

اثر منابع مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و کیفیت گندم

فریدون نورقلی پور^{۱*}، یوسف رضا باقری^۲ و محمد لطف الهی^۱

۱- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات خاک و آب

۲- کارشناس ارشد مؤسسه تحقیقات خاک و آب

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۱/۲۹ تاریخ پذیرش: ۸۷/۴/۳۱

چکیده

از آنجا که نیتروژن نقشی چشمگیر در تولید فرآورده‌های کشاورزی مناطق خشک و نیمه خشک ایفاء می‌نماید، انتخاب نوع و مقدار مناسب کودهای حاوی این عنصر برای تولید ایتیم محصول الزامی است. لذا به منظور بررسی اثر سه نوع کود نیتروژنه بر عملکرد کمی و کیفی گندم پیشتاز، آزمایشی مزرعه‌ای در ایستگاه تحقیقات خاک و آب کرج در سال ۱۳۸۳ انجام گرفت. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: T₁- شاهد (بدون مصرف نیتروژن)؛ T₂- اوره با پوشش گوگردی (SCU)؛ T₃- نترات آمونیوم و T₄- اوره. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، اجرا شد. مقدار مصرف نیتروژن ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار بود. با کاربرد کود نیتروژنه عملکرد دانه گندم به صورت معنی‌داری نسبت به شاهد، افزایش یافت. بیشترین عملکرد دانه در نتیجه کاربرد نترات آمونیوم به دست آمد و اختلاف آن با شاهد و SCU در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. با کاربرد SCU نیز عملکرد دانه به صورت معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت. تفاوت بین دو تیمار نترات آمونیوم و اوره معنی‌دار نبود. از لحاظ غلظت نیتروژن دانه، بیشترین مقدار مربوط به کاربرد نترات آمونیوم بود که با تیمارهای دیگر، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشت. از لحاظ غلظت فسفر، پتاسیم و روی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف، وجود نداشت. بیشترین راندمان جذب نیتروژن، مربوط به نترات آمونیوم بود. هر کیلوگرم نیتروژن در تیمار دوم ۱۸/۷ کیلوگرم دانه و در تیمار سوم ۲۹/۸۲ کیلوگرم دانه تولید نمود که این می‌تواند به دلیل عملکرد بیشتر، جذب بیشتر نیتروژن و مقدار بازیافت بیشتر نیتروژن در تیمار سوم باشد. بین جذب نیتروژن و عملکرد دانه رابطه مثبتی وجود داشت. با افزایش جذب نیتروژن جذب عناصر فسفر، پتاسیم، آهن، روی، مس و منگنز افزایش یافت. در شرایطی مشابه این آزمایش کود SCU استفاده شده، نمی‌تواند تمام نیاز نیتروژنه گندم زمستانی را تامین کند و جایگزین اوره یا نترات آمونیوم گردد.

کلمات کلیدی: منابع نیتروژن، گندم، راندمان جذب نیتروژن و راندمان جذب کود

مقدمه

از آنجا که ایران در منطقه خشک و نیمه خشک قرار گرفته، مقدار مواد آلی خاک‌های آن پائین بوده و در نتیجه دارای سطوح پائین نیتروژن، می‌باشند. اغلب گیاهان در این مناطق دچار کمبود نیتروژن می‌باشند و بدین دلیل تأمین نیتروژن از طریق کودهای شیمیایی و آلی ضروری است (۶). نیتروژن عنصری مهم و حیاتی برای گیاه به شمار می‌رود و در پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و کلروفیل وجود دارد و بیش از عناصر غذایی دیگر در معرض از دست رفتن می‌باشد و مقدار بازیافت آن کمتر از نصف مقدار به کار رفته می‌باشد (۱۰).

کارایی جهانی جذب نیتروژن برای تولید غلات حدود ۳۳ درصد در نظر گرفته شده و ۶۷ درصد بقیه که رقمی بالغ بر ۱۵/۹ میلیارد دلار می‌باشد به صورت هدر رفت نیتروژن به شکل‌های تصعید، فرسایش، سطحی، آبشویی و ... است (۱۷).

دلایل پائین بودن راندمان جذب نیتروژن^۱ (NUpE) عبارتند از: آزدسازی نیتروژن از بافتهای گیاهی، دینتریفیکاسیون، آبشویی و تصعید آمونیوم (۱۶).

کارایی در شرایط ایران نیز به دلایل متعددی بسیار پائین می‌باشد. به علت هزینه‌های رو به افزایش کودهای شیمیایی، لازم است که جذب و مصرف نیتروژن از راندمان بالایی برخوردار باشد تا بدین وسیله از هزینه نهاده‌ها کاسته و سود بالاتری عاید زارعین گردد. برای رسیدن به هدف فوق لازم است راندمان جذب عناصر غذایی و عوامل مؤثر بر آن را شناخته و راههای افزایش آن را در روش‌های نوین تولید گیاهان زراعی تشخیص داد (بدون آن که عملکرد کاهش یابد) (۳).

