"مجله علوم زراعی ایران"
جلد دوم، شماره ۱، ۱۳۷۹

اثر محلول پاشی اوره پیش از گلدهی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین دانه دو رقم گندم (*Triticum aestivum* L.)

Effect of pre-anthesis urea foliar application on yield, yield components and grain protein percent of two winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars

علیرضا برجیان[۱] و یحیی امام[۲]

چکیده

محدودیت امکان افزایش سطح زیر کشت گندم برای افزایش تولید، ضرورت افزایش عملکرد این گیاه در واحد سطح را اجتناب‌ناپذیر می‌سازد. در این میان نقش عناصر غذایی پر مصرف به ویژه نیتروژن مهم می‌باشد. از آنجا که نیتروژن اضافه شده به خاک می‌تواند از طریق آبشویی و یا تصعید از دسترس گیاه خارج شود و قدرت ریشه نیز در اواخر رشد در جذب مواد غذایی از خاک کم می‌شود، پاشیدن اوره به عنوان منبع نیتروژن بر روی شاخ و برگ گیاه می‌تواند عامل مؤثری در افزایش کیفیت و کمیت دانه گندم باشد. به منظور بررسی تأثیر مصرف سطوح مختلف نیتروژن به صورت محلول پاشی اوره بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین دانه در مرحله غلاف رفتن گندم، آزمایشی به صورت فاکتوریل، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار در سال زراعی ۷۷-۱۳۷۶ در اراضی مرکز خدمات کشاورزی فریدن استان اصفهان انجام شد. ترکیب رقم (در دو سطح: الوند و برکت) و میزان محلول پاشی نیتروژن در مرحله غلاف رفتن (در چهار سطح: صفر، ۱۰، ۲۰، و ۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) اعمال گردید. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که محلول پاشی نیتروژن در این مرحله باعث افزایش معنی دار عملکرد دانه گردید. ازدیاد عملکرد دانه ناشی از افزایش تعداد دانه در هر سنبله بود و میانگین وزن هر دانه و تعداد سنبله بارور در متر مربع تغییر چندانی نیافت. مصرف سطوح بالای نیتروژن با افزایش عملکرد بیولوژیک گیاه همراه بود. پاشیدن نیتروژن بر روی شاخ و برگ دو رقم گندم زمستانه الوند و برکت در مرحله غلاف رفتن منجر به افزایش معنی دار درصد پروتئین دانه گردید و رقم برکت در مقایسه با رقم الوند واکنش بیشتری از لحاظ افزایش درصد پروتئین دانه از خود نشان داد.

واژه‌های کلیدی: گندم، اوره، اثر محلول پاشی، پیش از گلدهی، عملکرد، اجزای عملکرد، پروتئین.

مقدمه

تلاش در راستای افزایش عملکرد غلات و عمدتاً گندم که پایه تغذیه و بقای بشر به حساب می‌آید از اهمیت زیادی برخوردار است. با توجّه به محدودیت امکان افزایش سطح زیر کشت این گیاه برای افزایش تولید، ضرورت افزایش عملکرد این گیاه در واحد سطح اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. در این میان نقش عناصر غذایی در افزایش عملکرد در واحد سطح مهم می‌باشد، به نحوی که عملکرد کم محصولات زراعی از جمله گندم در بسیاری از نقاط دنیا در درجه اوّل مربوطه به کمبود عناصر غذایی است (گاردنر و همکاران، ۱۳۶۹).

تاریخ دریافت: ۱۳۷۸/۴/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۷۸/۱۰/۱۲

۱- کارشناس ارشد زراعت
۲- دانشیار دانشگاه شیراز

در غلاتی که به مصرف نان می‌رسند، کیفیت نانوایی نیز از اهمّیت خاصی برخوردار است. برای بهبود کیفی دانه گندم لازم است میزان پروتئین آن افزایش یابد (کریمی، ۱۳۷۰ و ملکوتی، ۱۳۷۵). میزان پروتئین دانه گندم به عوامل مختلفی از جمله رقم، شرایط آب و هوایی و از همه مهم‌تر حاصلخیزی خاک وابسته است. یکی از عناصر اصلی در حاصلخیزی خاک نیتروژن می‌باشد. به طور کلی نیتروژن رابطه مستقیمی با درصد پروتئین دانه دارد (هیگن و تاکر، ۱۳۷۳ و ملکوتی، ۱۳۷۵).

