بررسی کارآیی انواع کودهای نیتروژنی و عملکرد گندم

علیرضا جعفرنژادی [*۱]، عبدالامیر معزی [۲]، سید محمد هادی موسوی فضل [۳] و غلامعباس صیاد [۴]

۱ - * **نویسنده مسؤول:** عضو هیئت علمی بخش خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
(arjafarnejady@gamil.com)

۲و۴ - استادیاران گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز

۳- عضو هیئت علمی بخش خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۲۴ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۱۸

چکیده

افزایش کارآیی کودهای نیتروژنی، هم در افزایش تولیدات کشاورزی و هم در کاهش آلودگی محیط زیست اهمیت به‌سزایی دارد. بنابراین، پژوهش حاضر به‌منظور تعیین بهترین مدیریت کاربرد کودهای نیتروژنی از منابع مختلف بر عملکرد گندم (رقم چمران) در ایستگاه تحقیقاتی شاوور استان خوزستان در جنوب‌غرب ایران اجرا شد. در این پژوهش یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار به‌شرح زیر اجرا گردید. (T_1) تیمار شاهد (مصرف کودهای شیمیایی به‌جز نیتروژن بر اساس آزمون خاک)، (T_2) مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (از منبع اوره) در هکتار عرف زارع (در سه نوبت زمان کاشت، ساقه‌دهی و شروع گلدهی)، (T_3) ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (از منبع اوره) در هکتار در دو نوبت (۵۰ درصد در زمان ساقه‌دهی و ۵۰ درصد در زمان گلدهی)، (T_4) ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در سه نوبت (یک سوم از منبع اوره پوشش گوگردی به‌صورت پایه و دوسوم از منبع اوره در زمان ساقه‌دهی و شروع گلدهی)، (T_5) ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در سه نوبت (یک سوم از منبع کود ماکرو کامل در زمان کاشت و دوسوم از منبع اوره در سرک‌های اول و دوم). نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که روش‌های مختلف کاربرد کودهای نیتروژنی بر عملکرد دانه، بیوماس، وزن هزار دانه، تعداد پنجه در واحد سطح، تعداد سنبله در واحد سطح، درصد نیتروژن دانه، شاخص برداشت و کارآیی نیتروژن تفاوت معنی‌دار داشت ($p<0/05$). به‌طوری که، بالاترین عملکرد دانه به‌میزان ۵۲۹۱ کیلوگرم در هکتار از تیمار (T_3) و بیش ترین کارآیی زراعی از تیمار (T_3) به‌میزان ۱۰/۱ کیلوگرم دانه در کیلوگرم نیتروژن در مقایسه با سایر تیمارها به دست آمد ($p<0/05$). افزایش کارآیی نیتروژن (NUE) در تیمار (T_3) نسبت به تیمارهای T_2، T_4 و T_5 به‌ترتیب ۶/۳۸، ۱۳/۹۳ و ۱۳/۳۹ درصد بود ($p<0/05$). همچنین، بین درصد بازیافت نیتروژن (NRF) در روش‌های مختلف اختلاف آماری وجود نداشت؛ بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که زمان کاربرد کود نیتروژنی عامل بسیار مهمی در طول دوره رشد گندم بوده و نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که باید کاربرد کودهای نیتروژنی در زمان کاشت گندم کاهش یابد.

کلید واژه‌ها: کارآیی مصرف، کودهای نیتروژنی، گندم

مقدمه

کودهای نیتروژنی نقش به‌سزایی در افزایش کیفیت و کمیت محصولات کشاورزی به‌ویژه غلات دارند؛ بنابراین، مصرف بهینه و به‌موقع این کودها علاوه بر افزایش عملکرد محصولات کشاورزی، تأثیر چشم‌گیری را در کاهش آلودگی محیط زیست به دنبال خواهد داشت (۳).

