



دانشگاه کیلان
دانشکده علوم کشاورزی

تحقیقات غلات

دوره هفتم / شماره دوم / تابستان ۱۳۹۶ (۲۵۶-۲۴۷)

مطالعه مقایسه‌ای مصرف اوره در تقسیط با پوشش گوگردی و بازدارنده نیتروفیکاسیون بر بهره‌وری نیتروژن و عملکرد برنج در دو خاک شالیزاری متفاوت

حسن شکری واحد^{۱*} و مریم پیکان^۲

تاریخ دریافت: ۹۴/۸/۳۰

تاریخ پذیرش: ۹۵/۳/۱۲

چکیده

اگرچه نیتروژن از عوامل موثر در تولید برنج است، ولی بهره‌وری آن در اراضی غرقاب نسبت به اراضی غیرغرقاب کمتر می‌باشد. به‌منظور بررسی آثار تقسیط اوره، مصرف اوره با پوشش گوگردی و بازدارنده نیتروفیکاسیون بر عملکرد برنج و مقدار جذب و بهره‌وری نیتروژن در دو مزرعه تحقیقاتی (ایستگاه‌های کیسوم و خاک و آب) موسسه تحقیقات برنج کشور که دارای خاک‌های متفاوت بودند، آزمایشی با شش تیمار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و کاشت برنج رقم خزر اجرا شد. در این مطالعه، آثار کود اوره پوشش‌دار و مصرف بازدارنده نیتروفیکاسیون (۲ و ۵-دی‌متیل پارا بنزو کوئینون) همراه با اوره و تقسیط کود اوره طی دو و سه مرحله مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در مزرعه کیسوم با خاک دارای بافت سبک، عملکرد کاه، جذب نیتروژن دانه، جذب نیتروژن کاه و جذب کل به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر تقسیط اوره قرار گرفتند. در این مزرعه، حداکثر جذب نیتروژن دانه، کاه و جذب کل با مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره طی سه تقسیط مساوی، یک‌سوم در هر یک از مراحل نشاکاری، پنجه‌زنی و تشکیل خوشه در غلاف (تیمار T₅) به‌دست آمد، در حالی‌که حداکثر عملکرد دانه با مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کود اوره پوشش‌دار در مرحله نشاکاری (تیمار T₂) مشاهده شد. در مزرعه خاک و آب، اثر تیمارها بر عملکرد دانه، عملکرد کاه و جذب نیتروژن دانه و کاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، به‌طوری‌که بیشترین مقدار عملکرد دانه و کاه و جذب نیتروژن دانه و کاه در تیمار T₅ مشاهده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که برای رقم پرمحصول خزر با طول دوره رشد طولانی در خاک‌های با بافت متوسط تا سنگین، تقسیط اوره طی سه مرحله و در خاک‌های با بافت سبک تا متوسط، مصرف اوره با پوشش گوگردی همراه با روش تقسیط، مناسب‌ترین روش مصرف است.

واژه‌های کلیدی: بازبافت نیتروژن، بهره‌وری نسبی، عملکرد زیست‌توده

۱- عضو هیئت علمی، موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

۲- کارشناس، موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

* نویسنده مسئول: shokri_v@yahoo.com

مقدمه

اهمیت توجه به مدیریت انواع کودهای شیمیایی بیش از هر زمان دیگر احساس می‌شود، زیرا گام نهادن در مسیر کشاورزی پایدار ایجاب می‌کند از انواع سموم و کودهای شیمیایی در حداقل مقدار و به‌طور بهینه استفاده شود. در زراعت غلات از جمله برنج، نیتروژن به‌دلیل تاثیر عمده بر کمیت و کیفیت محصول از مهم‌ترین عناصر پرمصرف در تغذیه به‌شمار می‌رود و روش مصرف آن جهت دستیابی به حداکثر عملکرد موثر می‌باشد (Liu and Lu, 2005). برآورد شده است که در قاره آسیا هر ساله حدود هفت میلیون تن نیتروژن در ۷۴ میلیون هکتار اراضی شالیزاری مورد استفاده قرار می‌گیرد (Pirmoradian et al., 2004). کود اوره ($\text{NH}_2\text{-CO-NH}_2$) جزء رایج‌ترین کودهای شیمیایی تامین‌کننده نیتروژن است که در شالیزارهای جهان از جمله کشور ما مورد استفاده قرار می‌گیرد. علی‌رغم آنکه واکنش ارقام مختلف برنج به مصرف کود اوره در شالیزارها ثابت شده است، اما کارایی نیتروژن به‌دلیل ویژگی این کود، روش مصرف، سرعت انحلال در شرایط احیایی و هدررفت مقدار قابل ملاحظه‌ای از آن از طریق دنیتریفیکاسیون، آبشویی و تصعید (Cho, 2003)، حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد و در برخی موارد حتی کمتر گزارش شده است (Choudhury and Khanif, 2004) که این امر علاوه بر زیان اقتصادی، آلودگی محیط زیست را نیز به‌دنبال خواهد داشت. نتایج برخی بررسی‌ها نشان می‌دهد که ۱۵ تا ۴۵ درصد از کودهای نیتروژنه آمونیومی طی فرآیند دنیتریفیکاسیون و تا حدود ۶۰ درصد آن از طریق تصعید تلف می‌شوند (Russo, 1995). موضوع تلفات نیتروژن با مصرف اوره در شرایط احیایی در گزارش‌های مختلفی مطرح شده است (Khalil et al., 2009). مقدار این تلفات در خاک‌های مناطق حاره‌ای بین ۳۰ تا ۶۰ درصد گزارش شده است (Zhang et al., 2010).

