

## پراکندگی ازت معدنی در پروفیل خاک و کارایی کودهای نیتروژنه در زراعت گندم

### Mineral Nitrogen Distribution in the Soil Profile and Nitrogen use Efficiency in wheat.

محمدآقا لطف الهی<sup>۱\*</sup>، غزاله وفائی<sup>۲</sup>، علی خانمیرزایی فرد<sup>۱</sup>، محمد احمدوند<sup>۳</sup>، مهدی معصومی<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۵/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۹/۲۰

#### چکیده

نیتروژن به عنوان یک عنصر غذایی مهم در افزایش عملکرد کمی و کیفی گندم شناخته شده است که بایستی به آن توجه بیشتری نمود. نیتروژن به دو فرم عمده آمونیاکی و نیتراتی جذب گیاه می شود. در بیشتر مواقع ازت نیتراتی شسته شده و از دسترس گیاه خارج می شود. در مورد کارایی مصرف نیتروژن و درصد بازیافت نیتروژن در ایران کار چندانی انجام نشده است. در این تحقیق بعد از انجام عملیات آماده سازی زمین تیمارهای کودی که شامل ۷ تیمار: شاهد (N=۰)، سه تیمار (N<sub>2</sub>=۹۰، N<sub>3</sub>=۱۲۰ و N<sub>4</sub>=۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره) و سه تیمار (N<sub>2</sub>=۹۰، N<sub>3</sub>=۱۲۰ و N<sub>4</sub>=۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره) با پوشش گوگردی (SCU) با سه تکرار شامل ۲۱ کرت آزمایشی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با تراکم ۴۰۰ دانه در متر مربع کاشته شدند. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه ۵۶۳۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار N<sub>4</sub>، بیشترین درصد پروتئین ۹/۵۸ مربوط به تیمار N<sub>7</sub>، بیشترین کارایی مصرف NUE به میزان ۱۳/۵۶ کیلوگرم در کیلوگرم و بیشترین درصد بازیافت NARF به میزان ۱۷/۶۲ درصد به ترتیب مربوط به دو تیمار N<sub>2</sub> و N<sub>4</sub> بود. همچنین عمق تجمع نیترات در خاک بیشتر در عمق صفر تا ۲۰ تا ۴۰ سانتی متر بود.

کلمات کلیدی: نیتروژن، گندم، شستشوی نیتروژن، کود نیتروژن

#### مقدمه

کیلوگرم و ۵۰ درصد کمتر می باشد راثون و جانسون (Raun and Johnson, 1999) در چند دهه اخیر مصرف کودهای شیمیایی در کشور به شدت افزایش یافته است. در دهه ۱۹۶۰ مصرف کود در ایران ۱۰۰ هزار تن و در دهه ۱۹۷۰ به ۶۰۰ هزار تن و در طی دهه ۱۹۸۰ به ۱/۵ میلیون تن و در سال ۲۰۰۳ به ۲/۳ میلیون تن رسید که این موضوع نشان دهنده افزایش زیاد مصرف کود در ایران

نیتروژن یکی از عناصر اساسی برای رشد گیاه می باشد. در سال ۱۹۹۶ در حدود ۸۳ میلیون تن نیتروژن در سراسر جهان مصرف شده که حدود ۴۹/۷ درصد آن در غلات بکار رفته و از این مقدار تنها ۱۶/۶ میلیون تن آن توسط دانه غلات برداشت شده است. متوسط کارایی نیتروژن و درصد بازیافت آن به ترتیب ۳۰ کیلوگرم در کیلوگرم و ۳۳ درصد بوده که نسبت به استاندارد ۳۰ کیلوگرم بر

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه خاکشناسی، البرز، ایران.

۲- گروه خاکشناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، البرز، ایران.

\*نویسنده مسئول: lotfollahi\_mohammad@hotmail.com، ۰۹۱۲۲۶۲۳۲۴۴

گردید. در چند ساله اخیر چندین طرح تحقیقاتی در مورد جایگذاری کودهای فسفاته انجام شده است لطف الهی و ملکوتی، ۱۳۷۸ و لطف الهی (Lotfolahi, 2003). که نتایج اکثر این طرح‌ها برتری روش جایگذاری را به روش پخش سطحی نشان می‌دهد ولی در مورد جایگذاری کودهای ازته تحقیقات چندانی صورت نگرفته و لازم است در این زمینه نیز تحقیقاتی انجام شود. با توجه به اینکه نتایج حاصله یک‌ساله می‌باشد لازم است در این مورد تحقیقات بیشتری انجام شود. از طرف دیگر باید در مورد عوامل دیگر از جمله شستشوی ازت به عمق پروفیل خاک و تصاعد آمونیاک از سطح خاک تحقیقاتی انجام شود تا مشخص شود که اگر درصد بازیافت نیتروژن به فرض ۳۰ درصد است بقیه ۷۰ درصد نیتروژن دچار چه سرنوشتی در خاک می‌شود؟ لذا این تحقیق به منظور بررسی کارایی نیتروژن و درصد بازیافت و عمق شستشو انجام شد.

### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی پراکندگی ازت معدنی در پروفیل خاک و کارایی کودهای نیتروژنه در زراعت گندم تحقیقی در سال زراعی ۹۴-۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج واقع در ماهدشت بر روی گندم پاییزه رقم پیشناز در یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۷ تیمار و ۳ تکرار در مجموع ۲۱ کرت انجام شد. نقشه طرح پس از تهیه نقشه مقدماتی مطالعات خاک‌شناسی مراحل آماده-سازی بستر کشت به اجرا در آمد. سپس یک نمونه خاک مزرعه از عمق (۰-۳۰) سانتی‌متری جهت تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه خاک‌شناسی منتقل شد. بذور گندم با تراکم ۴۰۰ دانه در متر مربع به وسیله ماشین ردیف‌کار مجهز (برزرگر) کاشته شد. سطح کرت در ابعاد

در طی دهه‌های اخیر بوده است. در ایران از ۴ میلیون تن کود مصرفی در سال زراعی، ۸۵ درصد را کودهای نیتروژنی که اغلب آن (حدود ۸۰ درصد) اوره می‌باشد تشکیل می‌دهد ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳. با افزایش تنها یک درصد بازیافت نیتروژن در کل دنیا حدود ۲۳۵ میلیون دلار صرفه‌جویی می‌شود. هدر رفتن کودهای نیتروژنه بیشتر از طریق تصاعد گاز، دنیتریفیکاسیون و شستشو می‌باشد (Raun and Johnson 1999). هنگامی که برای داشتن حداکثر محصول، کودهای نیتروژنه بی‌رویه مصرف شوند مقدار زیادی از طریق تصعید و شستشو از بین می‌رود. حدود ۱۵ تا ۴۰ درصد نیتروژن از طریق شستشو، ۹ تا ۲۲ درصد از طریق دنیتریفیکاسیون و ۷۰ درصد از طریق تصعید از بین می‌رود. برای افزایش کارایی نیتروژن و درصد بازیافت چندین فاکتور مهم را باید در نظر گرفت. مقدار زیادی از شستشوی نیتروژن و تصاعد آمونیوم مربوط به مدیریت ناصحیح مصرف نیتروژن می‌باشد. در بعضی مناطق زیر کشت گندم خاک سطحی شخم خورده قسمت اعظم مواد غذایی را در بر دارد ولی هنگامی که خاک سطحی خشک می‌شود مواد غذایی آنجا قابل استفاده نیست و ریشه‌ها کمتر فعال هستند و گیاهان از کمبود مواد غذایی رنج می‌برند. اضافه کردن کودهای شیمیایی در خاک عمقی یکی از راه‌های برطرف کردن کمبود مواد غذایی است که بر اثر خشک شدن خاک سطحی به وجود می‌آید (Alston, 1980). لطف-الهی و همکاران، ۱۳۸۳ گزارش کردند که با مصرف اوره با پوشش گوگردی به‌جای اوره علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف سرک بهاره کارایی کود نیتروژن تا ۵۹ درصد افزایش یافت. لطف‌الهی (Lotfolahi, 1996-1997) در تحقیقات خود نشان داد که جایگذاری کودهای ازته در عمق ۶۰ سانتی‌متر نه تنها باعث افزایش درصد پروتئین بلکه از طریق افزایش وزن هزار دانه باعث افزایش عملکرد

## پراکندگی ازت معدنی در پروفیل خاک و کارایی کودهای نیتروژنه در زراعت گندم

که در آن NUE کارایی نیتروژن، A کل محصول دانه در قطعه کود داده شده، B کل محصول دانه در قطعه شاهد و C مقدار کود نیتروژنه مصرفی بر حسب N.

$$NARF = [(D - E) / B] \times 100$$

که در آن NARF، درصد بازیافت نیتروژن D، مقدار کل نیتروژن برداشت شده توسط دانه گندم در تیمار کود داده شده E، مقدار نیتروژن برداشت شده از خاک زراعی که شامل نیتروژن تأمین شده از قطعه شاهد و B، مقدار کود نیتروژنه مصرفی بر حسب N می‌باشد. مصرف تمامی کودها بر مبنای آزمون خاک ولی بدون نیتروژن می‌باشد تیمارهای این طرح عبارت است از: تیمار شاهد (N=0 بدون نیتروژن)، سه تیمار (N<sub>2</sub>=90، N<sub>3</sub>=120، N<sub>4</sub>=150 کیلوگرم در هکتار از منبع اوره در دو قسط) و سه تیمار (N<sub>2</sub>=90، N<sub>3</sub>=120، N<sub>4</sub>=150 از منبع اوره با پوشش گوگردی (SCU) در دو قسط است

### نتایج و بحث

بررسی پراکندگی ازت معدنی در پروفیل خاک و کارایی کودهای نیتروژنه در زراعت گندم نشان داد که فاکتورهای بکار رفته روی صفات مورد بررسی دارای اثرات معنی‌داری می‌باشند که اثر این فاکتورها در هر صفت به ترتیب ذیل در جدول ۱ آورده شده است.

۲/۵×۶ متر برابر ۱۵ متر مربع بود. میزان آب مصرفی براساس نیاز آبی و شرایط اقلیمی به صورت آبیاری نشتی در ۷ نوبت انجام شد. با توجه به اینکه آب آبیاری نقش اساسی در شستشوی ازت دارد سعی شد همه کرت‌ها به میزان مساوی آب دریافت کنند. همچنین کلیه عملیات در مرحله داشت بهنگام و به‌طور یکنواخت برای تمامی کرت‌ها انجام شد. یک هفته بعد از کاشت در زمان پنجه-زنی-ساقه دهی-گل‌دهی در تیمارهای مختلف از عمق ۰ تا ۲۰، ۲۰ تا ۴۰ و ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌گیری و در آن میزان ازت نیتراتی اندازه‌گیری شد. برداشت در سطح ۶ مترمربع به صورت کف‌بر انجام و عملکرد دانه، درصد پروتئین (درصد ازت کل دانه در ضریب ۵/۷ ضرب شد) و راندمان مصرف کود ازته آن بر حسب موازین طرح آماری (به‌وسیله نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسات میانگین به روش آزمون دانکن) محاسبه و مقایسه شد. برای محاسبه درصد کارایی نیتروژن (NUE) و درصد بازیافت نیتروژن (NARF) از روش رانون و جانسون (Raun and Johnson 1999) و بر اساس فرمول‌های روبرو محاسبه شد:

$$NUE = [(A) - (B)] / (C)$$

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد اندازه گیری گندم تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی

Table 1: Variance analysis of measurement factors about different fertilizer treatments in wheat

مجموع مربعات Mean square								
وزن کل Total Weight (kg/ha)	وزن دانه Grain Weight (kg/ha)	وزن کاه Straw Weight (kg/ha)	درصد بازیافت ازت (Nitrogen apparent Recovery Factor)	کارایی مصرف ازت (Nitrogen Use Efficiency)	درصد پروتئین (%Protein)	درصد ازت (%Nitrogen)	درجه آزادی Degree freedom	منابع sources
3232798.95 <sup>ns</sup>	954139.78 <sup>ns</sup>	1176345.31 <sup>ns</sup>	613.12 <sup>ns</sup>	182.61 <sup>ns</sup>	6.80875 <sup>ns</sup>	0.216033 <sup>ns</sup>	2	بلوک bloc
65339163.08*	7939920.64 <sup>ns</sup>	29500958.20**	597.58 <sup>ns</sup>	469.91 <sup>ns</sup>	0.446094 <sup>ns</sup>	0.142204 <sup>ns</sup>	6	تیمار treatments
32002741	5493102.64	12208271.35	1443.55	394.62	3.34094	0.09836	12	خطا Error
15.39	14.31	17.14	36.71	32.86	15.98	15.60		ضریب تغییرات Coefficient change

\*\* و \* : به ترتیب نشانگر معنی دار بودن در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد و ns: عدم وجود اختلاف معنی دار می باشد

\*, \*\* & ns, Show the (p < 0.05, p < 0.01 & no significant)

۱۳۸۸۹، ۵۶۳۰ و ۸۲۵۹ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره (N<sub>4</sub>) می باشد. در حالی که کمترین عملکرد کل و کاه مربوط به تیمار شاهد می باشد.

**الف- عملکرد کل، عملکرد دانه و عملکرد کاه تحت تأثیر مقادیر مختلف دو منبع کودی نیتروژن بر گندم**  
با توجه به جدول ۲ مشاهده می شود که بیشترین عملکرد کل، عملکرد دانه و عملکرد کاه به ترتیب برابر

## پراکندگی ازت معدنی در پروفیل خاک و کارایی کودهای نیتروژنه در زراعت گندم

جدول شماره ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای کودی بر عملکرد کل، دانه و کاه

Table 2-The Mean Comparison Effect of Fertilizer Treatments on Total, Grain & Straw Yield

وزن کاه Straw Weight (kg/ha)	وزن دانه Grain Weight (kg/ha)	وزن کل Total Weight (kg/ha)	تیمارهای کودی Fertilizer Treatments
4862.2 <sup>c</sup>	4082.2 <sup>b</sup>	8944 <sup>c</sup>	N <sub>1</sub> (no N)
5975.6 <sup>bc</sup>	5302.2 <sup>ab</sup>	11287 <sup>abc</sup>	N <sub>2</sub> (N=90kg/ha urea)
6917.8 <sup>ab</sup>	5304.2 <sup>ab</sup>	12222 <sup>ab</sup>	N <sub>3</sub> (N=120kg/ha urea)
8258.9 <sup>a</sup>	5630 <sup>a</sup>	13889 <sup>a</sup>	N <sub>4</sub> (N=150kg/ha urea)
5126.7 <sup>bc</sup>	4484.4 <sup>ab</sup>	9611 <sup>bc</sup>	N <sub>5</sub> (N=90kg/ha SCU)
5051.1 <sup>bc</sup>	4100 <sup>b</sup>	9151 <sup>bc</sup>	N <sub>6</sub> (N=120kg/ha SCU)
4986.7 <sup>bc</sup>	4180 <sup>b</sup>	9167 <sup>bc</sup>	N <sub>7</sub> (N=150kg/ha SCU)

ستون‌های دارای حروف یکسان نشان دهنده عدم معنی داری می‌باشد.

Values within the same column and followed by the same letter are not different at  $P < 0.05$

منبع SCU بکار برده شده (N<sub>7</sub>) است. بیش‌ترین کارایی مصرف نیتروژن ۱۳/۵۶ مربوط به تیمار ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره (N<sub>2</sub>) می‌باشد. از طرفی بیش-ترین درصد بازیافت نیتروژن ۱۷/۶۲ درصد مربوط به تیمار که ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره (N<sub>4</sub>) است.

### ب-درصد ازت، درصد پروتئین، کارایی مصرف نیتروژن (NUE) و درصد بازیافت (NARF) تحت تأثیر مقادیر مختلف دو منبع کودی نیتروژن در گندم

با توجه به جدول ۳ مشاهده می‌شود که بیش‌ترین درصد ازت دانه به مقدار ۱/۶۸ و بیش‌ترین درصد پروتئین ۹/۵۸ مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از

جدول شماره ۳- اثر تیمارهای کودی بر درصد ازت و درصد پروتئین و کارایی مصرف ازت و درصد بازیافت ازت دانه گندم

Table 3- The Effect of fertilizer treatments on N%, P%, NUE & NARF in grain wheat

