Archive of SID

Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 50, No 2, Summer 2019 (77 - 87)
DOI: 10.22059/ijfcs.2018.245329.654402

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۸ (ص۸۷- ۷۷)

پاسخ کارایی مصرف نیتروژن و برخی صفات زراعی گندم زمستانه به مقدار، زمان و روش مصرف نیتروژن

محمد میرزاخانی
استادیار گروه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فراهان، فراهان، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۹/۱٤ - تاریخ پذیرش: ۹۷/۰٤/۱۳)

چکیده

به‌منظور بررسی پاسخ کارایی مصرف نیتروژن و برخی صفات زراعی گندم زمستانه به مقدار، زمان و روش مصرف کود نیتروژن، آزمایشی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه آموزشی تحقیقاتی دانشگاه پیام‌نور اراک به‌صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اول زمان مصرف کود اوره در سه سطح شامل (مصرف نصف کود در زمان کاشت + مصرف نصف کود در مرحله پنجه-دهی)، (مصرف نصف کود در مرحله پنجه‌دهی + مصرف نصف کود در زمان ساقه‌دهی) و (مصرف نصف کود در زمان ساقه‌دهی + مصرف نصف کود در زمان سنبله‌دهی)، عامل دوم مقدار مصرف کود اوره در دو سطح شامل (مصرف ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) و عامل سوم روش مصرف کود اوره نیز در سه سطح (خاک‌مصرف، آب‌مصرف و روش محلول‌پاشی روی برگ‌ها) بود. نتایج نشان داد که ارتفاع ساقه، طول پدانکل، طول سنبله، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در مترمربع، عملکرد بیولوژیکی سنبله، عملکرد دانه سنبله و کارایی مصرف نیتروژن تحت تأثیر زمان مصرف کود نیتروژن قرار گرفتند. مقدار مصرف نیتروژن نیز بر ارتفاع ساقه، طول پدانکل، طول سنبله، تعداد دانه در مترمربع، عملکرد بیولوژیکی سنبله و کارایی مصرف نیتروژن معنی‌دار بود. همچنین روش‌های مختلف مصرف کود اوره بر ارتفاع ساقه، طول سنبله، تعداد سنبله در مترمربع، عملکرد اقتصادی سنبله، شاخص برداشت سنبله، وزن هکتولیتر دانه و کارایی مصرف نیتروژن نیز تأثیر معنی‌داری داشتند. در مقایسه ترکیب‌های تیماری، مصرف کود اوره به‌صورت محلول‌پاشی با ۱۵۰/٤ درصد و مصرف نیتروژن با آب آبیاری با ۱٤/۰۷ درصد به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار کارایی مصرف نیتروژن را به خود اختصاص دادند.

واژه‌های کلیدی: شاخص برداشت، طول پدانکل، عملکرد سنبله، کود اوره، وزن هکتولیتر دانه.

Response of nitrogen use efficiency and agronomic characteristics of winter wheat to rate, time and method of nitrogen application

mohammad mirzakhani
Assistant Professor, Department of Agriculture, Farahan Branch, Islamic Azad University, Farahan, Iran.
(Received: December 5, 2017 – Accepted: July 4, 2018)

ABSTRACT

In order to evaluate of nitrogen use efficiency and agronomic characteristics of winter wheat to rate, time and method of nitrogen application, this study was carried out in the field of Payaam Nour Arak University in Markazi province in 2011. A factorial arrangement of treatment in a randomized complete block design with three replications was used. Factors were included 1- time of nitrogen application (T_1= 50% of nitrogen in sowing date + 50% of nitrogen in tillering stage, T_2= 50% of nitrogen in tillering stage + 50% of nitrogen in stem elongation, T_3= 50% of nitrogen in stem elongation + 50% of nitrogen in heading stage), 2- rate of nitrogen application (R_1= 150 kg ha^{-1} urea, R_2= 300 kg ha^{-1} urea) and 3- method of nitrogen application (M_1= mix with soil, M_2= using by irrigation, M_3= foliar application). Each plot consisted of 4 rows, 5 m long. Results indicated that the using time affected on the characteristics such as: stem height, peduncle and spike length, number of spike per m^{-2}, number of grain per m^{-2}, spike biological yield, economical yield of spike, and nitrogen use efficiency significantly. The effect of nitrogen rate was significant on stem height, peduncle and spike length, number of grain per m^{-2}, spike biological yield and nitrogen use efficiency, too. Results indicated that the nitrogen use efficiency was significantly higher than of other treatments in foliar application of urea fertilizer (150.4 %) and using nitrogen by irrigation (14.07 %).

Key words: Harvest index, Peduncle lenght, Spike yield, Urea, Weight of hectoliter.

* Corresponding author E-mail: mmirzakhani@iau-farahan.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گندم از زمان اهلی‌شدن تاکنون همواره از اهمیت خاصی برخوردار بوده و سطح وسیعی از مزارع کشاورزی را به خود اختصاص داده است. گندم غله‌ای مهم در بسیاری از مناطق جهان است و غذای اصلی اکثر مردم جهان را تشکیل می‌دهد (Rauf *et al.*, 2007). نیتروژن به‌دلیل وظایف متعدد و با اهمیتی که در فرآیندهای حیاتی گیاه انجام می‌دهد، عنصری است که کمبود آن بیش از سایر عناصر، تولید گیاهان زراعی را محدود می‌کند. نیتروژن از طریق افزایش تعداد خوشه، تعداد دانه در خوشه و وزن هزاردانه سبب افزایش عملکرد گندم می‌شود. به‌طورکلی اجزاء عملکرد در گندم تحت تأثیر مستقیم نیتروژن هستند (Hatfield & prueger, 2004). میزان نیتروژن قابل-دسترس برای گیاه می‌تواند میزان پروتئین دانه، محتوای کلروفیل برگ و اندازه و حجم پروتوپلاسم سلولی را نیز افزایش و همچنین سطح برگ، فعالیت فتوسنتزی را تحت تأثیر قرار دهد (Delfin *et al.*, 2005). نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی پرمصرف است که در ساختمان مولکول‌های پروتئینی گوناگون، آنزیم-ها، کوآنزیم‌ها، اسیدهای نوکلئیک و سیتوکروم‌ها نقش دارد (Hassegawa *et al.*, 2008). روش‌های گوناگونی برای محاسبه نیاز گیاهان زراعی به نیتروژن، تجمع و توزیع نیتروژن و تأثیر کمبود نیتروژن بر رشد و نمو گیاهان زراعی استفاده شده است. به‌طورکلی، نیاز گیاهان زراعی به نیتروژن بر مبنای تولید ماده خشک و میزان نیتروژن در کل بوته یا اندام‌های گیاهان محاسبه می‌شود (Soltani *et al.*, 2006; Soltani & Torabi, 2009). افزایش عملکرد ارقام گندم‌های امروزی نیازمند کاربرد زیاد نهاده‌هایی مانند کودهای نیتروژنی است که ممکن است به افزایش هزینه‌های تولید به‌ویژه در سیستم‌های فشرده امروزی منجر شود (Guarda *et al.*, 2004). محقق دیگری با اشاره به نقش ویژه نیتروژن در بهبود عملکرد کمی گندم بیان کردند که این عنصر با تأثیر مثبت بر میزان پروتئین دانه، نقش ویژه‌ای در بهبود عملکرد کیفی گندم ایفاء می کند (Behera *et al.*, 2000). با افزایش مقدار مصرف کود نیتروژن شاخص کارایی مصرف نیتروژن کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده پایین‌بودن سودمندی نیتروژن در این شرایط است (Power *et al.*, 2000). همچنین گزارش شده است که مصرف کود نیتروژن در حد متعادل و بهینه در نظام تناوبی گندم: ذرت می‌تواند کارایی نیتروژن مصرفی را نسبت به نظام رایج با مصرف زیاد کود نیتروژن به میزان حدود ۳/۵ برابر افزایش دهد (Zhao *et al.*, 2006). در بررسی تأثیر منابع مختلف مصرف نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم مشخص شد که بیشترین و کمترین مقدار کارایی مصرف نیتروژن با میانگین ۱/۷۵ و ۰/۵ گرم دانه بر گرم نیتروژن به مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن + مصرف ۲۰ تن در هکتار کمپوست قارچ مربوط بود (Seyedi & Rezvani moghaddam, 2011). نتایج آزمایش سایر محققان نیز نشان داده است که کارایی مصرف نیتروژن به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر مصرف مقادیر مختلف نیتروژن و اثر متقابل آن با تناوب زراعی قرار می‌گیرد (Rahimzadeh *et al.*, 2010).