به‌طور کلی هدف عمده مدیریت نیتروژن باید تامین‌کننده حداکثر جذب آن در مرحله بحرانی رشد گیاه و کاهش تلفات آن از خاک باشد (Fillery and De, 1986). تقسیط کود اوره در مراحل مناسب رشد گیاه، استفاده از اوره پوشش‌دار و استفاده از مواد بازدارنده نیتریفیکاسیون همراه با اوره مصرفی از جمله روش‌هایی هستند که برای کاهش تلفات نیتروژن و افزایش کارایی آن پیشنهاد شده‌اند (Russo, 1995). روسو و همکاران (Russo et al., 1991) در بررسی‌های خود آثار مثبت

مصرف اوره سرک را در مرحله تشکیل خوشه به‌دلیل افزایش تعداد دانه در خوشه و افزایش عملکرد مورد تاکید قرار دادند. کراسول و همکاران (Craswell et al., 1981) نشان دادند که به‌کارگیری دو-سوم اوره از طریق پخش و مخلوط کردن آن با خاک قبل از نشا و مصرف باقی‌مانده آن به‌صورت سرک در ابتدای تشکیل خوشه، بهترین روش تقسیط کود اوره است و موجب افزایش ۴۰ درصد در بازیافت آن می‌شود.

کودهای نیتروژن کند رها (Slow release) به‌دلیل دارا بودن پوشش‌هایی از جنس لعاب موم، پارافین، رزین و یا گوگرد قابلیت انحلال سریع اوره معمولی را ندارد و تحت شرایط محیط، نیتروژن موثر آن به‌تدریج آزاد می‌شود و در اختیار ریشه گیاه قرار می‌گیرد. با مصرف این کودها به ویژه در اراضی شالیزاری تلفات ناشی از آبشویی نیتروژن و یا دیگر اشکال آن به حداقل می‌رسد و منبع با ثبات‌تری از نیتروژن قابل جذب را فراهم می‌آورد. بر اساس بررسی‌های انجام شده در بین انواع کودهای نیتروژن، اوره کند رها با پوشش گوگردی (Sulfur Coated Urea, SCU) به‌عنوان یکی از بهترین انواع آن معرفی شده است (Russo, 1995). مطالعات انجام شده در ۱۱ کشور برنج‌خیز آسیای شرقی نشان داد که مصرف SCU به‌صورت مخلوط با خاک در ۳۳ مزرعه از ۸۴ آزمایش مزرعه‌ای نسبت به بهترین حالت تقسیط اوره برتری داشته است (Patnaik and Choudhury, 1979). چاودوری و کندی (Kennedy, 2005) گزارش کردند که تصعید آمونیاک در نتیجه استفاده از کود اوره با پوشش گوگردی (SCU) به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. در تایوان و کره اثر SCU بر عملکرد برنج همانند اوره تقسیطی اعلام شد و در آمریکا در آزمایش‌های مقایسه اوره و SCU بر عملکرد برنج، هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (Westfall, 1972). محبوب‌خامی و همکاران (Mahboob Khomami et al., 2004) در یک آزمایش گلدانی که روی گیاه برنج انجام شد، نشان دادند که اوره با پوشش گوگردی به‌طور موثری بازده زراعی، بازیافت مصرفی کود نیتروژن و عملکرد دانه را نسبت به اوره معمولی افزایش می‌دهد.

کود اوره از جمله ترکیباتی است که پس از پخش در سطح خاک به‌دلیل حضور آنزیم اوره‌آز در خاک به‌عنوان کاتالیزور، به‌سرعت هیدرولیز می‌شود و ترکیب ناپایدار آمونیم‌کربنات و در نهایت یون‌های آمونیم و نیترات ایجاد

تحقیق شامل: ۱- شاهد بدون مصرف کود (T₀)، ۲- مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره (T₁)، ۳- مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع SCU (T₂)، ۴- مصرف ۲/۵ درصد با دارنده (۲ و ۵- دی- متیل پارا بنزو کوئینون) با ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره (T₃)، ۵- مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره با دو تقسیط، ۱/۲ پایه در زمان نشاکاری و ۱/۲ سرک در مرحله تشکیل خوشه در غلاف (T₄) و ۶- مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره با سه تقسیط، ۱/۳ پایه در زمان نشاکاری، ۱/۳ سرک در مرحله حداکثر پنجه زنی و ۱/۳ سرک دوم در مرحله تشکیل خوشه در غلاف (T₅) بودند.

قبل از انجام آزمایش، بافت خاک مزارع به روش پیپت (Gee and Bauder, 1986) و برخی ویژگی‌های شیمیایی آن با روش‌های معمول آزمایشگاهی تعیین شد (Sparks, 1996). مزرعه کیسوم با ۵۴ درصد شن، ۳۴ درصد سیلت و ۱۲ درصد رس در کلاس بافتی سندی لوم قرار داشت (بافت سبک) و با توجه به سایر مشخصات از نظر نیتروژن و پتاسیم دارای محدودیت زیاد بود. مزرعه خاک و آب نیز از نظر نیتروژن در محدودیت بود و با ۸ درصد شن، ۴۷ درصد سیلت و ۴۵ درصد رس دارای بافت سیلتی کلی بود و در گروه بافت‌های تقریباً سنگین قرار گرفت. سایر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در دو مزرعه آزمایشی محدودیت خاصی از نظر کشت برنج نداشتند (جدول ۱).