در زمینه تأثیر کاربرد منابع مختلف کود نیتروژن در غلات تحقیقات متعددی نیز انجام شده است (۸، ۱۱، ۱۲). در یک بررسی اثر چهار منبع کود نیتروژنی نیترات کلسیم،

نیترات آمونیوم، اوره و ترکیبی از اوره و نیترات آمونیوم در چهار سطح بر روی ذرت آزمایش گردید. براساس نتایج ما بین چهار نوع کود، اختلافی از لحاظ عملکرد دانه، وجود نداشت (۹).

در آزمایشی دیگر اثر دو منبع اوره- نیترات آمونیوم (UAN) و آمونیاک بدون آب در سطوح مختلف نیتروژن بر گیاه ذرت بررسی شد. از لحاظ تأثیر بر عملکرد علوفه مابین دو منبع اختلاف آماری، مشاهده نشد (۸).

در بررسی انجام گرفته در قزوین، اثر ۴ منبع کود نیتروژنی اوره، اوره با پوشش گوگردی (SCU)، اوره آغشته به گوگرد، نیترات آمونیوم و سه سطح کود نیتروژنی شامل ۱۵۰ و ۲۰۰، ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار بر گیاه ذرت SC704 بررسی شد. براساس نتایج در تمامی تیمارها غلظت نیتروژن در برگ نسبت به شاهد، افزایش یافت. غلظت سایر عناصر غذایی تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار نگرفت. از لحاظ عملکرد دانه، کود اوره در سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (۶۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) به عنوان بهترین منبع و کود نیترات آمونیوم در سطح ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار با عملکرد ۶۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در درجه دوم قرار گرفت (۵).

در بررسی انجام گرفته در کرج، با کاربرد کود SCU اگر چه عملکرد گندم نسبت به تیمار بدون نیتروژن به صورت معنی‌داری افزایش یافت ولی عملکرد آن به صورت معنی‌داری کمتر از کاربرد سه تقسیطه اوره بود (۲).

در بررسی دیگر کاربرد کود SCU اگرچه در مراحل اولیه باعث رشد رویشی مناسبی در نیشکر شد اما نتوانست نیتروژن را در حد مورد لزوم برای تمام فصل رشد مهیا کند و عملکرد، کمتر از تیمار کاربرد کود سولفات آمونیوم در ۴ تقسیط شد. بهتر بود که SCU استفاده شده نیتروژن را آهسته تر آزاد می‌کرد یا در زمان دیرتری استفاده می‌شد. در بررسی دیگر کاهش ضخامت S، دمای بیشتر و رطوبت بیشتر باعث آزاد سازی بیشتر نیتروژن شد (۱۲).

^۱-Nitrogen Uptake Efficiency

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقات خاک و آب کرج، در سال زراعی ۱۳۸۳ به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار و سه تکرار اجرا گردید. چهار تیمار کودی عبارت بودند از: T_1 = شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن)؛ T_2 = کود اوره با پوشش گوگردی (SCU)؛ T_3 = کود نترات آمونیوم و T_4 = کود اوره. قبل از اجرای آزمایش از قطعه مورد نظر یک نمونه مرکب خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی متر تهیه و برخی از خواص فیزیکی و شیمیایی آن از قبیل میزان نیتروژن کل، فسفر قابل استخراج بوسیله بی‌کربنات سدیم، پتاسیم قابل استخراج با استات آمونیوم، pH، شوری، درصد مواد خثی شونده، غلظت آهن، منگنز، روی و مس قابل جذب و بافت خاک براساس روش‌های آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات خاک و آب، اندازه‌گیری گردید (۴). عملیات شخم، دیسک و ماله کشی در شهریور ماه انجام گرفت. در تیمار شاهد (T_1)، کود نیتروژنی استفاده نشد و در تیمار دوم، نیتروژن از منبع اوره با پوشش گوگردی (SCU) و در تیمار سوم و چهارم، نیتروژن به ترتیب از منبع نترات آمونیوم و اوره، تأمین گردید. مقدار نیتروژن استفاده شده در سه تیمار دوم، سوم و چهارم یکسان (۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) بود. بر این اساس اوره به مقدار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار، نترات آمونیوم به مقدار ۵۴۰ کیلوگرم در هکتار، مصرف شد. کود اوره با پوشش گوگردی (SCU) به مقدار ۴۸۰ کیلوگرم بر هکتار پیش از کشت مصرف شد. کود اوره و نترات آمونیوم در سه قسط مصرف شدند. اوره و نترات آمونیوم به صورت ۳۳ درصد پیش از کشت، ۳۳ درصد زمان پنجه‌زنی و ۳۳ درصد زمان طویل شدن ساقه به صورت پخش سطحی استفاده شد. آبیاری به روش سیفونی و در هر تکرار به صورت مجزا، انجام شد. در طول دوره رشد دو بار وجین علف‌های هرز به وسیله دست، انجام گرفت. گندم از رقم پیشناز