نتایج تحقیقی مشخص نمود که مناسب‌ترین مرحله تغذیه برگی اوره در گندم مراحل اولیه رشد یا مرحله پنجه‌دهی است (Peltonen, 1992). در مطالعه-ای گزارش شد که با افزایش مصرف نیتروژن وزن هزاردانه، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد سنبلچه در سنبله، درصد پروتئین دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن خشک در مرحله گرده‌افشانی و عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافتند (Shahsavari & Saffari, 2005). محققان اظهار نمودند که با افزایش مصرف نیتروژن کارایی مصرف نیتروژن کاهش می‌یابد، اما واکنش هر تناوب به کود نیتروژن متفاوت خواهد بود. به نظر می‌رسد ازآنجاکه رابطه بین افزایش مقدار نیتروژن مصرفی و عملکرد به‌صورت مجانب است، با افزایش میزان مصرف نیتروژن، کارایی نیتروژن مصرفی کاهش می‌یابد (Rahimzadeh *et al.*, 2010). با توجه به میزان زیاد آبشویی نیتروژن و همچنین ضرورت مصرف آن جهت تحقق رشد و نمو مطلوب گیاهان زراعی، بنابراین هدف از انجام این آزمایش بررسی پاسخ عملکرد، اجزاء عملکرد و برخی صفات زراعی

www.SID.ir

Archive of SID

گندم زمستانه به نحوه مدیریت مصرف کود نیتروژن در شرایط آب و هوایی شهرستان اراک بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه آموزشی – تحقیقاتی دانشگاه پیام‌نور اراک به‌صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. خاک مکان مورد آزمایش دارای بافت شنی‌لومی بود. از خصوصیات آب و هوایی این منطقه، داشتن تابستان‌های نسبتاً ملایم و زمستان‌های سرد است. عامل‌های آزمایش عبارت اند از، ۱- زمان مصرف کود اوره (T) در سه سطح شامل (مصرف نصف کود در زمان کاشت + مصرف نصف کود در مرحله پنجه‌دهی گندم، (T_1)، (مصرف نصف کود در مرحله پنجه‌دهی گندم + مصرف نصف کود در زمان ساقه‌دهی گندم، (T_2)، (مصرف نصف کود در زمان ساقه‌دهی گندم+ مصرف نصف کود در زمان سنبله‌دهی گندم، (T_3)، ۲- مقدار مصرف کود اوره (R)، در دو سطح شامل (مصرف ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره به‌ترتیب، R_1 و R_2) و ۳- روش مصرف کود اوره (M) در سه سطح (شامل خاک مصرف (M_1)، آب مصرف (M_2) و روش محلول‌پاشی روی برگ‌ها (M_3) بود. میزان مصرف کود اوره در روش محلول‌پاشی روی برگ‌ها به‌ترتیب ۱۵ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره بود. هر واحد آزمایشی چهار جوی و پشته به طول پنج متر داشت. زمان کاشت نیمه دوم مهرماه، فواصل پشته‌های کاشت از یکدیگر ۵۰ سانتی‌متر بود، که روی هر پشته نیز سه ردیف بذر گندم کاشته شد. به‌طوری- که مقدار مصرف بذر رقم بک کراس روشن، ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار بود. زمان برداشت، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت آزمایشی با در نظر گرفتن یک متر اثرات حاشیه‌ای به‌طور کاملاً تصادفی انتخاب و صفاتی چون ارتفاع ساقه، طول پدانکل، طول سنبله، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در مترمربع، عملکرد اقتصادی سنبله (برای اینکه بتوان علاوه بر شاخص برداشت بوته، شاخص برداشت هر سنبله را اندازه‌گیری نمود، لازم بود عملکرد دانه هر سنبله را نیز جداگانه ثبت گردد)، عملکرد بیولوژیکی سنبله (برای محاسبه شاخص برداشت هر سنبله، لازم بود عملکرد بیولوژیکی هر سنبله را نیز جداگانه ثبت شود)، عملکرد بیولوژیکی سنبله، شاخص برداشت سنبله، وزن هکتولیتر دانه و کارایی مصرف نیتروژن اندازه‌گیری و ثبت شدند. برای تعیین شاخص برداشت سنبله، در هر کرت پس از حذف اثرات حاشیه‌ای (یک متر) از دو ردیف میانی کاشت و با در نظر گرفتن رطوبت حدود ۱۴ درصد، وزن دانه‌های ۱۰ سنبله ثبت و بر وزن بیولوژیکی ۱۰ سنبله تقسیم شد. کارایی مصرف نیتروژن با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Fan *et al.*, 2004).

$$NUE= Gy/ Nf \qquad (۱$$

در این رابطه، NUE کارایی مصرف نیتروژن، Gy عملکرد دانه (کیلوگرم) و Rf مقدار نیتروژن مصرف‌شده (کیلوگرم) می‌باشند. پس از تجزیه داده‌ها، میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد به‌وسیله نرم‌افزار MSTAT-C تعیین گردید.