می‌کند این یون‌ها علاوه بر قابلیت جذب، در معرض تلفات مختلف از جمله تصعید و آبشویی قرار می‌گیرند و از دسترس گیاه خارج می‌شوند (Krajewska, 2009). مواد با دارنده‌ایی مانند هیدروکوئینون و فنیل‌اندیامین با کاهش و کند کردن فعالیت آنزیم اوره‌آز، مانع از تجزیه سریع اوره و موجب کاهش تلفات نیتروژن می‌شوند و در نتیجه فرصت مناسب برای جذب توسط گیاه فراهم می‌شود. فان و همکاران (Fan et al., 2005) و دونگ و وانگ (Dong and Wang, 2006) از مواد با دارنده به‌عنوان عاملی برای افزایش بازیافت نیتروژن نام بردند.

در این تحقیق، آثار تقسیط اوره، مصرف اوره با پوشش گوگردی (SCU) و با دارنده نیتروفیکاسیون بر میزان بهره‌وری و جذب نیتروژن و تاثیر آن بر عملکرد برنج رقم خزر در دو خاک سبک و سنگین شالیزاری مورد مقایسه و سنجش قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در دو مزرعه شالیزاری (مزرعه تحقیقاتی ایستگاه کیسوم و مزرعه تحقیقاتی ایستگاه خاک و آب) که از نظر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک متفاوت بودند (جدول ۱)، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و در سه تکرار اجرا شد. رقم برنج مورد مطالعه، رقم خزر بود که یک رقم اصلاح‌شده پرمحصول و دارای دوره رشد طولانی است. تیمارهای آزمایشی مورد مطالعه در این

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های خاک در دو مزرعه تحقیقاتی
Table 1. Some soil characteristics in two research fields

Soil characteristic	ویژگی خاک	واحد Unit	مزرعه کیسوم Kisum field	مزرعه خاک و آب Soil and Water field
Saturity	درصد اشباع	%	44	76
pH	اسیدیته خاک	-	7.8	7.5
Electrical conductivity	هدایت الکتریکی	dS.m ⁻¹	1.5	1.5
Organic carbon	کربن آلی	%	1	1.5
Total nitrogen	نیتروژن کل	%	0.091	0.158
Available phosphorus	فسفر قابل دسترس	mg.kg ⁻¹	18	14
Available potassium	پتاسیم قابل دسترس	mg.kg ⁻¹	63	200
Cation exchange capacity	ظرفیت تبادل کاتیونی	cmol.kg ⁻¹	25	54
Sand	شن	%	54	8
Silt	سیلت	%	34	47
Clay	رس	%	12	45

کل در سطح احتمال یک درصد و بر بهره‌وری نسبی نیتروژن و بازیافت نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود، اما برهمکنش تیمار \times مکان اجرای آزمایش معنی‌دار نبود (جدول ۲). در مزرعه تحقیقاتی کیسوم، مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره با پوشش گوگردی (T_2) با ۴۳۴۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد که نسبت به تیمار شاهد ۵۸ درصد اختلاف نشان داد (شکل ۱-ا). با توجه به کمبود شدید نیتروژن خاک در این مزرعه (۰/۰۹۱ درصد) و کودپذیری رقم اصلاح شده خزر، مصرف کود نیتروژن در افزایش عملکرد دانه بسیار موثر بود. به نظر می‌رسد که در خاک‌هایی که دارای بافت سبک هستند و امکان آبشویی اوره در آن‌ها زیاد است، مصرف اوره با پوشش گوگردی (SCU) به دلیل کاهش سرعت هیدرولیز اوره و تلفات کمتر آن و در نتیجه استمرار تامین نیاز نیتروژن گیاه می‌تواند نتایج مطلوب‌تری در افزایش عملکرد داشته باشد. مولته‌تی و همکاران (Moletti and *et al.*, 1992) استفاده از اوره با پوشش گوگردی (SCU) و مصرف اوره طی دو یا سه مرحله به‌صورت پایه و سرک به‌ویژه در خاک‌های شنی و متوسط را در برخی کشورها به‌عنوان بهترین روش برای افزایش عملکرد ارقام متوسط و دیررس برنج مطرح کردند. خان و همکاران (Khan and *et al.*, 2015) نتایج مشابهی در این زمینه ارائه کردند.

در مزرعه تحقیقاتی خاک و آب نیز با مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به‌صورت تقسیط طی سه مرحله (T_5) بیشترین عملکرد شلتوک به مقدار ۴۳۹۸ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۴۲ درصد افزایش نشان داد (شکل ۱-ا). با توجه به نتایج حاصل، به نظر می‌رسد که در خاک‌هایی که تا حدی متمایل به بافت سنگین‌تر هستند، به‌دلیل امکان تثبیت بیشتر یون‌های آمونیم بین لایه‌های رس، تقسیط اوره پاسخ مناسب‌تری ارائه می‌دهد. نتایج به‌دست آمده از این آزمایش با نتایج ارائه شده توسط طهیر و همکاران (Tahir *et al.*, 2008) نیز مطابقت داشت. در بررسی که سیف‌الاسلام و همکاران (Saiful Islam *et al.*, 2009) در زمینه اثر تقسیط کود اوره بر صفات مورفولوژیک برخی ارقام برنج انجام دادند، گزارش شد که این روش در مقایسه با تیمار شاهد بیشترین عملکرد دانه را در بوته تولید کرد.