بنا به گزارشی، کودهای نیتروژنه خصوصاً اوره با پوشش گوگردی باعث افزایش کارایی استفاده از کود از طریق کاهش شستشو و تصعید به صورت بخار می‌گردند و تفاوت بین منابع مختلف کودهای نیتروژنه کندرها به میزان آزادسازی نیتروژن و شکل نیتروژن موجود در این کودها، بستگی دارد (۱۹).

در یک مورد در تحقیقات گلخانه‌ای و آزمایشگاهی، فاکتورهای کنترل کننده آزادسازی نیتروژن از SCU مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بر روی مرغ (*Cynodon dactylon*) نشان داد که میزان حلالیت SCU با افزایش دمای کشت افزایش می‌یابد. در این بررسی انواعی از کود SCU (با مقدار پوشش متفاوت S) استفاده شد. براساس نتایج، بیشترین مقدار عملکرد علوفه خشک از تیمار کاربرد سطحی تقسیطی کود نترات آمونیوم (1000 mg.pot^{-1}) به میزان 33 mg.pot^{-1} بدست آمد. در کاربرد تقسیطی اوره عملکرد $28/6 \text{ g.pot}^{-1}$ و تفاوت با قبلی، معنی‌دار بود. در تیمار شاهد، عملکرد $1/5 \text{ g.pot}^{-1}$ بود. ما بین منابع مختلف کود SCU، عملکرد متفاوت بود و بیشترین آن از SCU₁₃ بدست آمد ($26/9 \text{ g.pot}^{-1}$) که حاوی $39/5\%$ نیتروژن کل، $12/8\%$ کل پوشش و درصد گوگرد $9/1$ بود. بیشترین میزان جذب نیتروژن و درصد بازیافت نیتروژن نیز مربوط به آمونیوم نترات پخش سطحی شده بود و پس از آن اوره قرار داشت (۷).

با توجه به مطالب ارائه شده بدلیل پایین بودن راندمان جذب نیتروژن در ایران برای گیاه گندم، لازم است با اتخاذ راهکارهایی راندمان جذب این عنصر را افزایش داد. منابع مختلف کود نیتروژن در یک مقدار مشخص ازت ممکن است دارای کارایی متفاوتی باشند، لذا با توجه به اینکه گندم در مراحل مختلف رشد به مقادیر متفاوتی از نیتروژن نیاز دارد، در این بررسی اثر کود اوره با پوشش گوگردی (به عنوان کود کندرها) با دو نوع کود نیتروژنی دیگر (که نیتروژن را به آسانی آزاد می‌نمایند) جهت تأمین نیتروژن مورد نیاز گندم، مورد مقایسه قرار گرفت.

¹Sulfur coated urea

۲ و ۳ به ترتیب نتایج تجزیه خاک پیش از کشت برای گندم و نتیجه تجزیه آب آبیاری، ارائه شده است.

نتایج

تأثیر تیمارهای مختلف بر عملکرد گندم، راندمان جذب و کارایی مصرف نیتروژن و کارایی کود: با توجه به جدول ۴ کاربرد نیتروژن از منابع مختلف، باعث افزایش معنی دار عملکرد کل گندم، نسبت به شاهد (T_1) گردید. تفاوت بین نیترات آمونیوم و SCU در سطح ۵ درصد معنی دار بود ولی بین دو منبع اوره و نیترات آمونیوم، اختلاف معنی دار، مشاهده نشد.

با کاربرد کودهای نیتروژنه عملکرد دانه نسبت به شاهد، افزایش یافت. کاربرد کود SCU اگر چه عملکرد دانه را به صورت معنی داری نسبت به شاهد افزایش داد ولی عملکرد آن به صورت معنی داری کمتر از دو تیمار نیترات آمونیوم و اوره، بود. تفاوت بین دو تیمار نیترات آمونیوم و اوره معنی دار نبود. کاربرد کودهای نیتروژنه باعث افزایش معنی دار عملکرد دانه نسبت به شاهد شد ولی بین سه منبع مختلف کود، اختلاف آماری مشاهده نگردید.