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد گندم

تعداد سنبله در مترمربع

نتایج نشان داد که زمان مصرف نیتروژن و روش مصرف آن می‌تواند بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم مؤثر باشد (جدول ۱). به‌طوری‌که با تأخیر مصرف کود اوره تعداد سنبله در واحد سطح زمین حدود ۱۴/۵۹ درصد نسبت به مصرف به‌موقع کود اوره کاهش نشان داد. با مقایسه میانگین اثرات متقابل (جدول ۲)، تیمار (مصرف ۵۰ درصد کود اوره موقع کاشت + مصرف ۵۰ درصد کود اوره زمان پنجه‌زنی + مصرف ۳۰۰ کیلوگرم اوره همراه با آب آبیاری) و تیمار (مصرف ۵۰ درصد کود اوره موقع کاشت + مصرف ۵۰ درصد کود اوره زمان پنجه‌زنی + مصرف ۱۵۰ کیلوگرم اوره همراه با آب آبیاری) به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد سنبله در مترمربع را داشتند. بنابراین می‌توان گفت که در اثر کاهش مصرف نیتروژن از ۳۰۰ به ۱۵۰ کیلوگرم در

www.SID.ir

Archive of SID

هکتار تعداد پنجه‌هایی که قادر به تولید سنبله می‌شوند، کاهش خواهد یافت و در نهایت تعداد سنبله در مترمربع کمتر می‌شود. همچنین در تیمار محلول‌پاشی نیتروژن به‌دلیل کاهش هدررفت نیتروژن و قابلیت جذب بیشتر آن توسط گیاه، تعداد سنبله در مترمربع در مقایسه با روش‌های خاک مصرف و همراه با آب آبیاری از برتری قابل‌توجهی برخوردار بود.

سایر محققان گزارش نمودند که در شرایط مطلوب تفاوت در آزمایشی مشابه درخصوص تأثیر تعداد سنبله در مترمربع در پی مصرف نیتروژن و اثر متقابل آن با ژنوتیپ مشاهده شد که کاهش مقدار نیتروژن کاهش تعداد سنبله در واحد سطح را در پی داشته است (Modhej *et al.*, 2011). نتایج پژوهشی دیگر نشان داد که اثر مقدار نیتروژن مصرفی و تیمار محلول‌پاشی کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر تعداد سنبله در مترمربع نداشته است. اما مصرف ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تیمار عدم مصرف نیتروژن به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد سنبله در مترمربع را به خود اختصاص دادند (Soughi *et al.*, 2009). در آزمایشی دیگر در خصوص بررسی اثر تیمارهای برگ‌زدایی و مصرف کود نیتروژن بر اجزای عملکرد مشخص شد بیشترین تعداد سنبله در مترمربع به تیمار (حذف تمامی برگ‌ها به‌جز برگ پرچم در مرحله گرده‌افشانی + مصرف ۲۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن) و حذف تمامی برگ‌ها به‌جز برگ پرچم در مرحله گرده‌افشانی + عدم مصرف کود نیتروژن تعلق داشت (Janmohammadi *et al.*, 2010). در بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد گندم رقم شیراز گزارش شد که بیشترین و کمترین تعداد سنبله در مترمربع به ترتیب مربوط به تیمار مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تیمار عدم مصرف نیتروژن بود (Shekoofa & Emam, 2008).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس برخی صفات مهم گندم زمستانه

Table 1– ANOVA of some important traits of winter wheat

s.o.v.	df	Nitrogen use efficiency	Hectoliter weight	Spike harvest index	Economical yield of spike	Spike biological yield	Number of grain per m^{-2}	Number of spike per m^{-2}	Spike lenght	Peduncle lenght	Stem height
Replication	2	112.30 ^{ns}	37.75 ^{ns}	34.71 ^{ns}	1.007 ^{ns}	8.86 *	1438720 ^{ns}	13006.74 *	2.10 ^{ns}	16.65 *	48.67 ^{ns}
Time of consumption	2	562.59 **	19.42 ^{ns}	3.94 ^{ns}	4.14 *	8.20 *	5802533 **	11105.90 *	17.87 **	107.28 **	** 2484.31
Rate of consumption	1	8735.07 **	94.14 ^{ns}	16.22 ^{ns}	4.74 ^{ns}	14.10 *	14097468 **	7233.79 ^{ns}	87.65 **	233.12 **	** 6474.73
(Time×Rate)	2	562.69 **	8.89 ^{ns}	** 357.43	16.25 **	27.01 **	1527581 ^{ns}	1585.25 ^{ns}	0.30 ^{ns}	5.80 ^{ns}	94.22 ^{ns}
Method of consumption	2	** 110975.67	130.88 **	* 282.97	12.13 **	5.14 ^{ns}	2422461 ^{ns}	12269.79 *	19.32 **	11.63 ^{ns}	** 2081.74
(Time×Method)	4	415.98 **	4.52 ^{ns}	89.44 ^{ns}	2.04 ^{ns}	3.21 ^{ns}	1701929 ^{ns}	1104.10 ^{ns}	1.21 ^{ns}	5.41 ^{ns}	43.10 **
(Rate×Method)	2	3818.16 **	6.35 ^{ns}	95.55 ^{ns}	2.07 ^{ns}	24.17 **	11717068 **	4125.24 ^{ns}	0.21 ^{ns}	4.32 ^{ns}	83.02 ^{ns}
(Time×Rate×Method)	4	596.81 **	4.87 ^{ns}	^{ns} 126.52	2.98 ^{ns}	27.14 **	2722463 *	11150.93 *	0.44 ^{ns}	7.66 ^{ns}	54.35 ^{ns}
Error	34	61.64	25.41	59.58	1.18	2.45	773231	3269.42	0.53	4.09	50.79
CV (%)	-	13.15	6.77	11.61	8.31	8.01	9.46	16.41	7.60	11.58	6.94

ns ,* , ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

Ns * and **: Non significant, Significant at the 5% and 1% probability levels respectively

تعداد دانه در مترمربع

تعداد دانه در مترمربع به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر زمان، مقدار و نحوه مصرف کود اوره و اثر متقابل قرار گرفت (جدول ۱). در این رابطه می‌توان اظهار داشت که برای تولید تعداد دانه بیشتر در بوته و در پی آن تعداد دانه در مترمربع لازم است که گیاه در حال رشد از مراحل آغازین رشد و نمو با کمبود عناصر غذایی خصوصاً نیتروژن مواجه نگردد. بنابراین تأمین به‌موقع عناصر غذایی اهمیت خاصی خواهد داشت. در این آزمایش نیز با تأخیر در زمان مصرف کود اوره از مراحل اولیه رشد گیاه (زمان کاشت یا مرحله پنجه‌زنی) به مراحل پایانی رشد گیاه (مراحل ساقه‌دهی و سنبله‌دهی) تعداد دانه در مترمربع به‌شدت روند کاهشی (در حدود ۳۳ درصد) نشان داد. بر همین

www.SID.ir

Archive of SID

اساس با مقایسه میانگین اثرات متقابل (جدول ۲)، تیمار مصرف ۵۰ درصد کود اوره موقع کاشت + مصرف ۵۰ درصد کود اوره زمان پنجه‌زنی + مصرف ۳۰۰ کیلوگرم اوره همراه با آب آبیاری، بیشترین تعداد دانه در مترمربع و تیمار مصرف ۵۰ درصد کود اوره در زمان ساقه‌دهی + مصرف ۵۰ درصد کود اوره زمان سنبله‌دهی + مصرف ۳۰۰ کیلوگرم اوره همراه با آب آبیاری، کمترین تعداد دانه در مترمربع را به خود اختصاص دادند. در آزمایشی در خصوص بررسی مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد ارقام گندم، مشخص شد که نیتروژن اثر معنی‌داری بر تعداد دانه دارد. به‌طوری‌که بیشترین و کمترین تعداد دانه به‌ترتیب از تیمار مصرف ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و تیمار عدم مصرف کود به‌دست آمد (Hosseini *et al.*, 2011). در مطالعه‌ای دیگر، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تیمار عدم مصرف نیتروژن به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله را به خود اختصاص دادند (Hassanzadeh Gorttapeh *et al.*, 2008). همچنین در بررسی سطوح مختلف مصرف نیتروژن و مواد آلی مشخص شد که با افزایش مقدار مصرف نیتروژن، تعداد دانه هم افزایش یافت؛ به‌طوری‌که تیمار مصرف ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تیمار عدم مصرف نیتروژن به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله را داشتند (Kazemini *et al.*, 2008).