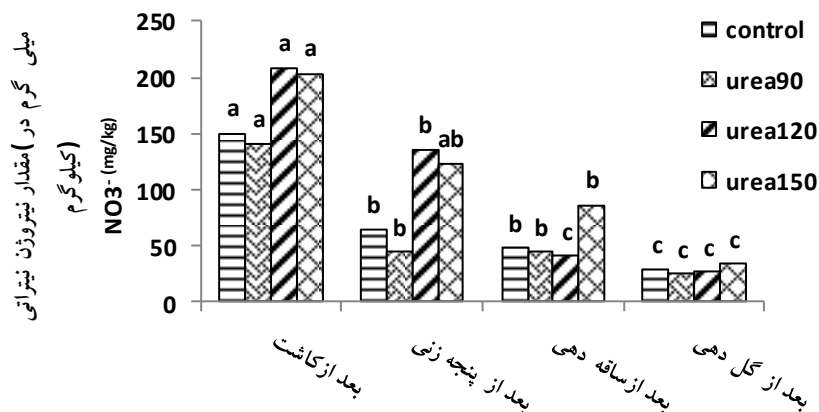
درصد بازیافت ازت (Nitrogen apparent Recovery Factor)	کارایی مصرف ازت (Nitrogen Use Efficiency)	درصد پروتئین (%Protein)	درصد ازت (%Nitrogen)	تیمارهای کودی Fertilizer Treatments
-	-	7.58	1.38	N <sub>1</sub> (no N)
12.82	13.56	7.32	1.28	N <sub>2</sub> (N=90kg/ha urea)
12.73	10.18	7.70	1.35	N <sub>3</sub> (N=120kg/ha urea)
17.62	10.32	8.40	1.47	N <sub>4</sub> (N=150kg/ha urea)
15.51	4.07	9.01	1.58	N <sub>5</sub> (N=90kg/ha SCU)
0.55	0.15	7.90	1.39	N <sub>6</sub> (N=120kg/ha SCU)
9.26	0.66	9.58	1.68	N <sub>7</sub> (N=150kg/ha SCU)

هم مربوط به دو تیمار ۹۰ کیلوگرم در هکتار کود از منبع اوره و تیمار شاهد به ترتیب برابر ۱۴۰/۴۵ و ۱۵۰/۲ میلی-گرم در کیلوگرم در زمان بعد کاشت و ۴۴/۶۵ و ۶۴/۶۳ میلی گرم در کیلوگرم در زمان پنجه زنی می باشد. با توجه به شکل ملاحظه می شود که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره سبب افزایش مقدار ازت نیتراتی در هر چهار مرحله (بعد از کاشت، بعد از پنجه زنی، بعد از ساقه دهی و بعد از گل دهی) در گندم شد. البته همان طور که مشاهده می شود با رشد گندم و افزایش جذب نیتروژن از میزان نیتروژن خاک کاسته شده است.

### ج- بررسی مقادیر ازت نیتراتی در زمان های مختلف در عمق ۲۰ سانتی متری برای مقادیر کودی اوره (Urea)

نتایج مقایسات میانگین تحت تأثیر تیمارهای کودی اوره نشان داد که مقدار ازت نیتراتی در زمان های بعد از کاشت، بعد از پنجه زنی، بعد از ساقه دهی و بعد از گل دهی در عمق ۲۰ سانتی متری دارای اختلاف معنی داری می باشد. با توجه به شکل (۱)، مقدار ازت نیتراتی در دو تیمار ۱۲۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره در زمان بعد از کاشت و پنجه زنی به ترتیب برابر ۲۰۷/۹۶ و ۲۰۳/۳۷ میلی گرم در کیلوگرم و ۱۳۵/۶۲ و ۱۲۲/۵۷ میلی گرم در کیلوگرم در بالاترین سطح قرار گرفت و کمترین مقدار ازت نیتراتی

## پراکندگی ازت معدنی در پروفیل خاک و کارایی کودهای نیتروژنه در زراعت گندم

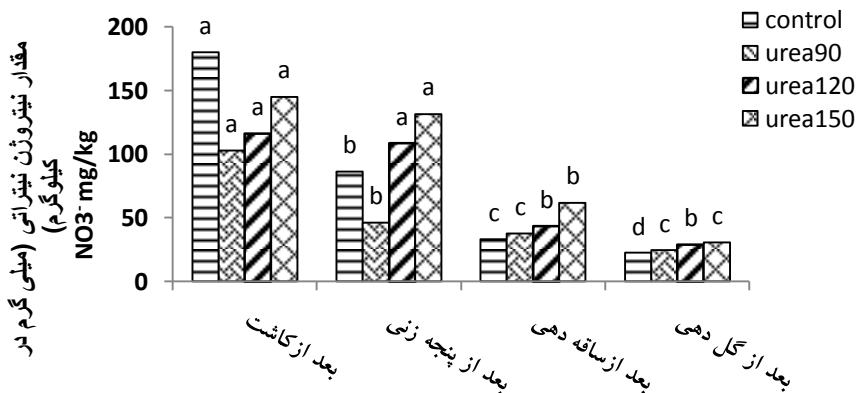


شکل ۱- مقادیر نیتروژن نیتراتی در زمان‌های مختلف در عمق ۲۰ سانتی متری برای مقادیر کودی اوره

Fig 1- Amount of NO<sub>3</sub><sup>-</sup> in different time to depth 20 cm for amount of Urea- N fertilizer

با توجه به شکل ۲ به تدریج در طول دوره رشد با افزایش رشد گندم و برداشت بیشتر نیتروژن از خاک از میزان نیتروژن خاک کاسته شده و بعد از گلدهی تقریباً همه نیتروژن خاک توسط گیاه برداشت شده است.