کارایی مصرف کود، در نیترات آمونیوم بیشتر از دو نوع دیگر کود بود (جدول ۴). بیشترین مقدار نسبت کارایی نیتروژن (NER) مربوط به شاهد و کمترین آن مربوط به نیترات آمونیوم بود. به نظر می رسد که با افزایش جذب نیتروژن، از کارایی هر واحد نیتروژن برای تولید دانه کاسته شده باشد (۱۳). کارایی مصرف (NUE) و راندمان جذب نیتروژن (NUpE) در تیمار سوم بیشتر از دو تیمار کودی دیگر بود. هر کیلوگرم نیتروژن در SCU ۱۸۷ کیلوگرم دانه و در نیترات آمونیوم ۲۹/۸۲ کیلوگرم دانه تولید نمود که این می تواند به دلیل عملکرد بیشتر، جذب بیشتر نیتروژن و مقدار باز یافت بیشتر نیتروژن در تیمار سوم باشد.

(M75-10)، کشت شد. سوپرفسفات تریپل به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم درهکتار و سولفات پتاسیم به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در کلیه تیمارها پیش از کشت استفاده شد. پس از مشخص نمودن ابعاد کرت های آزمایشی ($۶ \times ۲/۵$ مترمربع) و پیاده کردن نقشه طرح و اعمال تیمارهای مختلف، با استفاده از بذر کار همدانی، گندم بر روی پشته هایی به فاصله ۵۰ سانتی متر از هم، کشت گردید. برداشت محصول از سطح $۴ \times ۱/۵$ مترمربع به وسیله دست، انجام گرفت و عملکرد کل، دانه و کاه تعیین گردید. در نمونه های دانه مقدار عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، روی و مس تعیین گردید (۱). نمونه های خاک نیز پس از برداشت از عمق ۰-۳۰ سانتی متر از هر کرت تهیه و عناصر نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، مس و منگنز در آنها اندازه گیری گردید (۴).

کارایی مصرف کود نسبت به کارایی نیتروژن^۱ با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$NfUE = \frac{(N \text{ uptake in fertilized plot} - N \text{ uptake in control plot}) \times 100}{N \text{ applied}}$$

مقدار نسبت کارایی نیتروژن^۲ نیز از طریق فرمول زیر بدست آمد

$$NER = \frac{\text{grain yield}}{\text{nitrogen uptake by grain}}$$

مقدار کارایی مصرف نیتروژن^۳ از طریق فرمول زیر محاسبه شد:

$$NUE = \frac{\text{grain yield}}{N \text{ applied}}$$

مقدار راندمان جذب نیتروژن^۴ از طریق فرمول بدست آمد (۱۳).

$$NUpE = \frac{N \text{ uptake by grain}}{N \text{ applied}}$$

تجزیه آماری اطلاعات به وسیله نرم افزار (SAS ۹,۱) با آزمون توکی و در سطح ۵ درصد انجام گرفت. در جدول ۱،

^۱- Nitrogen fertilizer use efficiency (NfUE)

^۲- Nitrogen efficiency ratio (NER)

^۳- Nitrogen use efficiency (NUE)

^۴- Nitrogen uptake efficiency (NUpE)

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک پیش از کشت گندم

عمق (سانتی متر)	pH	O.C	TNV	T.N	EC _e dS.m ⁻¹	میلی گرم بر کیلوگرم					
						P	K	Fe	Zn	Mn	Cu
۰-۳۰	۸/۰۲	۰/۶۴	۸/۲۸	۰/۰۶	۰/۷۳	۵/۸	۲۲۴	۸/۲	۵/۰۸	۸/۲	۱/۷۴

جدول ۲- نتایج تجزیه آب آبیاری

EC dS.m ⁻¹	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Ca ²⁺	Mg ²⁺	میلی اکی والان بر لیتر		
							Na ⁺	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁻
۰/۳۶۷	۰	۱/۱	۰/۶	۱/۹	۲/۰	۱/۲	۰/۶	۰	۰

جدول ۳- مشخصات کود SCU کانادایی استفاده شده

نوع کود	درصد ازت	درصد رهاسازی نیتروژن			
		هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم
SCU کانادایی	۳۳	۱۴	۲۰	۲۲	۲۵

جدول ۴- اثر منابع نیتروژن بر عملکرد گندم، راندمان جذب، کارایی مصرف، نسبت کارایی و کارایی کود