محلول پاشی برگ با عناصر غذایی یکی از روش‌های تغذیه گیاه است. گرچه برگ‌ها و سایر اندام‌های هوایی به خوبی می‌توانند مواد غذایی را به صورت گاز (گاز کربنیک، اکسیژن، انیدرید سولفورو) از طریق روزنه‌ها جذب کنند، ولی جذب مواد غذایی به صورت یون از محلول محدود می‌باشد (Hull *et al.*, 1975)، زیرا سلول‌های اپیدرمی خارجی برگ با کوتیکول پوشیده شده است (Hull *et al.*, 1975). به عقیده منگل و کرکبی (۱۳۶۲) هر چند کوتیکول به آب و مواد غذایی نفوذ پذیری اندکی دارد، ولی بخشی از مواد غذایی که از این طریق جذب می‌شوند می‌تواند در رفع نیازهای غذایی گیاه بسیار مؤثر واقع شود.

اوره تنها کود نیتروژنه است که از آن می‌توان به صورت تغذیه برگی استفاده نمود (هیگن و تاکر، ۱۳۷۳). گرچه از میان کودهای نیتروژنی معمولی، محلول اوره پائین‌ترین فشار اسمزی را تولید می‌کند (هیگن و تاکر، ۱۳۷۳) ولی، تنها مقدار کمی از نیتروژن مورد نیاز گیاه را می‌توان به روش برگ پاشی اوره تأمین نمود (Wittwer *et al.*, 1963).

از آنجاکه نیتروژن اضافه شده به خاک می‌تواند از طریق آبشویی و یا تصعید (Volatilization) از دسترس گیاه خارج شود (Cooper & Blakeney, 1990) و عرضه نیتروژن از خاک، ریشه‌ها، گره‌ها یا ساقه‌ها به خاطر تنش‌های محیطی یا پیری محدود می‌شود (Turley & Ching, 1986)، پاشیدن اوره به عنوان منبع نیتروژن بر روی شاخ و برگ گیاه می‌تواند عامل مؤثری در افزایش کیفیت و احتمالاً کمیت غلات دانه‌ای از جمله گندم باشد (منگل و کرکبی، ۱۳۶۲).

در راستای بهبود بخشیدن به وضعیت جذب نیتروژن، بازده بیشتر مصرف نیتروژن مورد توجّه قرار گرفته است (Readman *et al.*, 1997). پژوهش‌ها نشان داده است که زمانی بازده مصرف نیتروژن زیادتر است که کاربرد آن با دوره جذب سریع توسط گیاه هماهنگ باشد (Smith *et al.*, 1989).

در حالی که نرسون و کارچی (Nerson & Karchi, 1972) و سینگ و ست (Singh & Seth, 1978) ابراز عقیده کرده‌اند که مصرف نیتروژن در خاک تفاوتی با محلول پاشی آن ندارد، استرانگ (Strong, 1982) تأکید کرد که بهترین روش مصرف نیتروژن بسته به زمان مصرف آن متفاوت خواهد بود. بنا به اعتقاد ریدمن و همکاران (Readman *et al.*, 1997)، محلول پاشی اوره بر روی بوته‌های گندم در اوایل بهار نسبت به کاربرد متداول آن عملکرد مشابهی دارد، هر چند محلول پاشی اوره بر روی برگ با بهبود بازده مصرف فیزیولوژیک نیتروژن همراه است.

حمید و سرور (Hamid & Sarwar, 1976) در آزمایش خود با مصرف نیتروژن نشان دار در گندم نشان دادند که قبل از گلدهی، یعنی در مرحله غلاف رفتن (Booting)، حداکثر انتقال نیتروژن از خاک به ریشه انجام می‌گیرد. آن‌ها هم چنین گزارش کردند که در حدود نیمی از کود نیتروژنه که به دانه انتقال می‌یابد، همان کود نیتروژنه به کار رفته در مرحله غلاف رفتن بوده است.

محلول پاشی اوره بر اساس مراحل نموی در گندم نشان داده است که مصرف اوره با غلظت ۱۴۴ گرم در لیتر و به میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله برجستگی دو گانه (Double-ridges) و مرحله تشکیل شاخه‌های کلاله باعث افزایش تعداد دانه در سنبله و تعداد دانه در متر مربع شده است (Sadaphal &Das, 1966).