### چ- بررسی مقدار ازت نیتراتی در زمان‌های مختلف در عمق ۴۰ سانتی متری برای مقادیر کودی اوره (Urea)



شکل ۲- مقادیر نیتروژن نیتراتی در زمان‌های مختلف در عمق ۴۰ سانتی متری برای مقادیر کودی اوره

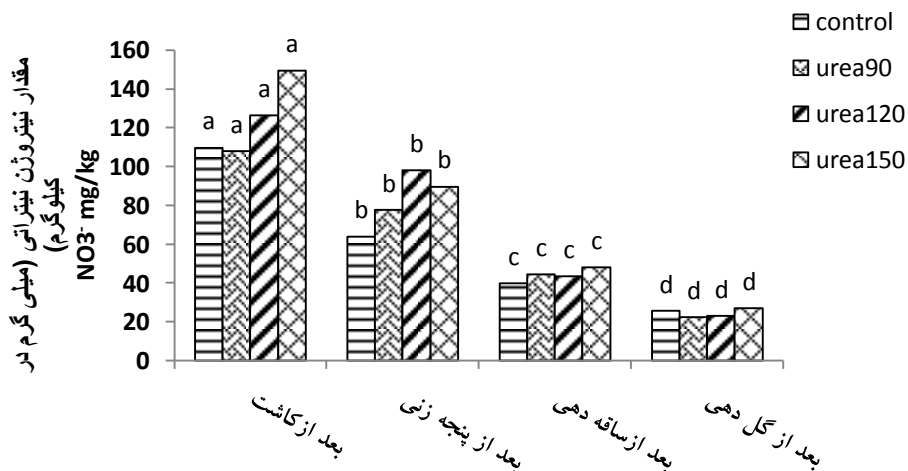
Fig 2- Amount of NO<sub>3</sub><sup>-</sup> in different time to depth 40 cm for amount of Urea- N fertilizer

نتایج حاصل از مقایسه میانگین (شکل ۳) نشان می‌دهد که بعد از کاشت بیشترین مقدار ازت نیتراتی مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به مقدار ۱۴۹/۴۳ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد که نسبت به شاهد افزایش ۳۶/۷

### ح- بررسی مقدار نیتروژن نیتراتی در زمان‌های مختلف در عمق ۶۰ سانتی متری برای مقادیر کودی اوره (Urea)

نیترژن چندانی در خاک وجود نداشت چون تقریباً همه نیترژن موجود در خاک توسط گیاه برداشت شده است.

درصدی را نشان می‌دهد. از طرفی کمترین مقدار ازت نیتراتی مربوط به دو تیمار شاهد و تیمار ۹۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. بعد از گلدهی در هیچ‌کدام از تیمارها



شکل ۳- مقادیر نیترژن نیتراتی در زمان‌های مختلف در عمق ۶۰ سانتی متری برای مقادیر کودی اوره

Fig 3- Amount of NO<sub>3</sub><sup>-</sup> in different time to depth 60 cm for amount of Urea- N fertilizer

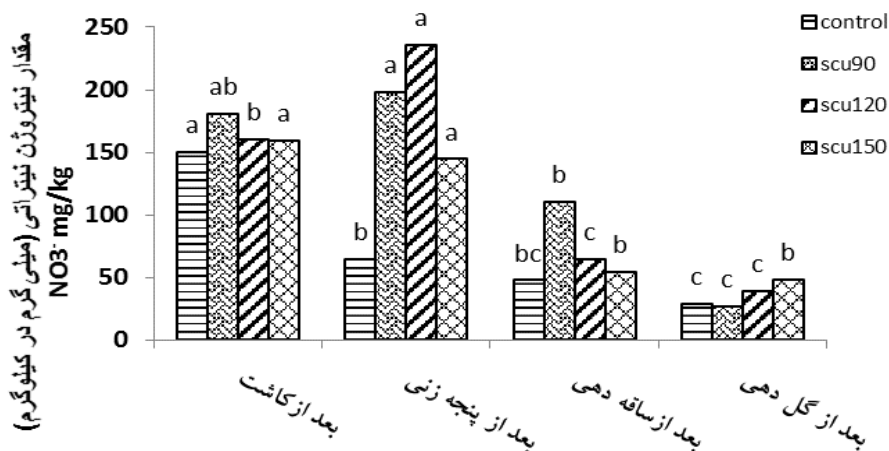
کمترین مقدار ازت نیتراتی با مقایسه میانگین ۶۴/۶۳ میلی-گرم در کیلوگرم مربوط به تیمار شاهد می‌باشد. این تیمار افزایش دو برابری را نسبت به شاهد نشان داد. بعد از ساقه-دهی و گلدهی به علت جذب قسمت اعظم نیترژن خاک توسط گیاه گندم نیترژن کمی در خاک باقیمانده است.

### خ- بررسی مقدار ازت نیتراتی در زمان‌های مختلف در عمق ۲۰ سانتی متری برای مقادیر کودی اوره با پوشش گوگردی (SCU)

شکل ۴ نشان می‌دهد که بیشترین مقدار ازت نیتراتی بعد از پنجه‌زنی با مقایسه میانگین ۲۳۶/۰۷ میلی‌گرم در کیلوگرم مربوط به تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار و



پراکندگی ازت معدنی در پروفیل خاک و کارایی کودهای نیتروژنه در زراعت گندم

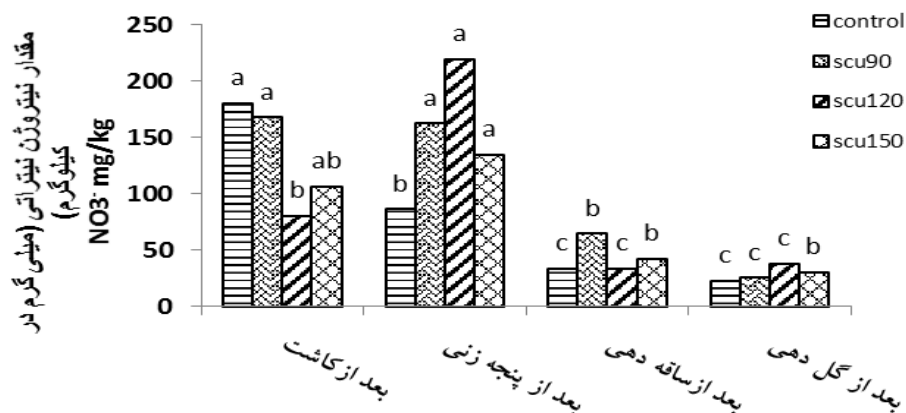


شکل ۴- مقادیر ازت نیتراتی در زمان‌های مختلف در عمق ۲۰ سانتی متری برای مقادیر کودی اوره با پوشش گوگردی  
Fig 4- Amount of NO<sub>3</sub><sup>-</sup> in different time to depth 20 cm for amount of SCU fertilizer

پوشش گوگردی و کمترین مقدار ازت نیتراتی مربوط به تیمار شاهد با مقایسه میانگین ۸۶/۳ میلی گرم در کیلوگرم می‌باشد که نسبت به تیمار قبل تقریباً کاهش یک و نیم برابری را نشان داد. در زمان گلدهی نیز در هیچ کدام از تیمارهای نیتروژنی در خاک نمانده که علت آن جذب نیتروژن خاک توسط گندم بوده است.