تیمار	راندمان جذب نیتروژن	کارایی مصرف نیتروژن	نسبت کارایی نیتروژن	کارایی مصرف کود (درصد)	عملکرد کاه	عملکرد دانه	عملکرد کل
T ₁	-	-	۶۱/۲۵	-	۵۱۰۰ ^b	۱۵۳۳ ^c	۶۶۳۳ ^c
T ₂	۰/۳۰۹	۱۸/۷	۶۰/۴۴	۱۷/۲۰	۸۶۳۳ ^a	۳۳۶۶ ^b	۱۲۰۶۷ ^b
T ₃	۰/۵۷۶	۲۹/۸۲	۵۱/۷۶	۴۳/۷	۱۰۳۰۰ ^a	۵۳۶۷ ^a	۱۵۶۶۶ ^a
T ₄	۰/۴۷۶	۲۸/۸۹	۶۰/۶۶	۳۳/۴۲	۹۱۶۷ ^a	۵۲۰۰ ^a	۱۴۳۶۷ ^{ab}
C.V (%)	-	-	-	-	۱۰/۱۰	۱۱/۵۳	۹/۲۸

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، اختلاف آماری در سطح ۵ درصد ندارند (آزمون توکی).
T₁- شاهد (بدون مصرف نیتروژن); T₂- اوره با پوشش گوگردی (SCU); T₃- نیترات آمونیوم; T₄- اوره.

جدول ۵- اثر منابع نیتروژن بر غلظت عناصر در دانه گندم

تیمار	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	مس
	درصد	درصد	درصد	میلی گرم بر کیلوگرم	میلی گرم بر کیلوگرم	میلی گرم بر کیلوگرم	میلی گرم بر کیلوگرم
T ₁	۱/۶۴ ^b	۰/۳۳۷ ^a	۰/۴۱۰ ^a	۲۸/۶۷ ^a	۲۲/۶۷ ^a	۴۰/۱۷ ^a	۵/۰۰۰ ^b
T ₂	۱/۶۶ ^b	۰/۳۱۷ ^a	۰/۳۶۲ ^a	۲۱/۵۰ ^a	۱۹/۵۰ ^a	۳۸/۱۷ ^{ab}	۵/۸۳۳ ^{ab}
T ₃	۱/۹۳ ^a	۰/۲۸۳ ^a	۰/۳۷۷ ^a	۲۰/۰۰ ^{ab}	۲۰/۱۷ ^a	۳۵/۱۷ ^{bc}	۷/۶۶۷ ^a
T ₄	۱/۶۴ ^b	۰/۲۸۰ ^a	۰/۳۸۰ ^a	۲۲/۶۷ ^{ab}	۱۷/۰۰ ^a	۳۳/۰۰ ^c	۵/۸۳۳ ^{ab}
C.V (%)	۴/۱۴	۸/۲	۶/۷۴	۹/۱۵	۱۱/۵۸	۴/۲۶	۱۴/۷۵

* در هر ستون مقادیری که دارای حروف مشترک هستند، اختلاف آماری در سطح ۵ درصد ندارند (آزمون توکی).
T₁- شاهد (بدون مصرف نیتروژن)؛ T₂- اوره با پوشش گوگردی (SCU)؛ T₃- نترات آمونیوم T₄- اوره.

جدول ۶- اثر منابع نیتروژن بر جذب عناصر بوسیله دانه گندم

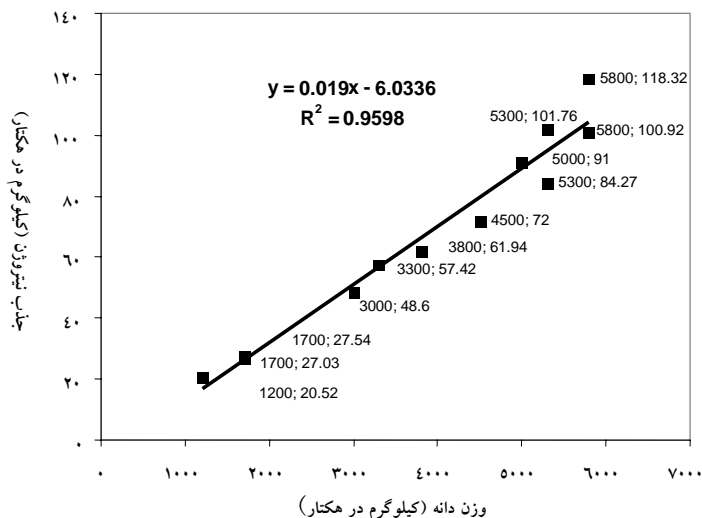
تیمار	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	مس
	کیلوگرم در هکتار	کیلوگرم در هکتار	کیلوگرم در هکتار	گرم در هکتار	گرم در هکتار	گرم در هکتار	گرم در هکتار
T ₁	۲۵/۰۳ ^c	۵/۱۲۳ ^c	۶/۲۷ ^c	۴۳/۱۵ ^b	۳۳/۸۷ ^c	۶۰/۷۸ ^c	۷/۵ ^c
T ₂	۵۵/۹۸۷ ^b	۱۰/۶۲۰ ^b	۱۲/۹۸ ^b	۷۱/۵۰ ^b	۶۵/۰۸ ^b	۱۲۷/۴۷ ^b	۱۹/۶ ^{bc}
T ₃	۱۰۳/۶۹۳ ^a	۱۵/۲۱۳ ^a	۲۰/۲۷ ^a	۱۳۵/۲۰ ^a	۱۰۸/۸۰ ^a	۱۸۸/۸۵ ^a	۴۱/۴۵ ^a
T ₄	۸۵/۷۳۰ ^a	۱۴/۴۰۷ ^{ab}	۱۹/۷۴ ^a	۱۱۸/۴۰ ^a	۸۸/۶۲ ^b	۱۷۱/۵۳ ^{ab}	۳۰/۲۳ ^{ab}
C.V (%)	۱۳/۶	۱۴/۲۱	۱۴/۵۹	۱۵/۵۲	۱۳/۲۶	۱۱/۹۹	۲۳/۴۷