وزن هکتولیتر دانه

نتایج این آزمایش (جدول ۳) نشان داد که با تغییر روش مصرف کود اوره از روش خاک مصرف به‌روش محلول‌پاشی، وزن هکتولیتر دانه‌ها در حدود ۷/۴۳ درصد افزایش یافت که نشان‌دهنده افزایش راندمان مصرف نیتروژن از طریق روش محلول‌پاشی روی برگ‌های گیاه است. در روش خاک مصرف کود اوره به‌دلیل پایین‌بون راندمان آبیاری و بالا بودن میزان آبشویی نیتروژن، گیاه نمی‌تواند حداکثر استفاده را از هر واحد کود مصرفی داشته باشد. با بررسی نتایج این تحقیق به نظر می‌رسد، دانه‌هایی می‌توانند وزن هکتولیتر بیشتری داشته باشند که گیاه بتواند در دوره پر شدن دانه مقدار بیشتری از اسیمیلات‌های تولیدی خود را به دانه‌ها اختصاص و انتقال دهد. از طرفی برای بیشتر شدن وزن هکتولیتر دانه‌ها لازم است که اندام زایشی گیاه (خصوصاً دانه‌ها) به‌عنوان مخازن قوی در تخصیص و انتقال مواد فتوسنتزی بین منابع و مخازن عمل نمایند. معمولاً هرچقدر که قدرت پذیرش مخازن (دانه‌ها) بیشتر باشد، قسمت‌های رویشی گیاه نیز انگیزه بیشتری برای تولید و انتقال کربوهیدرات‌های فتوسنتزی خواهند داشت. همچنین در (جدول ۳) مشخص شد که با تغییر روش مصرف کود اوره از روش خاک‌مصرف به‌روش محلول‌پاشی، وزن هکتولیتر دانه‌ها در حدود ۷/۴۳ درصد افزایش یافت که نشان‌دهنده افزایش راندمان مصرف نیتروژن از طریق روش محلول‌پاشی روی برگ‌های گیاه است. در روش خاک‌مصرف کود اوره به‌دلیل پایین‌بودن راندمان آبیاری و بالابودن میزان آبشویی نیتروژن، گیاه نمی‌تواند حداکثر استفاده را از هر واحد کود مصرفی داشته باشد. محققی گزارش نمود که مقدار نیتروژن مصرفی و محلول‌پاشی کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر وزن دانه‌ها نداشته است (Soughi *et al.*, 2009). با این حال در بررسی تأثیر منابع مختلف مصرف نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم مشخص شد که بیشترین و کمترین وزن دانه به‌ترتیب به تیمار عدم مصرف نیتروژن + مصرف ۸۰ تن در هکتار کمپوست قارچ و عدم مصرف نیتروژن + عدم مصرف کمپوست قارچ مربوط بود (Seyedi & Rezvani moghaddam, 2011). در تحقیقی مشخص شد که وزن هکتولیتر دانه گندم تحت تأثیر ژنوتیپ‌های مختلف قرار گرفت و در سطح یک درصد معنی‌دار شد (Sadeghi, 2014).

عملکرد دانه سنبله

عملکرد دانه سنبله تحت تأثیر تیمار زمان و روش مصرف کود اوره قرار گرفت و به‌ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مصرف نیتروژن در مراحل اولیه رشد و نمو گندم باعث توسعه مناسب سطح سبز گیاه می‌شود و به‌دنبال آن مقدار کربوهیدرات‌های فتوسنتزی نیز افزایش می‌یابد و در زمان تشکیل گلچه‌ها و پرشدن دانه‌ها مقدار

www.SID.ir

Archive of SID

بیشتری از مواد فتوسنتزی به سنبله منتقل می‌گردد و باعث افزایش عملکرد اقتصادی سنبله خواهد شد. مصرف کود نیتروژن به‌صورت محلول‌پاشی باعث جذب بهتر و بیشتر نیتروژن شده و از طریق افزایش رشد رویشی و زایشی گیاه باعث افزایش عملکرد دانه در سنبله می‌شود. بررسی اثر تیمارهای برگ‌زدایی و مصرف کود نیتروژن بر اجزای عملکرد نشان داد که تیمارهای مورد بررسی بر تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبلچه و وزن هزار دانه تأثیر معنی‌دار نداشت. همچنین تیمارهای برگ‌زدایی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشتند. بیشترین میزان عملکرد دانه با میانگین ۵۱۹/۳ گرم در مترمربع به تیمار (برگ‌زدایی نشده + مصرف ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره) و کمترین مقدار آن به تیمار (حذف تمامی برگ‌ها به‌جز برگ پرچم در مرحله گرده‌افشانی + عدم مصرف کود نیتروژن) با میانگین ۳۷۱/۸ گرم در مترمربع تعلق داشت (Janmohammadi *et al.*, 2010). در تحقیقی مشخص شد که عملکرد دانه سنبله گندم تحت تأثیر ژنوتیپ‌های مختلف قرار گرفت و در سطح یک درصد معنی‌دار شد (Sadeghi, 2014). محققان گزارش نمودند که عملکرد دانه‌های یک سنبله تحت تأثیر سطوح نیتروژن قرار گرفت؛ به‌طوری‌که تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با میانگین ۲/۵۶ گرم و تیمار عدم مصرف نیتروژن با میانگین ۲/۰۴ گرم به‌ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه سنبله را به خود اختصاص دادند (Hassanzadeh Gorttapeh *et al.*, 2008). نتایج تحقیقی نشان داد که اثر سطوح مختلف مصرف نیتروژن بر عملکرد دانه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود؛ به‌طوری‌که بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه با میانگین ۱۶۸/۸ و ۵۹/۹۷ گرم بر مترمربع مربوط به تیمار مصرف ۸۰ کیلوگرم در هکتار و تیمار عدم مصرف نیتروژن بود (Miranzadeh *et al.*, 2011).