د- بررسی مقدار نیتروژن نیتراتی در زمان-های مختلف در عمق ۴۰ سانتی متری برای مقادیر کودی اوره با پوشش گوگردی (SCU)

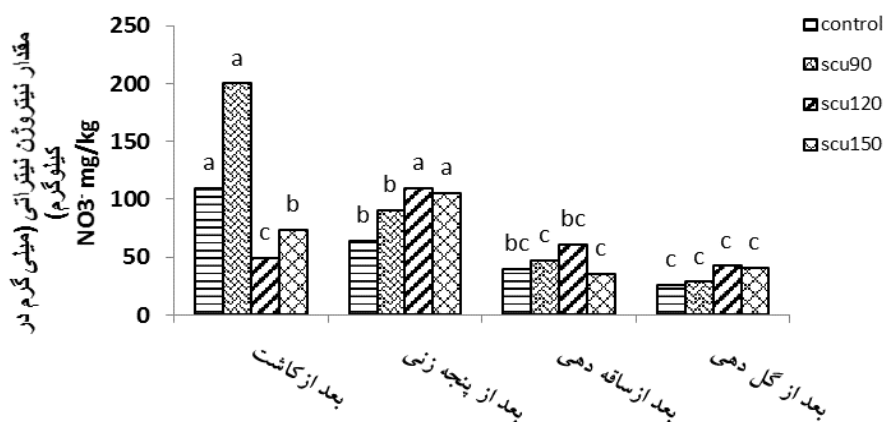
با توجه به شکل ۵ مشاهده می‌شود که در عمق ۴۰ سانتی متری بعد از پنجه‌زنی بیشترین مقدار ازت نیتراتی با مقایسه میانگین ۲۱۹/۱۶ میلی گرم در کیلوگرم مربوط به تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره با



شکل ۵- مقادیر ازت نیتراتی در زمان‌های مختلف در عمق ۴۰ سانتی متری برای مقادیر کودی اوره با پوشش گوگردی  
Fig 5- Amount of NO<sub>3</sub><sup>-</sup> in different time to depth 40 cm for amount of SCU fertilizer

۹۰ کیلوگرم در هکتار کود با مقایسه میانگین ۲۰۰/۱۸ میلی گرم در کیلوگرم می باشد که نسبت به شاهد افزایش ۸۲/۵ درصدی را نشان داد. به تدریج با رشد گندم از میزان نیترات خاک کاسته می شود به خصوص بعد از گلدهی که میزان ازت نیتراتی خاک خیلی ناچیز است.

ذ- بررسی مقدار نیتروژن نیتراتی در زمان- های مختلف در عمق ۶۰ سانتی متری برای مقادیر کودی اوره با پوشش گوگردی (SCU) با توجه به شکل ۶ مشاهده می گردد که در عمق ۶۰ سانتی متری برای مقادیر کودی اوره با پوشش گوگردی بعد از کاشت بیشترین مقدار ازت نیتراتی مربوط به تیمار



شکل ۶- مقادیر ازت نیتراتی در زمان های مختلف در عمق ۶۰ سانتی متری برای مقادیر کودی اوره با پوشش گوگردی  
Fig 6- Amount of NO<sub>3</sub><sup>-</sup> in different time to depth 60 cm for amount of SCU fertilizer

بعد از گلدهی می باشد. با توجه به بررسی نمودارهای فوق مشاهده می شود که حداکثر تجمع نیتروژن نیتراتی در طی مراحل رشد گندم در عمق صفر تا ۲۰ و ۴۰-۲۰ سانتی متری خاک می باشد، ضمناً با بررسی بیشتر مشاهده شد که شستشوی نیتروژن نیتراتی در خاک از تیمار کودی اوره و SCU بوده است. در می یابیم در طول دوره رشد مقدار نیتروژن مورد نیاز گندم زمستانی در مرحله گلدهی به بیشترین میزان خود می رسد که نشان از فعالیت های متابولیسمی زیاد در این مرحله در گیاه می باشد. و حال آنکه در ماه مارس (فروردین ماه) مرحله ای است که کم- کم نیاز گیاه به نیتروژن شروع شده، حال آنکه در مرحله

می توان نتیجه گرفت که گندم زمستانه در مراحل اولیه رشد نیاز چندانی به نیتروژن ندارد و به همین خاطر مقدار نیتروژن در خاک بلااستفاده می ماند در صورتی که با افزایش رشد به خصوص در مراحل گل دهی گندم بیشترین نیاز به نیتروژن را دارد و به این خاطر در این مراحل از نیتروژن خاک کاسته می گردد. این موضوع با مطالب ارائه شده در مورد شکل های ۱ تا ۶ مطابقت دارد. همان طور که در این اشکال مشاهده می شود کمترین جذب نیتروژن توسط گیاه و در نتیجه بیشترین تراکم در خاک بعد از کاشت و پنجه دهی می باشد. در صورتی که بیشترین جذب نیتروژن توسط گیاه و در نتیجه کمترین تراکم در خاک