در هر ستون مقادیری که دارای حروف مشترک هستند، اختلاف آماری در سطح ۵ درصد ندارند (آزمون توکی).
T₁- شاهد (بدون مصرف نیتروژن)؛ T₂- اوره با پوشش گوگردی (SCU)؛ T₃- نترات آمونیوم؛ T₄- اوره.

اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده شد (جدول ۵). با کاربرد کود نیتروژنه غلظت آهن و منگنز در دانه گندم کاهش یافت ولی در مورد مس عکس این حالت صادق بود و با کاربرد نیتروژن غلظت مس دانه افزایش یافت. تیمار حاوی نترات آمونیم دارای کمترین غلظت آهن و بیشترین غلظت مس بود. کمترین غلظت منگنز دانه نیز مربوط به کود اوره بود و پس از آن نترات آمونیم و SCU قرار داشت.

- تأثیر منابع نیتروژن بر غلظت و جذب عناصر در دانه گندم

از لحاظ غلظت نیتروژن دانه، بیشترین مقدار مربوط به تیمار سوم بود که با تیمارهای دیگر اختلاف معنی داری داشت. غلظت نیتروژن دانه در دو تیمار دوم و چهارم اختلاف معنی داری با تیمار شاهد نداشت. از لحاظ غلظت فسفر، پتاسیم و روی اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده نشد ولی از لحاظ غلظت آهن، منگنز و مس،



شکل ۱ - ضریب تعیین و رابطه بین مقدار جذب نیتروژن و عملکرد دانه گندم

جدول ۷- تأثیر تیمارهای مختلف بر مقدار عناصر خاک پس از برداشت گندم (عمق ۳۰-۰ سانتی متر)

عنصر تیمار	نیتروژن کل					
	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	مس
	درصد	میلی گرم بر کیلوگرم				
T ₁	۸/۳۳ ^a	۲۹۰/۶۷ ^a	۰/۸۷ ^a	۰/۹۳ ^b	۱/۹۱ ^a	۱/۴۷ ^b
T ₂	۶/۱۳ ^a	۲۸۲/۶۷ ^a	۰/۹۳ ^a	۰/۹۳ ^b	۲/۴۵ ^a	۱/۴۷ ^b
T ₃	۶/۴۷ ^a	۲۵۷/۳۳ ^a	۱/۱۳ ^a	۱/۱۳ ^b	۲/۶۴ ^a	۲/۰۷ ^{ab}
T ₄	۶/۲۷ ^a	۲۹۲/۰۰ ^a	۱/۲۷ ^a	۱/۸۳ ^a	۱/۷۷ ^a	۲/۷۳ ^a
C. V (%)	۱۶/۱۴	۹/۱۶	۲۵/۳	۱۶/۳۸	۱۸/۵۷	۱۶/۶۳

در هر ستون مقادیری که دارای حروف مشترک هستند، اختلاف آماری در سطح ۵ درصد ندارند (آزمون توکی).
T₁- شاهد (بدون مصرف نیتروژن)؛ T₂- اوره با پوشش گوگردی (SCU)؛ T₃- نیترات آمونیوم؛ T₄- اوره.

نیترات آمونیوم و اوره، اختلاف معنی داری نداشتند ولی اختلاف این دو کود با تیمار SCU معنی دار بود. با کاربرد کود SCU مقدار جذب نیتروژن ۱۲۴ درصد نسبت به شاهد

با کاربرد کودهای نیتروژنه، جذب نیتروژن به صورت معنی داری نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول ۶) و اختلاف با تیمار شاهد معنی دار بود. دو نوع کود نیتروژنه

کاربرد و کود نیتروژن، نسبت تاثیر نیتروژن (NER) کاهش می‌یابد (۱۱) که در این بررسی نیز در تیمارهایی که کود نیتروژن استفاده شده مقدار نسبت تاثیر نیتروژن کمتر از شاهد می‌باشد و این کاهش در تیمار نیترات آمونیوم بیشتر مشخص است (کیلوگرم بر کیلوگرم ۵۱/۷۶ نسبت به کیلوگرم بر کیلوگرم ۶۱/۲۵ تیمار شاهد).