گندم از جمله غلاتی است، که نقش مهمی را در تأمین نیازهای غذایی جامعه ایفاء می‌کند. عوامل مختلفی از جمله مصرف به‌موقع و به اندازه کودهای

نیتروژنی نقش تأثیر گذاری بر افزایش عملکرد کمی و کیفی گندم دارند. پژوهش‌های انجام شده نشان داده است که بیش ترین نیاز گندم به نیتروژن در مراحل پنجه‌زنی و خوشه‌دهی بوده و گندم حدود ۵۵ درصد نیتروژن مورد نیاز خود را در این دو مرحله جذب می‌کند (۱۹)؛ بنابراین،تطابق زمان مصرف کود با نیاز گیاه از عوامل افزایش عملکرد گندم شناخته شده است (۱۱). نتایج پژوهش‌ها در این زمینه نشان داده است که کاربرد نوبت کودهای نیتروژنی نسبت به مصرف یکباره آن‌ها در افزایش عملکرد گندم بسیار مؤثرتر است (۳ و ۱۲)؛ همچنین مطالعات متعدد در ارتباط با تأثیر منابع کود نیتروژنی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم نشان داده است که منابع کودی نیتروژنی تأثیر متفاوتی دارند (۴). مطالعه افزایش کارآیی کودهای نیتروژنی (NUE)[1] و درصد بازیافت آن‌ها (NRF)[2] بوسیله محصولات کشاورزی از جمله راه‌کارهای افزایش عملکرد کیفی و کمی محصولات می‌باشند. میانگین جهانی کارآیی نیتروژن و درصد بازیافت آن در دانه غلات به‌ترتیب ۲۰کیلوگرم دانه در کیلوگرم نیتروژن و ۳۳ درصد می‌باشد که از مقادیر استاندارد جهانی آن‌ها بسیار کمتر است (۱۳ و ۱۸). از بین کودهای نیتروژنی، مصرف اوره بیش تر از ۸۰ درصد کودهای نیتروژنی را به خود اختصاص داده است. پژوهش-های انجام شده نشان داده است که اگر مصرف کودهای نیتروژنی برای تولید حداکثری محصولات کشاورزی نامناسب و نابهنگام باشد، مقدار بیش تری از این کودها از طریق آب شویی نیترات و تصعید از دسترس گیاه خارج می‌شود (۱۵). مدیریت نامناسب مصرف کودهای نیتروژنی از دلایل عمده کاهش کارآیی و درصد بازیافت نیتروژن می‌باشد (۱۴). در ایران با توجه به مصرف حدود ۱/۹ میلیون تن کود نیتروژنی برای تولید محصولات مختلف، میزان کارآیی این عنصر حدود ($kg\ kg^{-1}$) ۱۱ محاسبه شده است (۱۳).

در سال‌های اخیر مطالعات متعددی در ارتباط با منابع و مقادیر کودهای نیتروژنی بر عملکرد محصولات مختلف و کارآیی آن‌ها انجام گردیده است. داودی و همکاران (۱) در پژوهشی با هدف تأثیر کاربرد اوره با پوشش گوگردی نسبت به کود اوره بر عملکرد گندم مشخص کردند که مصرف این نوع کود باعث افزایش معنی‌دار عملکرد و کارآیی نیتروژن نسبت به اوره گردیده است. کاربرد نوبتی کودهای نیتروژنی بر عملکرد گندم سبب گردید که مقاومت محصول به بیماری و سرمازدگی بیش تر و در نهایت عملکرد دانه افزایش یابد (۴). مطالعات نشان داده است که بهترین زمان نوبت این کودها با توجه به‌وضعیت خاک، در حدود زمان پنجه‌دهی می‌باشد (۱۶). در پژوهشی مشخص شد که با افزایش مصرف کودهای نیتروژنی در گندم، میزان درصد کارآیی و بازیافت نیتروژن به‌طور چشم‌گیری کاهش یافت (۶). همچنین،در مطالعه‌ای مشخص شد که کارآیی نیتروژن رابطه مستقیم با میزان آب و نیتروژن قابل دسترس خاک دارد و مقدار کارآیی نیتروژن را بین ($kg\ kg^{-1}$) ۴۱-۴ تعیین نمودند (۵). کشاورز (۹)، در پژوهشی برای تعیین مقدار و کارآیی کود نیتروژنی در کشت گندم، مصرف ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکردی به‌میزان ۶/۵ تن در هکتار و کارآیی ($kg\ kg^{-1}$) ۲۶/۳ را گزارش نمود. تحقیقات نشان داده است که مصرف پاییزه نیتروژن به دلیل همزمانی آن با بارش‌های فصلی سبب آبشویی بخش عمده‌ای از کود می‌شود (۱۰). خادمی[3] (۸) در مطالعه‌ای در خوزستان نشان داد که کاربرد کود نیتروژن در چهار نوبت، بالاترین عملکرد دانه گندم را تولید نمود. تحقیقات نشان داده است که اگر کود اوره با پوشش گوگردی به‌صورت پایه در