پس از تسطیح، نقشه آزمایش شامل سه بلوک و هر بلوک با شش تیمار در زمین تهیه شد. مساحت هر کرت ۲۰ متر مربع (۵×۴ متر) بود. به‌منظور اجتناب از خطای حاصل از اختلاط کودها، برای هر تکرار کانال‌های آبیاری و زهکشی به‌طور جداگانه به‌نحوی طراحی شد که هر کرت مستقلاً قابل آبیاری شود و هیچ‌گونه ارتباطی بین آبیاری هر کرت با کرت‌های دیگر وجود نداشته باشد. تمام مرزها و اطراف کرت‌ها با پلاستیک نایلونی به عمق حدود ۳۰ سانتی‌متر پوشانده شدند. سپس نشاهای سالم و قوی برنج رقم خزر در مرحله ۴-۳ برگی به زمین اصلی منتقل و به تعداد سه نشا در هر کپه با فواصل ۲۵×۲۵ سانتی‌متر با توجه به تیمارهای پیش‌بینی شده نشاکاری شدند. کود فسفره از منبع سوپر فسفات تریپل پس از آماده‌سازی زمین به مقدار ۶۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم طی دو مرحله ۱/۲ پایه و ۱/۲ در مرحله حداکثر پنجه‌زنی به مقدار ۲۴۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار (به‌ترتیب برای مزارع کیسوم و خاک و آب) با توجه به نتایج آزمون خاک مصرف شد.

در طول اجرای آزمایش مراقبت‌های لازم زراعی شامل کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها انجام شد. پس از رسیدن محصول، عملیات برداشت با حذف حاشیه در سطح شش متر مربع به‌صورت کف‌بر انجام و پس از جداسازی شلتوک از کاه و کلش، عملکرد دانه تعیین شد. اندازه‌گیری غلظت نیتروژن در اندام‌های هوایی به روش هضم تر انجام شد (Emami, 1996). صفات مختلفی شامل عملکرد دانه و کاه و نیز مقدار جذب، شاخص برداشت، عملکرد زیست‌توده، بهره‌وری نسبی و بازیافت نیتروژن با توجه به روابط سینگ و همکاران (Sing and *et al.*, 1998) اندازه‌گیری شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار MSTATC و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار EXCEL رسم شدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای مختلف در دو مزرعه بر عملکرد دانه و کاه، عملکرد زیست‌توده، جذب نیتروژن توسط دانه و کاه و جذب

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی در این آزمایش برای دو منطقه مورد مطالعه

Table 2. Combined analysis of variance for the studied traits in this experiment in two studied locations

Source of variation	منابع تغییرات	درجه آزادی df	Mean square							
			عملکرد دانه Grain yield	عملکرد کاه Straw yield	جذب نیتروژن دانه Grain N uptake	جذب نیتروژن کاه Straw N uptake	جذب نیتروژن کل Total N uptake	عملکرد زیست توده Biological yield	بهره‌وری نسبی نیتروژن N relative productivity	بازیافت نیتروژن N recovery
Place (P)	مکان	1	397320.1 ^{ns}	209764.0 ^{ns}	1013.4 ^{ns}	45.6 ^{**}	629.2 ^{ns}	1184469.4 ^{ns}	26.7 ^{ns}	49.0 ^{ns}
Replication/P	تکرار درون مکان	4	280000.8	126706.9	260.9	1.0	258.9	640601.9	23.9	393.5
Treatment (T)	تیمار	5	1574492.2 ^{**}	1493731.8 ^{**}	725.5 ^{**}	22.9 ^{**}	975.7 ^{**}	5933327.2 ^{**}	2108.1 [*]	1209.9 [*]
P × T	تیمار × مکان	5	47114.9	38621.7	17.7	0.4	15.7	74973.9	5.6	20.3
Error	خطای آزمایش	20	154956.0	122901.2	133.9	1.3	134.9	490784.9	19.9	167.0
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)			10.1	8.0	26.6	8.6	20.4	8.4	11.7 ^{ns}	54.9 ^{ns}

ns, *, ** : به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, * and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

تقسیم اوره به مقدار ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار موجب جذب بیشتر نیتروژن در ارقام ژاپونیکا (*Japonica*) کشت شده در خاک سیلتی لوم (*Silt loam*) نسبت به ارقام ایندیکا (*Indica*) کشت شده در خاک کلی لوم (*Clay loam*) شد. جذب ضعیف نیتروژن توسط دانه و کاه با مصرف اوره در مرحله نشاکاری به احتمال زیاد می‌تواند به دلیل تصعید و آبشویی بیشتر اوره در این مرحله باشد (Nasima et al., 2010).

در مزرعه کیسوم بیشترین عملکرد زیست توده به مقدار ۸۷۹۹ کیلوگرم در هکتار با تیمار ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع SCU (T₂) به دست آمد و با اختلاف ناچیزی پس از آن تیمار T₅ با ۸۷۹۳ کیلوگرم در هکتار قرار گرفت. در مزرعه خاک و آب حداکثر عملکرد زیست توده را تیمار ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره ۱/۳ مرحله نشاکاری، ۱/۳ مرحله پنجه زنی و ۱/۳ مرحله تشکیل خوشه در غلاف (T₅) به مقدار ۹۳۴۷ کیلوگرم در هکتار داشت که نسبت به تیمار شاهد ۴۲ درصد افزایش داشت و پس از آن تیمار ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع SCU (T₂) با تولیدی معادل ۹۰۲۶ کیلوگرم در هکتار قرار گرفت (شکل ۱-f). با توجه به اینکه بیشترین عملکرد کاه و دانه برنج در دو مزرعه با تیمارهای T₅ و T₂ مشاهده شد، در نتیجه افزایش عملکرد زیست توده با این تیمارها دور از انتظار نیست.