عملکرد بیولوژیکی سنبله

بین سطوح مختلف زمان مصرف کود اوره از نظر عملکرد بیولوژیکی سنبله تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که تأمین مقدار کافی و به‌موقع نیتروژن در مراحل آغازین رشد و نمو گندم از اهمیت بالایی برخوردار است و با تأخیر مصرف کود اوره، گیاه امکان و فرصت کافی را برای رشد و توسعه بخش‌های هوایی خود نخواهد داشت و با ذخیره نامطلوب از هیدارت‌های کربن وارد فاز زایشی خواهد شد و در نتیجه روند کاهش عملکرد بیولوژیکی سنبله مشاهده می‌گردد؛ به‌طوری‌که با مقایسه میانگین اثرات متقابل (جدول ۲)، تیمار (مصرف ۵۰ درصد کود اوره در زمان پنجه‌زنی + مصرف ۵۰ درصد کود اوره زمان ساقه‌دهی + مصرف ۳۰۰ کیلوگرم اوره همراه با آب آبیاری) با میانگین ۲۴/۱۰ گرم در ۱۰ بوته گندم و تیمار (مصرف ۵۰ درصد کود اوره در زمان ساقه‌دهی + مصرف ۵۰ درصد کود اوره زمان سنبله‌دهی + مصرف ۱۵۰ کیلوگرم اوره همراه با آب آبیاری) با میانگین ۱۵/۱۰ گرم در ۱۰ بوته گندم به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیکی سنبله را داشتند.

در بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد گندم رقم شیراز گزارش شد که بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیکی تک‌بوته به‌ترتیب مربوط به تیمار مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تیمار عدم مصرف نیتروژن بود (Shekoofa & Emam, 2008). در مطالعه‌ای دیگر عملکرد بیولوژیکی سنبله تحت تأثیر سطوح نیتروژن قرار گرفت؛ به‌طوری‌که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با میانگین ۳/۵۳ گرم و تیمار عدم مصرف نیتروژن با میانگین ۲/۹۰ گرم به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار عملکرد بیولوژیکی سنبله را به خود اختصاص دادند (Hassanzadeh Gorttapeh *et al.*, 2008).

در تحقیقی مشخص شد که عملکرد بیولوژیکی سنبله گندم تحت تأثیر ژنوتیپ‌های مختلف قرار گرفت و در سطح یک درصد معنی‌دار شد (Sadeghi, 2014). در پژوهش دیگری گزارش شد که اثر ارقام مختلف گندم بر عملکرد بیولوژیکی سنبله در سطح یک درصد معنی‌دار شد و رقم دوروم با ۱/۶۴ گرم و رقم تجن با ۱/۲۶ گرم به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد بیولوزیکی سنبله را داشتند (Navabpour & Kazemi, 2013).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول-۲ مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل خصوصیات زراعی گندم

Table-2 Mean comparison of interaction effects of wheat agronomic traits

Factors			Number of spike per m^{-2}	Number of grain per m^{-2}	Spike biological yield (g. 10 plant^{-1})	Nitrogen use efficiency (%)
50% in sowing time+50% in tillering stage	150 kg ha^{-1} of urea	Mix with soil	413.3 ^{ab}	10130 $^{a-c}$	21.03 $^{b-d}$	20.35 ^{d}
		By irrigation water	253.3 ^{d}	8920 $^{c-e}$	21.47 $^{a-c}$	18.78 ^{d}
		Foliar	396.7 $^{a-c}$	9236 $^{b-e}$	20.37 $^{b-e}$	204.20 ^{a}
	300 kg ha^{-1} of urea	Mix with soil	356.7 $^{a-d}$	9066 $^{b-e}$	20.73 $^{b-e}$	10.00 ^{d}
		By irrigation water	436.7 ^{a}	11330 ^{a}	18.33 ^{de}	11.96 ^{d}
		Foliar	400.0 $^{a-c}$	10630 ^{ab}	19.57 $^{b-e}$	123.40 ^{c}
50% in tillering stage +50% in Jointing stage	150 kg ha^{-1} of urea	Mix with soil	317.0 $^{b-d}$	8841 $^{c-e}$	22.17 ^{ab}	18.40 ^{d}
		By irrigation water	294.0 ^{cd}	8805 $^{c-e}$	15.33 ^{fg}	18.26 ^{d}
		Foliar	381.3 $^{a-c}$	7654 ^{e}	19.80 $^{b-e}$	191.8 ^{a}
	300 kg ha^{-1} of urea	Mix with soil	349.3 $^{a-d}$	9451 $^{b-d}$	18.20 ^{de}	9.950 ^{d}
		By irrigation water	322.7 $^{b-d}$	9511 $^{b-d}$	24.10 ^{a}	10.14 ^{d}
		Foliar	380.0 $^{a-c}$	11290 ^{a}	17.97 ^{ef}	115.00 ^{c}
50% in jointing stage+50% in heading stage	150 kg ha^{-1} of urea	Mix with soil	326.7 $^{a-d}$	9066 $^{b-e}$	18.67 $^{c-e}$	18.89 ^{d}
		By irrigation water	328.7 $^{a-d}$	8255 ^{de}	15.10 ^{g}	17.33 ^{d}
		Foliar	320.0 $^{b-d}$	8183 ^{de}	17.70 $^{e-g}$	143.7 ^{b}
	300 kg ha^{-1} of urea	Mix with soil	349.0 $^{a-d}$	8083 ^{de}	20.10 $^{b-e}$	10.27 ^{d}
		By irrigation water	288.3 ^{cd}	7590 ^{e}	20.20 $^{b-e}$	7.95 ^{d}
		Foliar	356.7 $^{a-d}$	11330 ^{a}	21.63 $^{a-c}$	124.10 ^{c}

میانگین‌هایی که حرف مشترک دارند، اختلاف آماری معنی‌داری در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means which have at least one common letter are not significantly different at the 5% level using DMRT

صفات مرفولوژیک گندم

ارتفاع ساقه

با بررسی نتایج تجزیه واریانس صفات مشخص گردید که با افزایش مقدار مصرف کود اوره از ۱۵۰ به ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار مقدار ارتفاع ساقه از ۹۱/۷۶ به ۱۱۳/۷۰ سانتی‌متر (حدود ۱۲/۳۹ درصد) افزایش یافت (جدول-۳). همچنین می‌توان گفت که زمان مصرف کود نیتروژن از اهمیت خاصی برخوردار است؛ به‌طوری‌که مصرف نیتروژن در زمان کاشت + مرحله پنجه‌زنی با مقادیر یکسان، بیشترین مقدار ارتفاع ساقه را تولید نمود و با تأخیر در مصرف کود اوره کمترین ارتفاع ساقه (۱۲/۵۵ درصد) کاهش را نشان داد. مصرف به‌موقع کود نیتروژن باعث رشد و توسعه مناسب و متوازن بخش‌های مختلف گیاه می‌شود و گیاه می‌تواند با تولید سطح برگ بیشتر مقدار کربوهیدرات‌های فتوسنتزی خود را افزایش داده و از رشد رویشی و زایشی بیشتری برخوردار گردد. در بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد گندم رقم شیراز گزارش شد که بیشترین و کمترین مقدار ارتفاع بوته به‌ترتیب به مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تیمار عدم مصرف نیتروژن مربوط بود (Shekoofa & Emam, 2008). محققان گزارش نمودند که ارتفاع بوته تحت تأثیر سطوح نیتروژن قرار گرفت؛ به‌طوری‌که تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با میانگین ۱۱۰/۳۵ سانتی‌متر و تیمار عدم مصرف نیتروژن با میانگین ۱۰۵/۷۰ سانتی‌متر به‌ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص دادند (Hassanzadeh Gorttapeh *et al.*, 2008). در بررسی سطوح مختلف مصرف نیتروژن و مواد آلی با افزایش مقدار مصرف نیتروژن، ارتفاع گیاه هم افزایش یافت؛ به‌طوری‌که تیمار مصرف ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۵۶/۵۲ سانتیمتر و تیمار عدم مصرف نیتروژن با میانگین ۵۰/۵۷ سانتی‌متر به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار ارتفاع بوته را تولید نمودند (Kazemini *et al.*, 2008).