در کود SCU اگر چه نسبت تاثیر نیتروژن از شاهد کمتر است ولی تقریباً معادل با اوره معمولی می‌باشد. نتایج بررسی نشان داد (شکل ۱) که بین جذب نیتروژن و عملکرد دانه ضریب تغییر بالایی وجود دارد ($R^2 = ۰/۹۵$) و به نظر می‌رسد که مقادیر بیشتر نیتروژن در صورت استفاده می‌توانست باعث افزایش بیشتر عملکرد گردد و این مسئله ممکن بود به صورت معنی داری بر مقدار کارایی مصرف کود نیتروژن (NFUE) که از طریق مقدار عملکرد دانه یا وزن کل اندام هوایی محاسبه گردد و موثر باشد. با توجه به نتایج راندمان جذب نیتروژن در کود SCU استفاده شده کمتر از نیترات آمونیوم و اوره معمولی می‌باشد (به ترتیب ۸۴ و ۵۴ درصد). در شرایطی مشابه شرایط این آزمایش به نظر می‌رسد که کود SCU نتواند نیاز گندم زمستانه را تامین نماید. شاید بهتر باشد که در آزمایش SCU پیش از کشت مصرف شود و در تقسیم‌های دیگر مقدار نیتروژن مورد نیاز گیاه از منبع نیترات آمونیوم یا اوره تامین گردد. اگر چه در حال حاضر به دلیل برخی ملاحظات، کاربرد کود نیترات آمونیوم در کشور، رایج نمی‌باشد و توصیه نهایی در این زمینه بستگی به ارزش اقتصادی هر واحد نیتروژن در سه نوع کود و مقدار افزایش عملکرد در هر نوع کود دارد. ارزش هر واحد نیتروژن در کود اوره ۱/۸۱ دلار و در کود نیترات آمونیوم ۱/۷۴ دلار می‌باشد (۱۵) با این تفاوت که کود اوره دارای درصد خلوص بالاتر نیتروژن بوده و در نتیجه آن برای حجم مشخص نیتروژن، هزینه کمتری برای جابجایی آن پرداخت خواهد شد.

افزایش یافت و این افزایش برای دو کود نیترات آمونیوم و اوره به ترتیب ۳۱۴ درصد و ۲۴۳ درصد بود. تاثیر تیمارهای مختلف نیتروژن بر جذب عناصر فسفر، پتاسیم، آهن، روی، منگنز و مس دانه معنی‌دار بود و با افزایش جذب نیتروژن، جذب این عناصر نیز نسبت به تیمار بدون کود نیتروژن افزایش یافت. بیشترین مقدار جذب فسفر مربوط به نیترات آمونیوم بود که اختلاف آن با اوره معنی‌دار نگردید ولی با SCU تفاوت معنی‌داری از لحاظ جذب فسفر داشت. این روند در مورد جذب پتاسیم، آهن، منگنز و مس نیز وجود داشت ولی از لحاظ جذب روی تفاوت جذب در نیترات آمونیوم با کود اوره نیز معنی‌دار بود.

تأثیر تیمارهای مختلف بر مقدار عناصر خاک پس از برداشت گندم

با توجه به جدول ۷ از لحاظ مقدار عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن و منگنز خاک، پس از برداشت محصول، تفاوت آماری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد. ولی از لحاظ روی و مس تفاوت بین تیمارها، معنی‌دار بود. بیشترین مقدار روی و مس مربوط به تیمار چهارم بود.

بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که کود SCU استفاده شده با توجه به نتایج عملکرد دانه، راندمان جذب نیتروژن و کارایی مصرف کود، نتوانسته نیاز گیاه را به اندازه دو نوع دیگر کود یعنی نیترات آمونیوم و اوره تامین نماید.