حداکثر عملکرد کاه در ایستگاه کیسوم و خاک و آب با تیمار T₅ (۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره، ۱/۳ در مرحله نشاکاری، ۱/۳ در مرحله پنجه زنی و ۱/۳ در مرحله تشکیل خوشه در غلاف) به دست آمد که به ترتیب ۱۳۷۶ و ۱۴۶۱ کیلوگرم در هکتار بیشتر از تیمار شاهد بود (شکل ۱-b). ارشاد و همکاران (Irshad et al., 2000) در ارتباط با اثر تقسیط اوره بر عملکرد کاه نتایج مشابهی ارائه کردند. به نظر می‌رسد فراهمی نیتروژن مورد نیاز گیاه برنج در مراحل مختلف رشد و افزایش جذب آن که تحت شرایط تقسیط نیتروژن فراهم می‌شود، زمینه مناسبی برای تولید پنجه‌های بارور و غیربارور ایجاد می‌کند که در نهایت این پنجه‌ها افزایش عملکرد کاه را به دنبال خواهند داشت. بیشترین مقدار جذب نیتروژن در دانه، کاه و نیز جذب کل نیتروژن نیز با تیمار ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره، ۱/۳ در مرحله نشاکاری، ۱/۳ در مرحله پنجه زنی و ۱/۳ در مرحله تشکیل خوشه در غلاف (T₅) حاصل شد که در مزرعه کیسوم به ترتیب ۳۱، ۶ و ۳۷ و در مزرعه خاک و آب به ترتیب ۳۲، ۶ و ۳۸ کیلوگرم در هکتار با شاهد اختلاف داشت (شکل‌های ۱-c, d, e). افزایش جذب نیتروژن در دانه، کاه و جذب کل می‌تواند به دلیل تامین نیتروژن در مراحل نیاز گیاه باشد که توسط این تیمار فراهم شد. خان و همکاران (Khan et al., 2015) گزارش کردند که