هدف این پژوهش بررسی مصرف سطوح مختلف نیتروژن به صورت محلول پاشی با غلظت اوره ٦ درصد بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین دانه دو رقم گندم الوند و برکت در مرحله غلاف رفتن بوده است.

مواد و روش ها

آزمایش مزرعه‌ای در سال زراعی ۷۷-۱۳۷٦ در

[DOR: 20.1001.1.15625540.1379.2.1.3.0]

اراضی مرکز خدمات کشاورزی واقع در شهرستان فریدن و استان اصفهان (°۲۳ ′۵۰ و °۵۸ ′۳۲ شمالی و ۲۳۹۰ متر ارتفاع از سطح دریا) با اقلیم نیمه خشک و متوسط بارندگی سالانه ۳۵۰ میلی متر انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا شد. بافت خاک مزرعه لومی رسی با واکنش (pH) حدود ۷/۵ بود. فاکتورهای مورد مطالعه شامل: محلول پاشی نیتروژن در چهار سطح (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار)، که از منبع اوره با ۴۶ درصد نیتروژن تأمین گردید، و دو رقم گندم زمستانه الوند و برکت بود. عملیات آماده سازی زمین شامل شخم، دیسک، لولر و دادن ۳۰ کیلوگرم فسفر خالص از منبع سوپر فسفات تریپل بود. از ۹۲ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره افزوده شده به خاک، نیمی هنگام کاشت و بقیه در خاتمه مرحله پنجه زنی به خاک اضافه شد. هر کرت شامل ۱۰ ردیف ۸ متری با فاصله ۱۵ سانتی متر از یکدیگر بود. تراکم کاشت ۳۰۰ بوته در متر مربع بود. کاشت به روش خشکه کاری و با دست صورت گرفت. زمین محل آزمایش در سال قبل آیش بود. در طول دوره آزمایش مبارزه با علف‌های هرز با استفاده از علف کش توفوردی (2,4-Diclorophenoxy acetic acid) با غلظت ۱/۵ لیتر در هکتار در اوایل ساقه رفتن انجام شد. آبیاری با استفاده از سیفون و به میزان مورد نیاز در طول فصل رشد انجام شد. در مرحله غلاف رفتن (ZGS 45) (Zadoks Growth Stage) (امام، ۱۳۷۳) محلول پاشی اوره با غلظت ۶ درصد، با استفاده از یک محلول پاش دقیق دستی و با فشار ثابت اعمال شد. در موقع برداشت، بوته‌های ۶ ردیف وسط با رعایت فاصله یک متری از ابتدا و انتهای هر کرت از سطح خاک بریده شد و برای اندازه گیری عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و اجزای آن به آزمایشگاه منتقل گردید. اجزای عملکرد، شامل تعداد سنبله بارور در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، متوسط وزن هر دانه، در هر نمونه تعیین گردید. برای به دست آوردن وزن خشک، نمونه‌ها در آون تهویه دار در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. میزان پروتئین دانه نیز با استفاده از روش میکروکلدال (حسینی، ۱۳۷۳) تعیین گردید. داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

اثر محلول پاشی اوره بر عملکرد دانه و اجزای آن

محلول پاشی اوره به طور معنی داری بر عملکرد دانه تأثیر گذاشت (جدول ۱). این تأثیر مربوط به تغییر معنی دار تعداد دانه در سنبله بود، زیرا وزن هر دانه و تعداد سنبله بارور در متر مربع از نظر آماری تغییر معنی داری نداشت (جدول ۱). فینی و همکاران (Finney *et al.*, 1957) نیز در پژوهش مشابهی افزایش معنی داری در عملکرد دانه در اثر محلول پاشی اوره در ۷ هفته قبل از گلدهی گزارش کردند. آن‌ها هم چنین اشاره کردند که تیمار محلول پاشی اوره تأثیری بر وزن هر دانه نداشت. بوترینا و همکاران (Butorina *et al.*, 1991) هم افزایش عملکرد دانه در مرحله غلاف رفتن با محلول پاشی اوره به اضافه مولیبدن را گزارش کرده‌اند. در پژوهش حاضر با افزایش میزان نیتروژن به کار رفته در محلول پاشی، تعداد دانه در سنبله بطور معنی داری افزایش یافت (جدول ۲)، هر چند تفاوت معنی داری بین کاربرد سطوح ۲۰ و ۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده نشد. برخی پژوهش‌ها نشان داده است که اگر مصرف نیتروژن تا مرحله ظهور سنبله (Finney *et al.*, 1957; Alkier *et al.*, 1972)، گلدهی و بعد از گلدهی (Strong, 1982)، به تأخیر افتد، اثر اندکی بر عملکرد دانه خواهد داشت. بر طبق نظر لانگر و لیو (Langer & Liew, 1973) و همین طور فرانک و باور (Frank & Bauer, 1982)، تعداد سنبلک‌های بارور زمانی تحت تأثیر نیتروژن قرار می‌گیرد که نیتروژن بلافاصله بعد از مرحله برجستگی دوگانه (Developmental Stage) (DS 2) (Waddington *et al.*, 1983)، در دسترس گیاه قرار داده شود. به نظر پلتونن (Peltonen, 1992) افزایش تعداد دانه در سنبله با تیمار محلول پاشی نیتروژن در مرحله‌ای که تعداد گلچه‌های انگیزش یافته (Initiated florets) در حداکثر هستند (DS 7)، ناشی از افزایش تعداد گلچه‌های بارور در هر سنبلک می‌باشد.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1379.2.1.3.0]