## پراکندگی ازت معدنی در پروفیل خاک و کارایی کودهای نیتروژنه در زراعت گندم

خاک‌های ماسه‌ای نیوزیلند توسط منی و همکاران (Many *et al.*, 2006) مورد بررسی قرار گرفت. امال و همکاران (Ama *et al.*, 2007) نیز در این خصوص اثر آزادسازی تدریجی نیتروژن را در دو رقم سورگوم با کودهای اوره، سولفات آمونیوم و نترات آمونیوم مورد مقایسه قرار داده‌اند و نتیجه گرفتند افزایش کاربرد کودهای نیتروژن‌دار منجر به تجمع نترات در آب‌های زیرزمینی طی شستشوی آن می‌گردد. با توجه به نتایج حاصل می‌توان این گونه استنباط کرد که قسمت اعظم کودهای نیتروژنه بخصوص از منبع اوره که توسط کشاورزان گندم‌کار مصرف می‌شود علی‌الخصوص در مزارعی که آبیاری طبق روش سنتی انجام می‌شود شسته شده و در عمق صفر تا ۲۰ و ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متری تجمع حاصل می‌کند. در صورتی که ریشه گندم بتواند به این منبع دسترسی پیدا کند می‌تواند آن را جذب و باعث افزایش تولید شود در صورتی که این ازت در سال اول جذب شده و در این عمق ذخیره شود می‌تواند توسط کاشت سال بعد توسط گندم جذب و حتی باعث افزایش پروتئین دانه می‌شود.

### نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه به میزان ۵۶۳۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار N<sub>4</sub> بوده و بیشترین درصد پروتئین ۹/۵۸ مربوط به تیمار N<sub>7</sub> بود. بیشترین کارایی مصرف NUE به میزان ۱۳/۵۶ کیلوگرم در کیلوگرم و بیشترین درصد بازیافت NARF به میزان ۱۷/۶۲ درصد به ترتیب به دو تیمار N<sub>2</sub> و N<sub>4</sub> مربوط بود. عمق تجمع نترات در خاک بیشتر در عمق صفر تا ۲۰ و ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر بود. با توجه به نتایج حاصل باید در افزایش کودهای ازته از جمله اوره با دقت بیشتری عمل کرد و با توجه به نیاز غذایی گندم در مراحل مختلف

کشت گیاه به دلیل فقدان ریشه توسعه یافته برای جذب نیتروژن خاک، نیتروژن چندانی نیاز نداشته و دادن کود و مخصوصاً کود اوره منجر به آبشویی و اتلاف آن می‌شود. با رجوع به قسمت تغییرات مقدار نترات ( $NO_3^-$ ) در زمان کشت، پنجاه‌دهی، گلدهی و رسیدگی می‌توان دریافت که میزان مصرف نیتروژن به مرور زمان افزایش و مقدار نیتروژن در خاک کاهش می‌یابد. در شکل‌های ۱ تا ۶ با توجه به تحقیقات انجام شده در گیاه گندم میزان جذب و بیشترین زمان نیاز گیاه گندم به کودهای نیتروژنه زمانی است که طویل شدن ساقه و ظهور خوشه بیشتر می‌باشد. این یک دوره تولید سریع ماده خشک است که در طی آن ۶۰٪ از جذب کل نیتروژن رخ می‌دهد. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج وایت و همکاران (White *et al.*, 2008) مطابقت دارد آن‌ها دریافتند که مقدار کل نیتروژن بکار رفته مهم‌ترین عامل آبشویی نترات در پائیز از نیم‌رخ خاک است، یعنی همان زمانی که متابولیسمی برای جذب نترات از خاک در گیاه گندم به‌طور پیشرفته تکامل نیافته است. همچنین نتیجه این تحقیق منجر به مشخص شدن عمق صفر تا ۲۰ و ۲۰-۴۰ سانتی‌متری به‌عنوان عمق تجمع نیتروژن نتراتی شد که این نتیجه؛ با نتایج تحقیقات مولوی و همکاران، ۱۳۹۰ نیز مطابقت دارد که به این نتیجه رسیدند که بالاترین میزان نترات در خاک در عمق ۳۰-۴۰ و ۲۰ سانتی‌متری خاک می‌باشد. از سوی دیگر، کود نیتروژن در خاک بسیار متحرک است که این امر خطر آبشویی را در پی دارد. بنابراین تقسیم کود و زمان صحیح مصرف آن در ارتباط با تقاضای متغیر محصول در طی چرخه زندگی، جنبه مهمی از کود دهی نیتروژن به شمار می‌رود. بهینه‌سازی مصرف نیتروژن می‌تواند با پایش مستقیم وضعیت تغذیه‌ای محصول بر روی گیاه در طی چرخه زندگی آن به دست آید. تأثیر آزادسازی تدریجی نیتروژن از کود بر روی عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت در

رشد نسبت به دادن کودهای نیتروژنه اقدام کرد تا از شستشوی ازت که باعث هدر رفتن نیتروژن و همچنین آلودگی محیط زیست می‌شود جلوگیری کرد.

منابع

- لطف‌الهی، م و ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۸. ضرورت جایگذاری عمقی کودها برای افزایش بازایافت آن‌ها در محصولات زراعی. نشریه فنی شماره ۸۹ نشر آموزش کشاورزی، سازمان تات، کرج، ایران.
- لطف‌الهی، م. ملکوتی، م. ج. و صفاری، ح. ۱۳۸۳. افزایش کارایی نیتروژن با استفاده از اوره با پوشش گوگردی در خاک‌های با بافت سبک کرج. مجموعه مقالات روش‌های نوین تغذیه گندم - وزارت جهاد کشاورزی، دفتر طرح خودکفایی گندم.
- ملکوتی، م. ج. و همایی، م. ۱۳۸۳. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک "مشکلات و راه حل‌ها". دانشگاه تربیت مدرس؛ دفتر نشر آثار علمی. ۵۱۸ صفحه.