1- Nitrogen Use Efficiency
2- Nitrogen Apparent Recovery Fraction

3-Khademi

کشت گندم استفاده شود، نسبت به مصرف پایه اوره، عملکرد و درصد بازیافت نیتروژن از ۲۰ به ۳۰ درصد افزایش می‌یابد (۱۱)؛ بنابراین کاربرد نوبتی نیتروژن، استفاده از منابع کند رها به‌دلیل افزایش عملکرد و کاهش هزینه‌های تولید از راه‌کارهای افزایش کارآیی نیتروژن در کشت محصولات مختلف مورد توجه هستند.

با توجه به این‌که کشت گندم در استان خوزستان همزمان با شروع فصل بارندگی‌های پاییزه و زمستانه است و از طرف دیگر کشاورزان بیش از یک سوم کود نیتروژن را (منبع اوره) به‌صورت پایه مورد استفاده قرار می‌دهند، انتظار می‌رود که براساس تحقیقات انجام شده، سهم عمده‌ای از این کود از طریق آب شویی از دسترس گیاه خارج شود؛ بنابراین، برای تعیین تأثیر مدیریت مصرف کودهای نیتروژنی (اوره با پوشش گوگردی، اوره و کود ماکرو کامل) بر کارآیی نیتروژن، درصد بازیافت کود نیتروژنی و عملکرد و اجزاء آن در کشت گندم، این پژوهش به‌مدت دو سال۸۶-۱۳۸۴ در ایستگاه تحقیقاتی شاوور استان خوزستان اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور افزایش کارآیی و بازیافت کودهای نیتروژنی و در نتیجه افزایش عملکرد گندم (رقم چمران) در استان خوزستان، این پژوهش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار به‌مدت دو سال در ایستگاه تحقیقاتی شاوور خوزستان به‌شرح زیر اجرا گردید. (T_1) تیمار شاهد (بدون مصرف کود نیتروژنی)، (T_2) مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (از منبع اوره) در هکتار عرف زارع (سه نوبت کوددهی ابتدای کاشت، ابتدای پنجه زنی و ابتدای گلدهی)، (T_3) ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (از منبع اوره) در هکتار در دو نوبت ابتدای پنجه زنی و ابتدای گلدهی (بدون پایه)، (T_4) ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در سه نوبت ابتدای کاشت، ابتدای پنجه زنی و ابتدای گلدهی (یک سوم از منبع اوره پوشش گوگردی به‌صورت پایه و دوسوم از منبع اوره در سرک‌های اول و دوم)، (T_5)، ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در سه نوبت ابتدای کاشت، ابتدای پنجه زنی و ابتدای گلدهی (یک سوم از منبع کود ماکرو کامل به‌صورت پایه و دوسوم از منبع اوره در سرک‌های اول و دوم).

برای بررسی وضعیت عناصر و برخی خصوصیات خاک، در ابتدای کاشت از عمق ۳۰-۰ سانتی متری نمونه‌برداری و به آزمایشگاه ارسال شد. غلظت عناصر پتاسیم، فسفر، روی، آهن، منگنز، مس، میزان شوری، pH، درصد مواد آلی و درصد آهک بر اساس روش‌های توصیه شده مؤسسه خاک و آب (۲) اندازه‌گیری شد (جدول ۱). همچنین در زمان رسیدگی گندم اجزاء عملکرد شامل تعداد پنجه در واحد سطح، تعداد سنبله در واحد سطح، طول سنبله، وزن هزار دانه و نیز عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، عملکرد کاه و درصد پروتئین با استفاده از روش‌های توصیه شده اندازه‌گیری و تعیین گردید. همچنین، میزان عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، مس و منگنز در دانه گندم تعیین شد.

