متغیر می‌باشد. بیشترین راندمان زراعی مربوط به تیمار ۵ LCC می‌باشد که بطور معنی‌دار نسبت به سایر تیمارها افزایش نشان داده است (نمودار ۲).

بین سطوح مختلف مصرف کود، سطح ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به سطوح ۴۵ و ۹۰ بطور 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).

بطور کلی در همه سطوح مصرف کود، کمترین راندمان زراعی مربوط به زمان t_3 (حذف کود پایه) می‌باشد که بدلیل 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. بطور 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 (۲۲).



نمودار ۱-مقایسه تیمارهای مختلف نیتروژن بر عامل بهره‌وری نسبی



نمودار ۲- مقایسه تیمارهای مختلف نیتروژن بر راندمان زراعی

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 معنی دار گردید (جدول ۳). مقایسات میانگین بین تیمارها نشان می دهد در همه سطوح مصرف کود، کمترین راندمان فیزیولوژیک مربوط به زمان t_3 (حذف کود پایه) می باشد که بدلیل عملکرد پائین تر این تیمارها می باشد. بالاترین راندمان مربوط به تیمار LCC5 و تیمارهای تقسیمی ۴۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار می باشد. به طور 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).

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

نتیجه گیری

بطور کلی می توان گفت که در این آزمایش بین تیمارهای مختلف کودی تیمار LCC ۵ با داشتن حداکثر عملکرد دانه و راندمانهای زراعی، فیزیولوژیک، داخلی و عامل بهره وری 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 بعنوان بهترین سطح مصرف کود نیتروژن توصیه گردد. بین زمانهای مختلف مصرف کود، بطور 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 معنی داری مشاهده نشد. بطور معمول در شرایط پائین بودن ذخیره نیتروژن خاک کاربرد کود پایه می تواند 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

- ۱- فلاح، ولیمحمد و ن. سعادت. ۱۳۷۶. مدیریت مصرف کود در شالیزار مازندران. نشریه ترویجی ۳۰۱.
2. Balaji, T. and D. Jawahar. 2007. Comparison of Lcc and SPAD methods for assessing nitrogen requirement of rice. Crop Research. 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. 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, India. International Rice Research Notes. 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. International Rice Research Notes. 30(2): 40-42.
6. Budhar, M. N. and N. Tamilselvan. 2003. Leaf color chart-based N management in wet-seeded rice. Agronomy Journal. 28(1): 63-64.

7. Doberman, A. and T. Fairhurst. 2000. Rice nutrient disorders and nutrient management. IRRI and Potash and Phosphate Institute of Canada. PP. 191.
8. De Datta, S.K. and R.J. Buresh. 1987. Integrated nitrogen management in irrigated rice. *Advances in Soil science*. 10: 143-169.
9. Doberman, 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. *Journal of sustainable Agriculture*. 31(4):139-148.
11. Hossain, A.T.M.S., F. Rahman, M.S.A Talukder and B.K. Sharkar. 2005. Evaluation of Leaf color chart based N- fertilizer management for MV rice in Faridpur region. *International Journal of Sustainable Agricultural Technology*. 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. *International Rice Research Notes*. 32(1):36-38.
13. Jahnkutly P. and T.M. Thiagarajan. 1996. Effect of SPAD techniques and planting density on "y" leaf nitrogen concentration in transplanted rice. *Acta Agronomica Hungarica*. 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. *Journal of Agricultural Sciences*. 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. 35(3):157. 164.
16. Mitsui, S. and Y. Ishii. 1938. Effects of supply of three major nutrients on photosynthetic rate of rice seedlings. *Journal of Science. Soil Manure (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. *American Journal of plant physiology*. 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. *Agronomy Journal*. 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-based N management through leaf color chart (Lcc) in direct dry seeded rainfed lowland rice. *Indian Journal of Agricultural Sciences*.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. *Asian Journal of Plant Sciences*. 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. *Indian Journal of Agricultural Sciences*.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. *Acta Agronomica Hungarica*. 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). *Philippine Journal of Crop Science*. 30(3):37-51.
25. Schnier, H. F., M. Dingkuhn, S.K. De Datta, E.P. Marqueses and J.E. Faronilo. 1990. Nitrogen-15 balances in transplanted and direct-seeded flooded rice as affected by different methods of urea application. *Biology Fertility Soils*. 10: 89-96.
26. Shukla, A.K., V.K. Singh, B.S. Dwivedi, S.K. Sharma and Y. Singh. 2006. Nitrogen use efficiencies using leaf color chart in rice wheat cropping system. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 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. *Acta Agronomica Hungarica*. 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. *Nutrient Cycling in Agroeco systems*. 78(2):167. 176.
29. Yoshida, S. 1981. Fundamentals of rice crop science. International Rice Research Institute, Los Bonos. PP.214.

Improvement Nitrogen use efficiencies using leaf color chart in rice

Abstract

Nitrogen use efficiency is relatively low in irrigated rice because of rapid N losses from ammonia volatilization, the nitrification, surface runoff and leaching in the soil-flood water system. Since the plant N response the total N supply from

all sources, plant N status will be a good indicator of N availability to crops at any given time. Leaf colour chart (LCC) is simple portable diagnostic tool, to determine the timing of N top dressing. LCC was developed to increase the N use efficiency of irrigated rice. A field experiments were 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. Trails were complete block design with three replications and twelve treatments (LCC management and different N rate of 45, 90, 135 kg N per hectare with timing application such as basal, tillering and panicle initiation) was selected. As a result all treatments showed significant ($p < 0.05$) grain yield increase relative to control. The increasing of yield was observed up to 135 kgN/ha (55.2%). Grain yield of LCC treatments were higher than split treatments. LCC 5 treatment had higher AE, RE, PE, PFP and IE than LCC 4 and fixed - 135 at the less N rate in all fields. As a result LCC treatments indicated that N management based on LCC shade 5 helped avoid over N application to rice .

Key word: nitrogen, efficiency, rice, LCC