طول پدانکل

روش و مقدار مصرف کود نیتروژن بیشترین تأثیر را بر افزایش طول پدانکل گندم داشت (جدول ۱) و از آنجایی‌که پدانکل به‌عنوان یکی از اندام‌های تأمین-

www.SID.ir

Archive of SID

کننده مواد فتوسنتزی در مرحله پر شدن دانه‌ها در گندم محسوب می‌شود و قادر است مقادیر قابل‌توجهی از کربوهیدرات‌های مازاد بر نیاز گیاه را در خود انباشت نماید و با انتقال مجدد آن‌ها به دانه‌های در حال پر شدن، نقش بسزایی افزایش عملکرد دانه گندم دارد. مصرف کود نیتروژن در مرحله ساقه‌دهی + خوشه‌دهی با تقسیط برابر سبب شد که کمترین مقدار طول پدانکل با میانگین ۲۰/۹۲ سانتی‌متر تولید شود که با مقایسه آن با تیمار مصرف نیتروژن در مرحله زمان کاشت + پنجه‌زنی با تقسیط برابر حدود ۲۳ درصد کاهش را نشان داد (جدول ۳). بنابراین به‌نظر می‌رسد که مصرف کود نیتروژن بعد از مرحله ساقه‌دهی باعث می‌شود که گیاه فرصت کافی برای استفاده از نیتروژن و دادن پاسخ مناسب به کوددهی را نداشته باشد و تأثیر کمی بر افزایش طول پدانکل خواهد داشت.

نتایج یک بررسی نشان داد که طول پدانکل در بین ارقام مختلف گندم دارای اختلاف معنی‌داری بود؛ به‌طوری‌که رقم قلاوندی با میانگین ۵۷ سانتی‌متر و رقم اترک با میانگین ۲۲ سانتی‌متر به‌ترتیب بیشترین و کمترین طول پدانکل را در بین ارقام گندم داشتند (Maleki *et al.*, 2009). سایر محققان گزارش نمودند که اثر ارقام مختلف گندم بر طول پدانکل در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار شد. همچنین رقم مرودشت با میانگین ۳۰/۲ سانتی‌متر و رقم چمران با میانگین ۲۸/۹ سانتی‌متر به‌ترتیب بیشترین و کمترین طول پدانکل را در بین ارقام گندم داشتند (Paknejad *et al.*, 2008). همچنین گزارش شد که بین ارقام مختلف گندم از نظر صفت طول پدانکل اختلاف معنی‌دار آماری در سطح یک درصد وجود داشت؛ به‌طوری‌که رقم مرودشت با میانگین ۳۳/۱ سانتی‌متر و رقم چمران با میانگین ۲۸/۵ سانتی‌متر به ترتیب بیشترین و کمترین طول پدانکل را در بین ارقام گندم داشتند (Behdad *et al.*, 2008).

طول سنبله

اثر تیمارهای زمان، مقدار و روش مصرف نیتروژن بر طول سنبله در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). با مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳)، در بین سطوح تیمار مقادیر مصرف نیتروژن، بیشترین مقدار طول سنبله با میانگین ۱۰/۹۰ سانتی‌متر مربوط به تیمار مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار آن با میانگین ۸/۳۴ سانتی‌متر مربوط به تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بود. به‌دلیل مصرف مقدار بیشتر کود اوره رشد و نمو گندم نیز افزایش خواهد یافت و گیاه قادر خواهد بود تعداد سنبلچه بیشتری را در سنبله تولید نماید و در نتیجه با افزایش تعداد سنبلچه طول سنبله نیز بیشتر خواه شد. محققان گزارش نمودند که اثر تیمار محلول‌پاشی کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر صفت طول سنبله نداشت، اما تیمار مقدار مصرف نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود؛ به‌طوری‌که تیمار مصرف ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با میانگین ۹/۲ سانتی‌متر و تیمار مصرف ۴۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با میانگین ۷/۹ سانتی‌متر و به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار طول سنبله را به خود اختصاص دادند (Soughi *et al.*, 2009). در بررسی مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد ارقام گندم مشخص شد که اثر تیمار نیتروژن بر صفت طول سنبله معنی‌دار نبود ولی با این وجود بیشترین و کمترین مقدار طول سنبله با میانگین ۸/۸۱۶ و ۸/۸۰ سانتی‌متر به ترتیب مربوط به تیمار مصرف ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و تیمار عدم مصرف کود بود (Hosseini *et al.*, 2011).

در بررسی نتایج آزمایش تأثیر منابع مختلف مصرف نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم مشخص شد که بیشترین و کمترین مقدار طول سنبله با میانگین ۹ و ۴/۲ سانتیمتر به‌ترتیب مربوط به تیمار (مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره + مصرف ۱۶۰ تن در هکتار کمپوست قارچ) و تیمار (عدم مصرف نیتروژن + عدم مصرف کمپوست قارچ) بود (Seyedi & Rezvani moghaddam, 2011).

در بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد گندم رقم شیراز گزارش شد که بیشترین و کمترین مقدار طول سنبله با میانگین ۷/۹۷ و ۷/۷۴ سانتی‌متر به‌ترتیب مربوط به تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در

www.SID.ir

Archive of SID

هکتار نیتروژن و تیمار عدم مصرف نیتروژن بود (Shekoofa & Emam, 2008).