جدول ۱- میانگین مربعات تأثیر میزان‌های مختلف محلول پاشی اوره بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، اجزای عملکرد و پروتئین دانه دو رقم گندم الوند و برکت.

Table 1. Mean squares for the effects of urea foliar application at different rates on biological yield, grain yield, yield components and grain protein content of two winter wheat cultivars: Alvand and Barkat.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد بیولوژیک Bioligical yield	عملکرد دانه Grain yield	تعداد سنبله در مترمربع Fertile ears/m^2	متوسط وزن هزاردانه Mean kernel wt.	تعداد دانه در هر سنبله Grains per ear	پروتئین دانه Grain protein
تکرار Replication	2	16679.6^{ns}	6165.1^{ns}	3337.0^{ns}	2.51^{ns}	36.8^{ns}	0.04^{ns}
A	1	592518.4**	40920.0**	10710.4*	25.6**	0.37^{ns}	0.11^{ns}
B	3	198270.7**	31541.4**	5529.7^{ns}	3.4^{ns}	121.15**	0.80**
A×B	3	40022.6^{ns}	6094.4^{ns}	2400.8^{ns}	0.86^{ns}	4.15^{ns}	1.49**
خطا Error	14	32296.1	5543.8	2290.6	1.6	14.1	0.02

A and B are the levels of cultivar and urea foliar application, respectively.

A و B به ترتیب سطوح رقم و میزان محلول پاشی اوره می‌باشند.

*, ** Significant at the 5 and 1% level respectively. ns: Non significant.

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد احتمال، ns معنی دار نیست.

جدول ۲- اثر میزان محلول پاشی اوره بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، اجزای عملکرد و درصد پروتئین دانه گندم زمستانه.

Table 2. Effects of urea foliar application rate biological yield, grain yield, yield components and grain protein of winter wheat.

میزان محلول پاشی اوره Urea foliar application rate (kg/ha N)	عملکرد بیولوژیک (گرم بر مترمربع) Bioligical yield (g/m2)	عملکرد دانه (گرم بر مترمربع) Grain yield (g/m2)	تعداد سنبله بارور No. of ear/m2	تعداد دانه در سنبله No. of Grain/ear	وزن هر دانه (میلی گرم) Kernel wt. (mg)	پروتئین دانه (%) Grain protein (%)
شاهد Control (nil N)	1176 c	392.0 c	381.2 a	20.0 b	40.6 a	12.0 c
10	1328 bc	449.2 bc	443.0 a	22.3 b	40.8 a	12.0 c
20	1460 ab	494.5 ab	502.0 a	28.3 a	41.6 a	12.2 b
40	1601 a	563.7 a	497.2 a	29.2 a	42.2 a	12.8 a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ احتمال تفاوت معنی دار ندارند.

Means followed by the same letters in each column, are not significantly different at the 5% level of probability.

جدول ۳- اثر رقم بر میانگین عملکرد دانه و اجزای آن در گندم زمستانه.