کاربرد اوره پوشش در شرایط مزرعه علاوه بر کارایی نیتروژن در شرایط مزرعه بستگی به قدرت مهیا کردن نیتروژن کود و امکان پاسخ گویی آن به عملکرد مورد انتظار دارد. نتایج بالا نشان داد که اوره با پوشش گوگردی استفاده شده اگر چه عملکرد دانه را ۱۲۰٪ نسبت به شاهد افزایش داده ولی درصد باز یافت نیتروژن (NUE)، ۲۶/۵ درصد نسبت به نیترات آمونیوم و ۱۶/۲۲ درصد نسبت به اوره معمولی کمتر می‌باشد. کاهش مشخص شده که با افزایش

منابع

۱. امامی ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. نشریه فنی شماره ۸۹۲، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشر آموزش کشاورزی، کرج.
۲. بابا اکبری ساری م. ۱۳۸۴. بهبود کارایی نیتروژن در دود خاک آهکی با بافت متفاوت در اراضی گندم منطقه کرج. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
۳. خادمی ز.، م. ج. ملکوتی و م. ا. لطف‌الهی. ۱۳۷۸. مدیریت بهینه ازت در مزرعه گندم به منظور افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول. مجله خاک و آب، ویژه نامه گندم، جلد ۱۲، شماره ۶، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.
۴. علی احیایی م. و ع. ا. بهبهانی‌زاده. ۱۳۷۲. شرح روش‌های تجزیه خاک (جلد اول). مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه شماره ۸۹۳، تهران.
۵. گلچین ا. و ف. جلیلی. ۱۳۸۲. بررسی تأثیر مقادیر و منابع کودهای ازته بر عملکرد و میزان ازت پیاز. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران، رشت.
۶. ملکوتی م. ج. و م. همایی. ۱۳۸۳. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
7. Allen S.E., C.M. Hunt and G.L. Termun. 1971. Nitrogen release from sulfur coated urea as effected by coating weight placement and temperature. *Agronomy Journal*, 63: 529-533.
8. Barge G.L. 2002. Comparing source, rate and crop rotation effects on corn yield response to nitrogen on lakebed soils. Available from: <http://www.ohioline.osu.edu/Sc190/pdf/Sc190.pdf>, 22 June 2008, 12.26 PM. *Extension Research Bulletin*, 187.
9. Below F.E., P.S. Brandau and J.A. Yockey. 1995. Sources and forms of nitrogen for optimum corn production. Available from: <http://www.frec.crops.uiuc.edu/search.html>, 22 June 2008, 12.04 PM. *Liaiss Fertilizer Conference Proceedings*
10. Boswell F.C., J.J. Meisinger and W.L. Case. 1985. Production, marketing and use of nitrogen fertilizers. In *Fertilizer Technology and Use*. 3 rd ed. SSSA Madison, WI. pp. 229-292.
11. Fan X., F. Li, F. Liu and D.Kumar. 2004. Fertilization with a new type of coated urea: Evaluation for nitrogen efficiency and yield in winter wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 27(5): 853-862.
12. Gascho G.J. and G.H. Snyder. 1976. Sulfur-coated fertilizers for sugarcane: I. Plant response to sulfur-coated urea. *Soil Science Society of American Journal*, 40: 119-122.
13. Gerdon W.B., B.A. Whitney and R.J. Raney. 1993. Nitrogen management in furrow irrigated, ridge-tilled corn. *Journal of Production in Agriculture*, (6): 213-217.
14. Harper L.A., R.R. Sharpe, G.W. Langdale and J.E. Giddens. 1987. Nitrogen cycling in a wheat crop: Soil, plant, and aerial nitrogen transport. *Agronomy Journal*, 79: 965-973.
15. ICIS Pricing. 2008. The market, fertilizer news and analysis. Available from: <http://www.icispricing.com/il-shared/il-fertilizers/il-fertilizers-product.asp>, 15 Jan 2009. 14.50 pm.
16. Olaniyan A.B., H.A. Aintoye and M.A. Balogun. 2004. Effect of different sources and rates of nitrogen fertilizer on growth and yield of sweet corn. Available from: <http://www.tropentary.de/2004/abstracts/full.146.pdf>, 22 June 2008, 13.13 PM.
17. Raun W.R. and G.V. Johnson. 1999. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agronomy Journal*, 91: 357-363.
18. Roth G.W. and R.H. Fox. 1990. Soil nitrate accumulations following nitrogen fertilization of corn in Pennsylvania. *Journal of Environmental Quality*, 19: 243-348.
19. Ryan J. and S.N. Hariq. 1986. Crop and laboratory evaluation of nitrogen release from sulfur coated urea as mocote. *Lebanese Science Collection*, 2 (1): 5-15.
20. Snider G.H. and G.J. Gascho. 1976. Sulfur-coated fertilizers for sugarcane: II. Plant response to sulfur-coated urea. *Soil Science Society of American Journal*, 40: 122-125.

21. Thomason, W. E., W. R. Raun, G. V. Johnson, B. L. Phillips and R. L. Westerman. 2004. Winter wheat nitrogen use efficiency in grain and forage production systems. *Journal of Plant Nutrition*, 23: 1505-1516.