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی خصوصیات زراعی گندم

Table 3- Mean comparison of main effects of wheat agronomic traits

Factors	Levels	Spike length (cm)	Hectoliter weight (Kg. 100 liter^{-1})	Harvest index of spike (%)	Economical yield of spike (g.10 plant^{-1})	Peduncle length (cm)	Stem height (cm)
Time of urea fertilizer consumption	50% in sowing time+50% in tillering stage	10.77 ^{a}	73.37 ^{a}	65.97 ^{a}	13.32 ^{a}	25.69 ^{a}	115.1 ^{a}
	50% in tillering stage +50% in Jointing stage	9.01 ^{b}	74.58 ^{a}	66.89 ^{a}	13.43 ^{a}	24.18 ^{b}	101.4 ^{b}
	50% in jointing stage+50% heading stage	9.08 ^{b}	75.43 ^{a}	66.61 ^{a}	12.55 ^{b}	20.92 ^{c}	91.68 ^{c}
Rate of urea fertilizer consumption	150 (kg ha^{-1})	8.34 ^{b}	73.14 ^{a}	65.94 ^{a}	12.80 ^{a}	21.52 ^{b}	91.76 ^{b}
	300 (kg ha^{-1})	10.90 ^{a}	75.78 ^{a}	67.04 ^{a}	13.40 ^{a}	25.67 ^{a}	113.7 ^{a}
Method of urea fertilizer consumption	Mix with soil	9.61 ^{b}	71.56 ^{b}	66.64 ^{ab}	13.39 ^{a}	23.94 ^{ab}	94.35 ^{b}
	By irrigation water	8.58 ^{c}	74.94 ^{ab}	62.45 ^{b}	12.17 ^{b}	22.68 ^{b}	98.93 ^{b}
	Foliar	10.66 ^{a}	76.88 ^{a}	70.38 ^{a}	13.73 ^{a}	24.17 ^{a}	114.8 ^{a}

میانگین‌هایی که حرف مشترک دارند، اختلاف آماری در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means which have at least one common letter are not significantly different at the 5% level using DMRT

کارایی مصرف نیتروژن

در بررسی حاضر اثر عوامل آزمایشی زمان، مقدار، روش مصرف نیتروژن و همچنین اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری ($p< 0.01$) بر کارایی مصرف نیتروژن داشتند. بالاترین میزان کارایی مصرف نیتروژن ثبت‌شده در این آزمایش، با میانگین ۲۰۴/۲۰ درصد به مصرف ۵۰ درصد کود اوره در زمان کاشت + مصرف ۵۰ درصد کود اوره زمان پنجه‌دهی + مصرف ۱۵ کیلوگرم اوره به‌صورت محلول‌پاشی مربوط بود و کمترین مقدار آن با میانگین ۷/۹۵ درصد با مصرف ۵۰ درصد کود اوره در مرحله ساقه‌دهی + مصرف ۵۰ درصد کود اوره در مرحله سنبله‌دهی + مصرف ۳۰۰ کیلوگرم اوره همراه با آب آبیاری به‌دست آمد. بنابراین درصد افزایش کارایی مصرف کود اوره به‌دلیل استفاده از شیوه محلول‌پاشی در مقایسه با سایر روش‌های مورد بررسی (خاک مصرف و یا مصرف کود اوره همراه با آب آبیاری) به‌ترتیب ۸۸/۹۳ و ۹۰/۶۴ درصد بود. همچنین نتایج این آزمایش نشان داد که با افزایش مصرف نیتروژن از ۱۵۰ به ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، کاهش ۳۵/۱۳ درصدی کارایی مصرف نیتروژن مشاهده شد. زیرا با افزایش مصرف نیتروژن به‌دلیل بالا بودن آبشویی و هدرروی آن، به‌شدت کارایی مصرف کود کاهش می‌یابد. از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر کارایی مصرف نیتروژن، می‌توان به زمان مصرف، نوع منبع کود، روش مصرف، نوع گیاه زراعی و مقدار مصرف کود اشاره کرد. چنانچه زمان مصرف کود با مرحله‌ای از رشد گیاه که بیشترین نیاز به کود را دارد، توأم گردد بهترین میزان کارایی مصرف نیتروژن را خواهیم داشت. از طرفی معمولاً با افزایش مصرف واحدهای بیشتری از کود راندمان مصرف آن کاهش می‌یابد؛ بنابراین تعیین مقدار دقیق کود مصرفی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همچنین روش مصرف کودها (خصوصاً کود نیتروژن که دارای قابلیت آبشویی بالایی است)، اهمیت انتخاب روش مصرف صحیح کود نیتروژن را بیشتر می‌نماید.

محققان گزارش نمودند که اثر نیتروژن، ژنوتیپ و برهمکنش نیتروژن × ژنوتیپ بر کارایی مصرف نیتروژن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین و کمترین کارایی مصرف نیتروژن به تیمارهای ۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن اختصاص داشت. با کاهش میزان نیتروژن از ۱۵۰ به ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار، کارایی مصرف نیتروژن به ترتیب ۱۴/۳ و ۴۳ درصد افزایش یافت (Modhej *et al.*, 2009). در تحقیق دیگری، بیشترین و کمترین کارایی مصرف نیتروژن گندم به‌ترتیب در شرایط تیمار شاهد (۵۳/۹ کیلوگرم محصول به‌ازای هر کیلوگرم نیتروژن قابل‌دسترس) و در شرایط حداکثر مصرف نیتروژن (۱۷

www.SID.ir

Archive of SID

کیلوگرم محصول به‌ازای هر کیلوگرم نیتروژن قابل‌دسترس مشاهده شده است (Rahimzadeh *et al.*, 2010).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نقش و اهمیت عنصر نیتروژن در رشد کمی و کیفی گیاهان زراعی و همچنین زیاد بودن میزان آبشویی و هدرروی آن، لازم است که مقدار، زمان و شیوه مصرف نیتروژن در مزرعه به‌خوبی مدیریت گردد؛ زیرا در غیر این صورت علاوه بر ایجاد آلودگی زیست‌محیطی و بالا رفتن هزینه تولید، مقدار عملکرد کمی و کیفی گیاه زراعی نیز مطلوب نخواهد بود. نتایج این آزمایش نشان داد که با تأخیر زمان مصرف نیتروژن از مراحل آغازین رشد گیاه به مراحل انتهایی‌تر گیاه، بر اکثر صفات زراعی گندم تأثیر منفی خواهد گذاشت. همچنین شیوه مصرف کود اوره تأثیر بسزایی بر مقدار کارایی مصرف نیتروژن داشت؛ به‌طوری‌که بالاترین میزان کارایی مصرف نیتروژن ثبت‌شده در این آزمایش، با میانگین ۲۰۴/۲۰ درصد مربوط به تیمار (مصرف ۵۰ درصد کود اوره در زمان کاشت + مصرف ۵۰ درصد کود اوره زمان پنجه‌دهی + مصرف ۱۵ کیلوگرم اوره به‌صورت محلول‌پاشی) بود و کمترین مقدار آن با میانگین ۷/۹۵ درصد مربوط به تیمار (مصرف ۵۰ درصد کود اوره در مرحله ساقه‌دهی + مصرف ۵۰ درصد کود اوره در مرحله سنبله‌دهی + مصرف ۳۰۰ کیلوگرم اوره همراه با آب آبیاری) بود. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش مصرف نیتروژن از ۱۵۰ به ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، کاهش ۳۵/۱۳ درصدی کارایی مصرف نیتروژن مشاهده شد، زیرا با افزایش مصرف نیتروژن به‌دلیل بالا بودن آبشویی و هدرروی آن، به‌شدت کارایی مصرف کود کاهش می‌یابد.