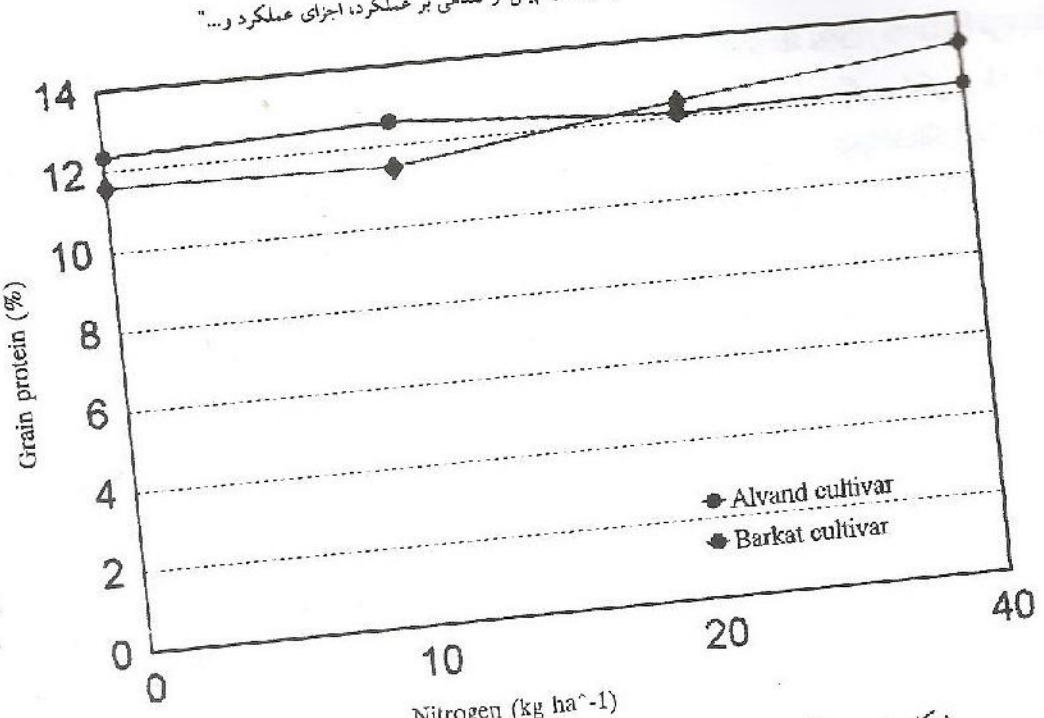
Table 3. Effects of winter wheat cultivar on mean grain yield and its yield components.

رقم Cultivar	عملکرد بیولوژیک Biological yield (g/m^2)	عملکرد دانه Grain yield (g/m^2)	تعداد سنبله بارور Ears/m^2	تعداد دانه در سنبله Grain/ear	وزن دانه Kernel wt. (mg)
الوند Alvand	1548 a	516.2 a	494.7 a	24.8 a	42.37 a
برکت Barkat	1234 b	433.6 b	452.4 b	25.1 a	40.30 b

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ احتمال تفاوت معنی دار ندارند.

Means followed by the same letters in each column, are not significantly different at the 5% level of probability.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1379.2.1.3.0]



شکل ۱- برهمکنش رقم و میزان محلول پاشی ازت بر درصد پروتئین دانه گندم الوند و برکت.

Fig. 1. Interaction of cultivar and urea foliar application rate on grain protein percent of winter wheat cultivars: Alvand and Barkat.

در پژوهش حاضر نیز افزایش عملکرد در نتیجه محلول پاشی اوره با افزایش معنی دار تعداد دانه در سنبله همراه بود که یافته‌های پیشین را تأیید می‌کند.

مقایسه عملکرد دانه دو رقم الوند و برکت نشان داد که رقم الوند از نظر عملکرد دانه برتری معنی داری بر رقم برکت داشت (جدول ۳). این برتری ناشی از فزونی عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله‌های بارور در واحد سطح و میانگین وزن هر دانه در رقم الوند در مقایسه با رقم برکت بود (جدول ۳).

برهمکنش بین رقم و میزان محلول پاشی بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و اجزای آن معنی دار نبود (جدول ۱). این امر حاکی از آن است که افزایش علملکرد دانه و اجزای آن در پاسخ به محلول پاشی نیتروژن در هر دو رقم مشابه بوده است.