**Alston, A.M. 1980.** Response of wheat to deep placement of nitrogen and phosphorus fertilizer on a soil high in phosphorus fertilizer in the surface layer. *Aust. J. Agric. Res.* 31, 13-24.

**Amal GA, Orabi S and Gomaa AM, 2007.** Bio-organic farming of grain sorghum and its effect on growth, physiological and yield parameters and antioxidant enzymes activity. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 6: 270-279.

**Cooper J. L. and Blakeney A. B. 1990.** The effect of two forms of nitrogen fertilizer applied near thesis on the grain quality of irrigated wheat. *Aust. J. Exp. Agric.* 30, 615-619.

**Lotfollahi M, Alston A. M. and McDonald, G. K. 1996.** Grain protein concentration of wheat as effected by nitrogen fertilizer placement and water regime. *Proc. Australian and New Zealand National Soil Conference, Melbourne.* Pp.137-138.

**Lotfollahi, M. 1996.** The effect of subsoil mineral nitrogen on grain protein concentration of wheat. Ph.D. Thesis, univer. Adelaide, 150 p.

**Lotfollahi M, Alston A. M. and McDonald, G.K. 1997.** Effect of nitrogen fertilizer placement on protein concentration of wheat under different water regimes. *Australian Journal of Agricultural Research* 48,241-250.

**Lotfollahi, M. and J.J. Malakouti. 2000.** The effect of phosphorus placement on the yield of wheat. *International Colloquium for the Optimization of Plant Nutrition.* Cairo, Egypt, 2000, 1-2 (Abst.)

**Lotfollahi, M. 2003.** The yield and quality of wheat affected by phosphorus placement. 2nd international Symposium on Phosphorus Dynamics in the Soil-Plant continuum. Perth, Australia. 221 (Abst.)

**Many, A., Bahar, A., Zeridan, M.S., and Hazayn, M. 2006.** Yield and quality of Maize (*Zea mays* L.) as affected by slow- release nitrogen in newly reclaimed sandy soil. *American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 1: 3. 239-242.

**Molavi, H., Parsinezhad, M., and Liaghat, A. 1390.** Control of Salinity and Nitrate Losses in Drainage Water under Water Table. *Journal of Water and Irrigation Management*, 1: 15-28.

**Management Page, A. L, R.H. Miller, and D.R. Keeney. 1982.** Methods of soil analysis part 2. Chemical and microbiological properties second edition-Madison Wis consin U.S.A. Pp: 1-24.

**Storrier R. R. 1965.** The leaching of nitrogen and its uptake by wheat in a soil from southern New South Wales. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 5, 323-328.

**Raun, W. R. and G. V. Johnson. 1999.** Improving nitrogen use efficiency for cereal production. Agronomy J., Australian. 91: 357-363.

**White PJ, Wheatley RE, Hammond JP, Zhang K, 2008.** Minerals, soils and roots. In: Vreugdenhil. International journal of agriculture and crop.9: 2724-2731.

## Mineral Nitrogen Distribution in the Soil Profile and Nitrogen use Efficiency in wheat

M. A. Lotfollahi<sup>1\*</sup>, Gh. Vafaei<sup>2</sup>, A. Khanmirzaei fard<sup>1</sup>, M. Ahmadvand<sup>3</sup>, M. Masoomi<sup>1</sup>

Received date: 6 Aug 2016

Accepted date: 10 Dec 2016

### Abstract

The role of nitrogen in plant nutrition has been studied more than any other elements. Wheat with scientific name of (*Triticum aestivum L.*), is one of the oldest and the most widely used cultivated plants in the world. The food consumption of wheat per capita in the Iran Based on household expenditure is estimated 135 kg for urban areas, 185 kg in rural areas and 151 kg for the whole country. Soil mineral nitrogen is in form of elemental nitrogen, nitrate nitrogen, ammonia nitrogen and organic nitrogen. Nitrogen is absorbed by plants in two forms: Ammonium ( $\text{NH}_4$ ) and nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ). It may be defined the leaching process as the moving of dissolved nitrogen in a certain volume of soil, leaving the root zone into the depth. The Nitrogen use efficiency (NUF) and Nitrogen Apparent Recovery Factor (NARF) in Iran is low compound with another country. In this experiment total nitrogen and micronutrients analysis was performed. More over in this study, 7 treatments  $\text{N}_1$ = (no Nitrogen),  $\text{N}_2$  (N=90kg/ha urea),  $\text{N}_3$  (N=120kg/ha urea),  $\text{N}_4$  (N=150kg/ha urea)  $\text{N}_5$  (N=90kg/ha SCU),  $\text{N}_6$  (N=120kg/ha SCU),  $\text{N}_7$  (N=150kg/ha SCU) and 3 replications were conducted in a randomized complete block design. Plant harvesting was done at 6 square meters of floor. The result showed that the higher grain yield 5630 kg/ha was related to  $\text{N}_4$  treatment. The higher GPC 9.58% was related to  $\text{N}_7$  treatment. The higher NUE 13.56 kg/kg and higher NARF 17.62% was related to  $\text{N}_2$  and  $\text{N}_4$  respectively the obtained results indicated that the Soil nitrate loss by leaching. The highest concentrations of nitrate in the soil was also at the depth of 0-20 and 20-40 cm.

**Key words:** Nitrogen, Wheat, Nitrate leaching, fertilizer.

---

1- Department of Soil Sciences, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

2- Department of Soil Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

3- Department of Agronomy, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran

\* Corresponding Author, Email: lotfollahi\_mohammad@hotmail.com. 09122623244.