REFERENCES

1. Behdad, M., Paknejad, F., Vazan, S., Ardakani, M.R. & Nasri, M. (2008). Effect of drought stress on yield and yield components in growth different stages in wheat cultivars. *Environmental Stresses in Plant Sciences*. 1(2): 143-157.
2. Behera, U.K., Chougule, B.A., Thakur, R.S., Ruwali, K.N., Bhawsar, R.C. & Pandey, H.N. (2000). Influence of planting dates and nitrogen levels on yield and quality of durum wheat (*Triticum durum*). *Indian Journal of Agricultural Sciences.* 70 (7), pp: 434-436.
3. Delfin, S., Tognetti, R., Dsiderio, E. & Alvino, A. (2005). Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agronomy of Sustainable Development* 25: 183-191.
4. Fan, X., Lin, F. & Kumar, D. (2004). Fertilization with a new type of coated urea: Evaluation for nitrogen efficiency and yield in winter wheat. *Journal of Plant Nutrition*. 25: 853-865.
5. Guarda, G., Padovan, S. & Delogu, G. (2004). Grain yield, nitrogen-use efficiency and baking quality of old and modern Italian bread-wheat cultivars grown at different nitrogen levels. *European Journal of Agronomy*. 21, pp: 181- 192.
6. Hassanzadeh Gorttapeh, A., Fathollahzadeh, A., Nasrollahzadeh Asl, A. & Akhondi, N. (2008). Agronomic nitrogen efficiency in different wheat genotypes in west Azerbijan province. *Eletronic Journal of Crop Production*. 1 (1): 82-100. (In Farsi).
7. Hassegawa, R.H., Fonseca, H., Fancelli, A.L., da Silva, V.N., Schammass, E.A., Reis, T.A. & Corre^a, B. (2008). Influence of macro-and micro nutrient fertilization on fungal contamination and fumonisin production in corn grains. *Food Control*. 19: 36-43.
8. Hatfield, J. L. & Prueger, J. H. (2004). Nitrogen over-use, under-use, and efficiency. *Crop Science.* 26: 156-168.
9. Hosseini, R., Galeshi, S., Soltani, A. & Kalateh, M. (2011). The effect of nitrogen on yield and yield component in modern and old wheat cultivars. *Eletronic Journal of Crop Production.* 4 (1) pp: 187-199. (In Farsi).
10. Janmohammadi, M., Ahmadi, A. & Poustini, K. (2010). Effect of leaf area reduction and nitrogen application on stomatal characteristics of flag leaf and grain yield of wheat under deficit irrigation. *Eletronic Journal of Crop Production*. 3 (4): 177-194. (In Farsi).
11. Kazemini, S.A.R., Ghadiri, H., Karimian, N.A., Kamgar haghighi, A.A. & Kheradnam, M. (2008). Interaction effect of nitrogen and organic manure on growth and yield of wheat. *Science and technology of Agricultural and Natural Resources*. 12 (45 b):461-472. (In Farsi).

www.SID.ir

Archive of SID

12. Maleki, A., Majidi Haravan, A., Heydari Sharifabad, H. & Nourmohammadi, Gh. (2009). Evaluatio of native and breeding cultivars of bread wheat in drought stress. *Journal of New Agricultural Sciences.* 5 (16): 81-91. (In Farsi).
13. Miranzadeh, H., Emam, Y., Pilesjö, P. & Seyyedi, H. (2011). Water use efficiency of four dryland wheat cultivars under different levels of nitrogen fertilization. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 13: 843-854.
14. Modhej, A., Naderi, A., Emam, Y., Aynehband, A. & Nourmohammadi, Gh. (2009). Effect of Different Nitrogen Levels on Grain Yield, Grain Protein Content and Agronomic Nitrogen Use Efficiency in Wheat Genotypes under Optimum and Post-anthesis Heat Stress Conditions. *Seed and Plant Journal*. 25-4 (4): 353-371. (In Farsi).
15. Modhej, A., Naderi, A., Aynehband, A., Emam, Y., Nourmohammadi, Gh. & Kaivan, E. (2011). Evaluation of the effects of post-anthesis heat stress and nitrogen levels on grain yield and grain growth of wheat genotypes under Khuzestan conditions. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 92: 9-17. (In Farsi).
16. Navabpour, S. & Kazemi, G. (2013). Study the relations between grain yield and related traits in wheat by path analysis. *Eletronic Journal of Crop Production.* 6(1):191-203. (In Farsi).
17. Paknejad, F., Jami AlAhmadi, M., Pazoki, A.R. & Nasri, M. (2008). Investigation of the drought stress effects on yield and yield components in wheat cultivars. *Environmental Stresses in Agricultural Sciences.* 1(1):1-15.
18. Peltonen, J. (1992). Early development stage used for timing supplemental nitrogen application to spring wheat .*Crop Sciences.* 32: 1029-1033.
19. Power, J.F., Wiese, R. & Flowerday, D. (2000). Managing nitrogen for water quality: Lesson from management systems evaluation area. *Journal of Environment Quality.* 29:335-366.
20. Rahimizadeh, M., Kashani, A., Zare Faizabadi, A., Koocheki, A. R. & Nassiri Mahallati, M. (2010). Investigation of nitrogen use efficiency in wheat-based double cropping systems under different rate of nitrogen and return of crop residue. *Eletronic Journal of Crop Production.* 3 (3): 125-142. (In Farsi).
21. Rauf, M., Munir, M., Hassan, M., Ahmad, M. & Afzal, M. (2007). Performance of wheat genotypes under osmotic stress at germination and early seedling growth stage. *African Journal of Agricultral Research.* 6: 971-975.
22. Sadeghi, f. (2014). Estimation of Genetic Structure of Yield and Yield Components in Bread Wheat using Diallele Method. *Journal of Crop Breeding*. 6(13): 101-113. (In Farsi).
23. Seyedi, S. M. & Rezvani moghaddam, P. (2011). Study of yield, yield components and nitrogen use efficiency in using of compost, biological manure and urea in *Triticum aestivum*. *Journal of Agroecology*. 3 (3): 309-319. (In Farsi).
24. Shahsavari, N. & Saffari, M. (2005). Effect of amount of nitrogen on yield and yield components of three bread wheat cultivars in Kerman. *Iranian Journal of Agricultural Sciences.* 18 (1): 81-87. (In Farsi).
25. Shekoofa, A. & Emam, Y. (2008). Effects of nitrogen fertilization and plant growth regulators (PGRs) on yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) cv. Shiraz. *Journal of Agricultural Science and Technology.* 10: 101-108.
26. Soltani, A., A. Robertson & A. M. Manschadi. (2006). Modeling chickpea growth and development: nitrogen accumulation and use. *Field Crops Research*. 99: 24-34.
27. Soltani, A. & B. Torabi. (2009). *Crop Modeling Case studies.* Jahad Daneshgahi Mashaad. Press. 232 pages.
28. Soughi, H., Kazemi, M., Kalateh Arabi, M., Shykh, F., Abroudi, S.A.M. & Askar, M. (2009). Effect of different amounts of foliar- and soil- applied N on yield and yield components of promising bread wheat *(Triticum aestivum*) lines in Gorgan. *Eletronic Journal of Crop Production.* 2 (4): 167-176. (In Farsi).
29. Zhao, R.F., Chen, X.P., Zhang, F.S., Zhang, H., Schroder, J. & Romheld, V. (2006). Fertilization and nitrogen balance in a wheat-maize rotation system in North China. *Agronomy Journal*. 98: 935-945.

www.SID.ir