اثر محلول پاشی اوره بر درصد پروتئین دانه

محلول پاشی نیتروژن باعث افزایش معنی دار در میزان پروتئین دانه دو رقم الوند و برکت گردید (جدول ۱). گرچه کاربرد ۱۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نتوانسته است پروتئین دانه دو رقم را در مقایسه با شاهد افزایش دهد ولی کاربرد مقادیر بالاتر نیتروژن (۲۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار) منجر به افزایش معنی دار درصد پروتئین دانه گردید (جدول ۲). بنا به اعتقاد اسپیرتس و الن (Spiertz & Ellen, 1978) و ویتفیلد و همکاران (Whitfield *et al.*, 1989) چنانچه نیتروژن پیش از گلدهی بر روی شاخ و برگ گندم پاشیده شود تأثیر اندکی در افزایش درصد پروتئین دانه خواهد داشت، زیرا جذب نیتروژن توسط دانه بعد از گلدهی بسیار زیادتر از زمان گرده افشانی یا پیش از آن است.

برهمکنش رقم و میزان محلول پاشی نیتروژن بر درصد پروتئین دانه معنی دار بود (جدول ۱). در این پژوهش رقم برکت در مقایسه با رقم الوند واکنش بیشتری از لحاظ افزایش درصد پروتئین دانه بر اثر تیمار محلول پاشی نیتروژن از خود نشان داد (شکل ۱). نتایج ارائه شده توسط پوشمن و بینگهام (Pushman & Bingham, 1976) نشان داد که محتوای نیتروژن دانه ارقام گندم زمستانه به طور متفاوتی به وسیله

[DOR: 20.1001.1.15625540.1379.2.1.3.0]

تیمار اوره افزایش می‌یابد. به نظر ساراندن و جیانیبلی (Sarandon & Gianibelli, 1992) واکنش متفاوت ارقام به محلول پاشی نیتروژن می‌تواند به تفاوت در تقاضای نیتروژن و هم چنین استعداد ژنتیکی ارقام به تجمع نیتروژن در دانه نسبت داده شود.

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که در شرایط مشابه این آزمایش مصرف اوره به صورت محلول پاشی در مقادیر ۲۰ کیلوگرم و بالاتر نیتروژن خالص در هکتار می‌تواند باعث افزایش عملکرد دانه نسبت به شاهد شود. گرچه کاربرد تیمار محلول پاشی اوره در مرحله غلاف رفتن عمدتاً می‌بایست با هدف افزایش عملکرد دانه صورت گیرد، لیکن بر طبق نتایج حاصل از این آزمایش امکان بهبود کیفی عملکرد در سطوح بالای ۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار وجود دارد. از آنجا که بهبود کیفی عملکرد در شرایط کاربرد نیتروژن در مرحله غلاف رفتن چندان زیاد نیست، پیشنهاد می‌شود اثر کیفی و کمی محلول پاشی نیتروژن در سایر مراحل رشد، نظیر گلدهی و بعد از آن نیز مشخص گردد.

References

منابع مورد استفاده

امام، ی. ۱۳۷۳. راهنمای تشخیص مراحل رشد گندم و جو، نشریه فنی شماره ۱۸. انتشارات مرکز نشر دانشگاه شیراز. ۲۵ صفحه.

حسینی، ز. ۱۳۷۳. روش‌های متداول در تجزیه مواد غذایی. انتشارات مرکز نشر دانشگاه شیراز. ۱۲۰ صفحه.

کریمی، د. ۱۳۷۰. گندم. مرکز نشر دانشگاهی، تهران. ۵۹۹ صفحه.

گاردنر. پی. اف آر. پرنت. پی و آر. ال. میشل. ۱۳۶۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ترجمه سرمدنیا. غ و ع. کوچکی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۷۱ صفحه.

ملکوتی، م. ۱۳۷۵. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. نشر آموزش کشاورزی. کرج. ۲۷۹ صفحه.

منگل، ک. و ا. کرکبی. ۱۳۶۲. اصول تغذیه گیاه. ترجمه سالار دینی، ع و م. مجتهدی. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۳۳ صفحه.

هیگن، جی و بی. تاکر. ۱۳۷۳. مصرف کود در اراضی زراعی. ترجمه ملکوتی، م. و ج. نفیسی. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس تهران. ۳۴۲ صفحه.

ALKIER, A.C., G.J. RACZ, and R.J. SOPER. 1972. Effects of foliar soil-applied nitrogen and soil nitrate-nitrogen level on the protein content of Neepawa wheat. Canadian J. Soil Sci. 52:301-309.

BLTORINA, E.P., A.B., YAGODIN, and S.N. FEOFANOV. 1991. Effect of a late foliar application of urea and molybdenum on winter wheat grain yield and quality. Field Crop Abst. 46:4736.