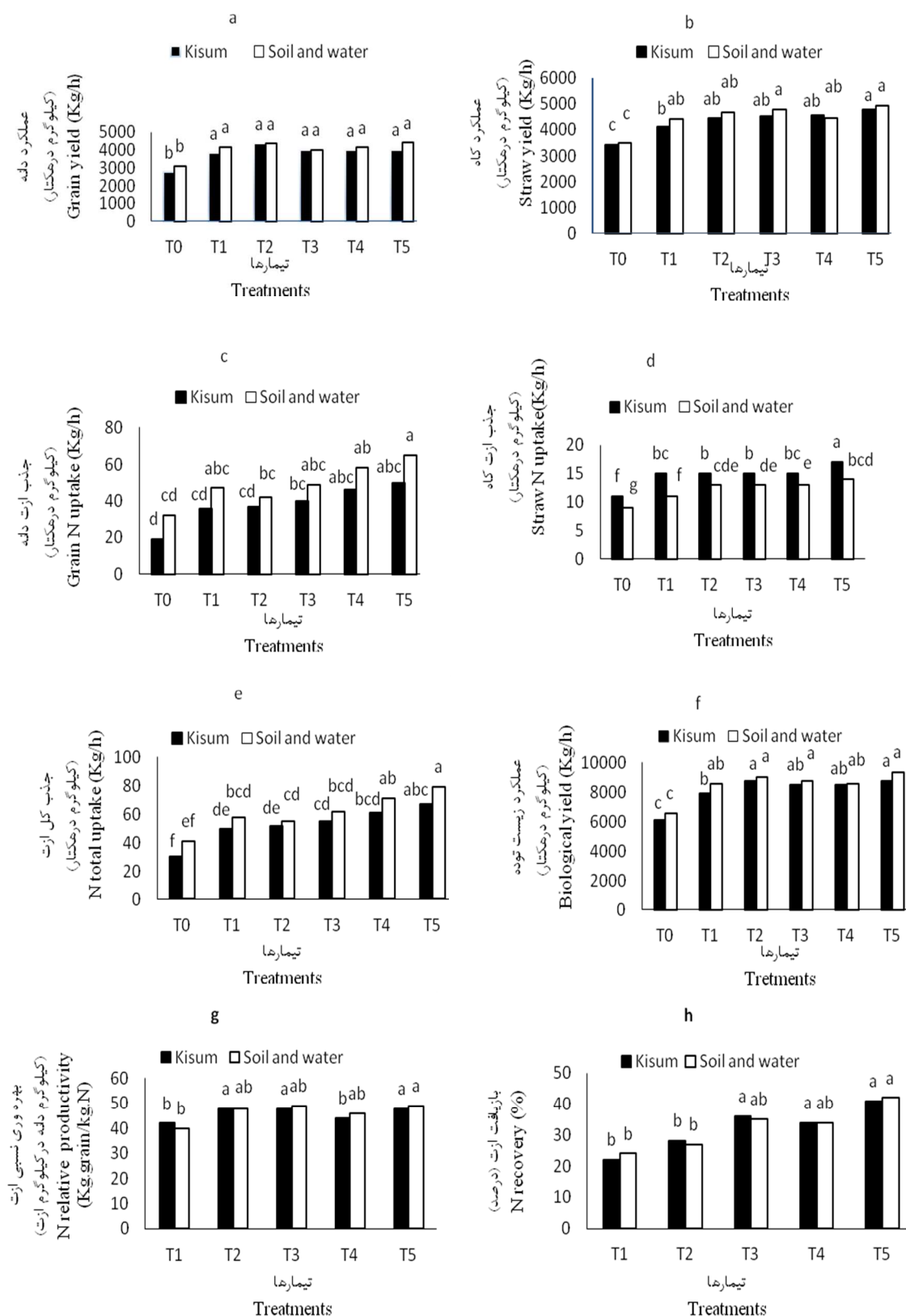
زیادی می‌تواند وابسته به تناسب بین نیاز گیاه و مقدار نیتروژن آزاد شده از کود مصرف‌شده (منابع آلی یا معدنی) باشد. دابرمن و فیرهورست (Dobermann and Fairhurst, 2000) از تغذیه متعادل همه عناصر غذایی، تنظیم مقدار مصرف کود، تعداد کافی دفعات مصرف، استفاده از مواد کودی اصلاح‌شده، جایگذاری عمقی کود و استفاده از مواد بازدارنده فعالیت آنزیم اوره‌آز به‌عنوان معیارهای عملی برای افزایش راندمان بازیافت یادکردند. همچنین آن‌ها دریافتند که این عامل در مزارع زارعین ۳۰ تا ۴۰ درصد است، اما می‌تواند از صفر تا ۹۰ درصد نوسان داشته باشد، به طوری که با مدیریت صحیح زراعی و راهبردهای مدیریت نیتروژن، می‌توان به راندمان مصرف ۵۰ تا ۷۰ درصد نیز دست یافت.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که در مزرعه خاک و آب با بافت سنگین و ظرفیت بیشتر نگهداری عناصر تغذیه‌ای، مدیریت کود اوره به‌صورت مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره، ۱/۳ پایه در زمان نشاکاری، ۱/۳ سرک در مرحله حداکثر پنجه‌زنی و ۱/۳ سرک دوم در مرحله تشکیل خوشه در غلاف (T5) سبب بهبود بهره‌وری نیتروژن، افزایش بازیافت نیتروژن، افزایش جذب نیتروژن، عملکرد دانه و عملکرد کاه شد. در مزرعه کیسوم نیز که دارای خاک با بافت سبک و امکان تلفات آبشویی بیشتر بود، کاربرد تیمار T5 سبب پاسخ مناسب‌تر این صفات به جز عملکرد دانه شد. در این مزرعه، مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع SCU (T2) سبب افزایش عملکرد دانه شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، مشخص شد که در خاک‌های با بافت سبک و خاک‌های با ظرفیت تثبیت بالا، تقسیط اوره و استفاده از اوره پوشش‌دار (SCU) به‌دلیل کاهش تلفات نیتروژن و افزایش بهره‌وری آن، بسیار موثر بودند. از این‌رو پیشنهاد می‌شود که با توجه به ویژگی‌های خاک از جمله بافت خاک، تقسیط اوره و استفاده از اوره پوشش‌دار در ارایه برنامه‌های توصیه کودی همواره مد نظر قرار گیرند.

بهره‌وری نسبی بیان می‌دارد که با مصرف یک کیلوگرم کود نیتروژن چه مقدار عملکرد می‌توان تولید کرد. بیشترین بهره‌وری نسبی در مزرعه کیسوم به مقدار ۴۸ کیلوگرم عملکرد به هر کیلوگرم نیتروژن مصرف‌شده با استفاده از تیمارهای T5 (۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره، ۱/۳ در مرحله نشاکاری، ۱/۳ در مرحله پنجه‌زنی و ۱/۳ در مرحله تشکیل خوشه در غلاف، T3 مصرف ۲/۵ درصد بازدارنده ۲ و ۵- دی‌متیل پارا بنزو کوئینون با ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره و T2 مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع SCU (T2) به‌دست آمد. در مزرعه خاک و آب نیز بیشترین بهره‌وری نسبی مربوط به تیمارهای T5 و T3 بود که به مقدار ۴۹ کیلوگرم عملکرد به کیلوگرم نیتروژن مصرف‌شده حاصل شد که به ترتیب ۱۴ و ۲۳ درصد نسبت به تیمار T1 (۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره در مرحله نشاکاری) که کم‌ترین بهره‌وری را نشان داد، اختلاف داشتند (شکل ۱-g). بهره‌وری کمتر نیتروژن در تیمار ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره در مرحله نشاکاری می‌تواند به‌دلیل تلفات بیشتر نیتروژن در اثر آبشویی، به‌ویژه در خاک با بافت سبک در این روش مصرف باشد. به‌طور مشخص بهره‌وری نسبی در مزارع زارعین در آسیا ۴۰ تا ۵۰ کیلوگرم دانه در کیلوگرم کود نیتروژن مصرفی گزارش شده است که می‌تواند از ۱۵ تا ۱۰۰ کیلوگرم در کیلوگرم متغیر باشد، ولی با مدیریت صحیح زراعی و عناصر غذایی مقدار بهره‌وری باید بیش از ۵۰ کیلوگرم دانه در کیلوگرم نیتروژن مصرفی باشد (Dobermann and Fairhurst, 2000).