COOPER, J.L. and A.B. BLAKENEY. 1990. The effect of two forms of nitrogen fertilizer applied near anthesis on the grain quality of irrigated wheat. Aust. J. Exp. Agric. 30:615-619.

FINNEY, K.F., J.W. MEYER, F.W. SMITH, and H.C. FRYER. 1957. Effect of foliar spraying of Pawnee wheat with urea solutions on yield, protein content, and protein quality. Agron. J. 49:341-347.

FRANK, A.B. and A. BAUER. 1982. Effect of temperature and fertilizer N on apex development in spring wheat. Agron. J. 74:504-509.

HESMID, A. and G. SARWAR. 1976. Effect of split application on N uptake by wheat from N labelled ammonium nitrate and urea. Exp. Agric. 12:189-193.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1379.1.3.0]

HULL, H.M., H.L. MORTON, and J.R. WHARRIE. 1975. Environmental influences on cuticle development and resultant foliar peneteration. Bot. Rev. **41**:421-451.

LANGER, R.H.M., and F.K.Y. LIEW. 1973. Effect of varying nitrogen supply at different stages of reproductive phase on spikelet and grain production and on grain nitrogen in wheat. Aust. J. Agric. Res. **24**:647-656.

NERSON, H., and Z. KARCHI. 1972. A comparative study of soil versus foliar application of ammonium nitrate to wheat under different moisture regimes. Israel J. Agric. Res. **22**:171-177.

PELTONEN, J. 1992. Ear developmental stage used for timing supplmental nitrogen application to spring wheat. Crop Sci. **32**:1029-1033.

PUSHMAN, F.M., and J. BINGHAM. 1976. The effects of a granular nitrogen fertilizer and foliar spray of urea on the yield and breadmaking quality of ten winter wheats. J. Agric. Sci. Camb. **87**:281-292.

READMAN, R.J., P.S. KETTLEWELL, and G.P. BECKWITH. 1977. Application of N as urea solution: N recovery and use efficiency. Field Crop Abst. **51**:3797.

SADAPHAL, M.N., and N.B. DAS. 1966. Effect of spraying urea on winter wheat, (*Triticum aestivum*). Agron. J. **58**:137-147.

SARANDON, S., and M.C. GIANIBLLI. 1992. Effect of foliar spraying of urea during or after anthesis on dry matter and nitrogen accumulation in the grain of two wheat cultivars of *T. aestivum* L. Fert. Res. Int. J. Fert. Use Technol. **31**:79-84.

SINGH, R.P., and J. SETH. 1978. Nitrogen uptake and potential for production of dry matter in dwarf wheat as influenced by soil and foliar application of nitrogen Indian J. Agric. Sci. **48**:342-346.

SMITH, C.J., J.R. FERENEY, S.L. CHAPMAN, and L.E. GALBALLY. 1989. Fate of urea nitrogen applied to irrigated wheat at heading. Aust. J. Agric. Res. **40**:957-963.

SPIERTS, J.H.J., and ELLEN. 1978. Effect of nitrogen on crop development and grain growth of winter wheat in relation to the assimilation and utilization of assimilates and nutrients. Neth. J. Agric. Sci. **26**:210-231.

STRONG, W.M. 1982. Effect of late application of nitrogen on the yield and protein content of wheat. Aust. J. Exp. Agric. Animal Husb. **22**:54-67.

TURLEY, H.R., and T.M. CHING. 1986. Physiological responses of barley leaves to foliar applied urea-ammonium nitrate. Crop Sci. **26**:987-993.

WADINGTON, S.R., P.M. CARTWRIGHT, and P.C. WALL. 1983. A quantitative scale of spike and pistil development in barley and wheat. Ann. Bot. **51**:119-130.

WHITFIELD, D.M., C.J. SMITH, O.A. GYLES, and G.C. WRIGHT. 1989. Effect of irrigation, nitrogen and gypsum on yield, nitrogen accumulation and water and use of wheat. Field Crop Res. **20**:261-277.

WITTWER, S.H., M.J. BUKOVAC, and H.B. TUKEY. 1963. Advances in foliar feeding of plant nutrients. PP 429-455. In:McVickar, M.H. (ed) Fertilizer Technology and Usage. American Society of Agronomy, Madison, WI.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1379.2.1.3.0]