راندمان بازیافت نشان می‌دهد که چه مقدار از نیتروژن مصرف‌شده به‌وسیله محصول بازیافت و جذب شده است. در این تحقیق، بیشترین راندمان بازیافت نیتروژن به‌وسیله تیمار T5 (۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره ۱/۳ در مرحله نشاکاری، ۱/۳ در مرحله پنجه‌زنی و ۱/۳ در مرحله تشکیل خوشه در غلاف) در هر دو مزرعه کیسوم و خاک و آب به ترتیب با مقدار ۴۱ و ۴۲ درصد به‌دست آمد (شکل ۱-h). از آنجایی که در این تیمار اوره در مراحل مختلف رشد مورد استفاده قرار گرفت، از این‌رو فرصت و امکان جذب بیشتر نیتروژن و افزایش بازیافت برای گیاه فراهم شد. ساوانت و همکاران (Savant et al., 1982) از طریق مصرف کودهای محتوی نیتروژن نشاندار (N^{15}) دریافتند که رشد برنج در یک خاک رسی با مصرف اوره به‌صورت تقسیط، بازیافت ۲۵ تا ۴۴ درصد را به‌همراه داشته است. راندمان بازیافت تا حد



شکل ۱- تاثیر منابع و روش‌های مختلف کاربرد اوره بر صفات مورد بررسی در دو مزرعه شالیزاری. (a) عملکرد دانه، (b) عملکرد کاه، (c) جذب نیتروژن دانه، (d) جذب نیتروژن کاه، (e) جذب نیتروژن کل، (f) عملکرد زیست‌توده، (g) بهره‌وری نسبی نیتروژن، (h) بازیافت نیتروژن. Figure 1. Effect of different sources and nitrogen application methods on some of the studied traits in two paddy fields. a) Grain yield, b) Straw yield, c) Grain N uptake, d) Straw N uptake, e) Total N uptake, f) Biological yield, g) N relative productivity, h) N recovery.

References

- Cho, J. Y. 2003.** Seasonal runoff estimation of N and P in a paddy field of central Korea. **Nutrient Cycling in Agro Ecosystems** 65: 43-52.
- Choudhury, A. T. M. A. and Kennedy, I. R. 2005.** Nitrogen fertilizer losses from rice soils and control of environmental pollution problems. **Communications in Soil Science and Plant Analysis** 36: 1625-1639.
- Choudhury, A. T. M. A. and Khanif, Y. M. 2004.** Effects of nitrogen and copper fertilization on rice yield and fertilizer nitrogen efficiency: A N¹⁵ tracer study. **Pakistan Journal of Scientific International Research** 47: 50-55.
- Craswell, E. T., De Datta, S. K., Hartantyo, M. and Obcemea, W. N. 1981.** Time and mode of nitrogen fertilizer application to tropical wetland rice. **Fertility Research** 2 (4): 247-259.
- Dobermann, A. and Fairhurst, T. 2000.** Nutrient disorders and nutrient management. Handbook series. PPI. PPIC- IRRI. pp: 12-83..
- Donald, C. M. and Hamblin, J. 1976.** The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. **Advance Agronomy** 28: 361-405.
- Dong, Y. and Wang, Z. Y. 2006.** Study on release characteristics of different forms of nitrogen nutrients of slow/controlled release compound fertilizer. **Scientia Agricultura Sinica** 39: 960-967.
- Emami, A. 1996.** Plant decomposition methods. Vol. 1. Technical leaflet No. 982. Soil and Water Research Institute, Tehran, Iran. (In Persian).
- Fan, L. C., Peng, X. L., Liu, Y. Y. and Song, T. X. 2005.** Study on the site-specific nitrogen management of rice in cold area of northeastern China. **Scientia Agricultura Sinica** 38: 1761-1766.
- Fillery, I. R. P. and De Datta, S. K. 1986.** Ammonia volatilization from nitrogen sources applied on rice fields. II. Floodwater properties and submerged photosynthetic biomass. **Soil Science Society of American Journal** 50: 86-91.
- Gee, G. W. and Bauder, J. W. 1986.** Particle size analysis. In: Klute, A. (Ed.), Methods of soil analysis. Part 2: Physical and mineralogical methods. ASA, Madison, WI.
- Irshad, A., Abbas, G. and Khaliq, A. 2000.** Effect of different nitrogen application techniques on the yield and yield components of fine rice. **International Journal of Agriculture and Biology** 3: 239-241.
- Khalil, I. M., Gutser, R. and Schmidhalter, U. 2009.** Effects of urease and nitrification inhibitors added to urea on nitrous oxide emission from a loess soil. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science** 172: 651-660.
- Khan, A. Z., Ali, B., Afzal, M., Wahab, S., Khalil, S. K., Amin, N., Ping, Q., Qiaojing, T. and Zhou, W. 2015.** Effects of sulfur and ureas coated controlled release urea on dry matter yield, N uptake and grain quality of rice. **The Journal of Animal and Plant Sciences** 25 (3): 679-685.
- Krajewska, B. 2009.** Urease I. Functional, catalytic and kinetic properties: A review. **Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic** 59: 9-21
- Liu, Y. H. and Lu, J. 2005.** The comparison of several experimental methods for nitrogen mineralization of paddy soils. **Chinese Journal of Soil Science** 36: 675-678.
- Mahboob Khomami, A., Kasraee, R., Moghaddam, M. and Kavousi, M. 2004.** The effect of urea, urea with sulfur coating and their application on grain yield, yield and nitrogen recovery in rice, variety Nemat. **Agricultural Science** 14 (4): 107-114. (In Persian with English Abstract).
- Moletti, M., Giudici, M. L., Villa, B. and Fiore, G. 1992.** Quale tecnica colturale per i risi Patna: Performance di sei varietà coltivate con semina in acqua e interrata a dosi diverse di azoto. **L Informatore Agrario** 11: 83-95. (In Italian with English Abstract).
- Nasima, J., Khanif, M. Y., Hanfi, M. M., Wan, Z. W. Y. and Dharejo, K. A. 2010.** Maize response to biodegradable polymer and urease inhibitor coated urea. **International Journal of Agriculture and Biology** 12 (5): 773-776.
- Patnaik, S. and Rao, M. V. 1979.** Sources of nitrogen for rice production. Nitrogen and Rice. International Rice Research Institute, Manila, Philippines.
- Pirmoradian, N., Sepaskhah, A. and Maftoun, M. 2004.** Deficit irrigation and nitrogen effects on nitrogen use efficiency and grain protein of rice. **Agronomie, EDP Sciences** 24 (3): 143-153.
- Russo, S. 1995.** Rice yield as affected by the split method of N application and nitrification inhibitor DCD. In: Chataigner, J. (Ed.), Perspectives agronomiques de la culture du riz en Méditerranée: Réduire la consommation de l'eau et des engrais. Montpellier: CIHEAM. pp: 43-52.

- Russo, S., Raso, G. and Ferraris, G. 1991.** Effetti dell applicazione tardiva di azoto su varietà di riso (*Oryza sativa* L.) a differente accrescimento. I. Variazioni biomorfologiche e produttive. **Rivista di Agronomia** 4: 45-504.
- Savant, N. K., De Datta, S. K. and Craswell, E. T. 1982.** Distribution of ammonium nitrogen and N¹⁵ uptake by rice after deep placement of urea supergranules in wetland soil. **Soil Science Society of American Journal** 46: 567-573.
- Saiful Islam, M., Hasanuzzaman, M., Rokonuzzaman, M. and Nahar, K. 2009.** Effect of split application of nitrogen fertilizer on morphophysiological parameters of rice genotypes. **International Journal of Plant Production** 3 (1): 51-62.
- Sing, U., Ladha, J. K., Castillo, E. G., Punzalan, G., Tirol-Padre, A. and Duqueza, M. 1998.** Genotypic variation in nitrogen use efficiency in medium and long duration rice. **Field Crops Research** 58: 35-53.
- Sparks, D. L. 1996.** Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods. ASA, Madison, WI.
- Tahir, M., Ather Nadeem, M., Asif Nazir, M. and Ayub, M. 2008.** Growth and yield response of fine rice to split application of nitrogen. **Pakistan Journal of Life and Social Sciences** 6 (1): 14-17.
- Westfall, D. C. 1972.** Use of SCU a slow release fertilizer as a source of nitrogen for rice. In Texas agriculture experiment station. **Rice Research in Texas** 123: 8-11.
- Zhang, J. H., Liu, J. L., Zhang, J. B., Zhao, F. T., Cheng, Y. N. and Wang, W. P. 2010.** Effects of nitrogen application rates on translocation of dry matter and nitrogen utilization in rice and wheat. **Acta Agronomica Sinica** 36 (10): 1736-1742.



University of Guilan
Faculty of Agricultural
Sciences

Cereal Research
Vol. 7, No. 2, Summer 2017 (247-256)

A comparative study of urea application in split with sulfur coated and nitrification inhibitor on nitrogen productivity and yield of rice (*Oryza sativa L.*) in two different paddy soils

Hasan Shokri Vahed^{1*} and Maryam Peykan²

Received: November 21, 2015

Accepted: June 1, 2016

Abstract

Despite of nitrogen is an influential factor in rice production, but its use efficiency is usually lower in paddy rice than in upland crops. To determine the effects of split application urea, sulfur coated urea and nitrification inhibitor on yield, uptake and nitrogen use efficiency in rice (*Oryza sativa L.*) cv. Khazar, an experiment was conducted using six different treatments based on randomized complete block design with three replications at two agricultural research fields with different soils (Kisum and Soil and Water Stations), Rice Research Institute of Iran. In this experiment, the effects of coated urea fertilizer and nitrification inhibitor (2,5- dimethyl parabanzo quionon) together with urea and urea splitting methods at two and three times was studied. The results showed that the straw yield, grain and straw N uptake and total N uptake by plant were significantly influenced by different nitrogen application methods in Kisum station with light soil texture. In this field, the maximum grain and straw N uptake and total N uptake were obtained using 90 kg net N per ha from urea source at three equal splitting, one-third at each transplanting, tillering and panicle initiation stage (T₅ treatment), while the maximum grain yield was observed for 90 kg net N per ha from coated urea at transplanting stage (T₂ treatment). In Soil and Water station, the effects of treatments on grain and straw yield and grain and straw N uptake were significant at 1% probability level, so that the highest grain and straw yield and N uptake were observed in T₅ treatment. The results of this research indicated that for high yielding and long growth duration variety, Khazar, urea splitting at three stages in soils with moderate to heavy textures and use of sulfur coated urea together with splitting method in soils with light to moderate textures is the most appropriate method of nitrogen application.

Keywords: Biological yield, Nitrogen recovery, Relative productivity

1. Scientific Board Member, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

2. B. Sc., Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

* Corresponding author: shokri_v@yahoo.com