برای تعیین کارآیی (NUE) و درصد بازیافت نیتروژن (NRF) از روابط زیر استفاده شد (۳).

$$NUE = \frac{Y - Y_0}{N} \quad \text{.....(۱)}$$

Y: عملکرد دانه در تیمارهای کودی؛ Y_0: عملکرد دانه در تیمار شاهد؛ N: مقدار مصرف کود نیتروژن.

$$NRF = \frac{N_f - N_0}{N} \times 100 \quad \text{.....(۲)}$$

N_f: مقدار نیتروژن دانه در تیمارهای کودی؛ N_0: مقدار نیتروژن دانه در تیمار شاهد؛ N: مقدار نیتروژن مصرفی. نتایج حاصل با استفاده از نرم‌افزارهای

Excel و MSTAT-C و بـا اسـتفاده از آزمـون مقایسات میانگین دانکن تجزیه و تحلیل گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف کاربرد منابع کود نیتروژنی بر خصوصیات عملکرد دانه، بیوماس، شاخص برداشت، کارایی نیتروژن، تعداد پنجه در واحد سطح، تعداد سنبله در واحد سطح، نیتروژن دانه و وزن هزار دانه در جدول (۲) نشان داده شده است. بر این اساس، عملکرد دانه، تعداد پنجه در واحد سطح و کارآیی نیتروژن اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد و خصوصیات بیوماس، تعداد سنبله در واحد سطح و میزان نیتروژن دانه اختلاف بسیار معنی‌دار در سطح یک درصد را نشان دادند. سایر خصوصیات اختلاف معنی‌داری در بین تیمارهای مورد مطالعه را نشان ندادند.

جدول ۱- برخی خصوصیات خاک

عمق (سانتی متر)	بافت	pH	شوری (دسی زیمنس بر متر)	کربن آلی (درصد)	آهک (درصد)	فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	مس
۰-۳۰	رسی سیلتی	۷/۳	۳/۸	۰/۸۲	۳۶/۵	۸/۱	۲۳۰	۲/۶	۰/۷	۲/۲	۱/۱
۳۰-۶۰	رسی سیلتی	۷/۴	۴/۱	۰/۷۹	۳۷	۶/۷	۲۴۰	۱/۸	۰/۴	۱/۸	۱

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله میانگین مربعات خصوصیات اندازه‌گیری شده

منابع تغییرات	درجه آزادی	بیوماس	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	کارآیی نیتروژن	نیتروژن دانه
سال	۱	۳۵۲۹۴۷۰^{ns}	۳۲۸۴۴۰/۱^{ns}	۱/۱۰۵^{ns}	۳/۸^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}
تکرار در سال	۴	۲۶۷۹۹۵۲/۸^{ns}	۲۱۸۸۰۶۰/۶^{ns}	۶/۶۴^{ns}	۳۳۵/۵^{ns}	۰/۰۳۹^{ns}
تیمار	۴	۲۱۰۳۵۰۹۷۵/۶**	۱۶۱۹۵۸۹۲/۱**	۴۹/۲۹^{ns}	۴۴۵/۵۷*	۵/۱۴**
تیمار در سال	۴	۳۹۲۲۸۶۷/۹^{ns}	۵۴۸۴۵۲/۸^{ns}	۱/۳۹^{ns}	۲۵۶/۳۵^{ns}	۰/۱۱۵^{ns}
خطاء	۱۶	۲۳۴۱۲۹۶۹/۹	۶۰۹۸۵۸۱/۴	۱۴۰/۸	۱۳/۶۸	۰/۳۲۸

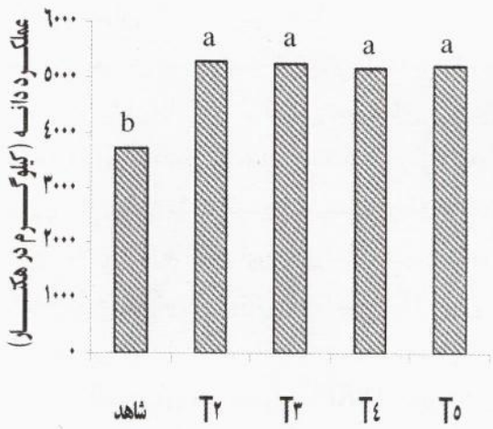
ns، *، **: به ترتیب عدم وجود تفاوت معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح پنج و یک ٪

ادامه جدول ۲

منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص برداشت	تعدادپنجه در واحد سطح	تعداد سنبله در واحد سطح
سال	۱	۱۰/۴۸^{ns}	۱۶/۳۳^{ns}	۱۰/۳۳^{ns}
تکرار در سال	۴	۳۹/۷^{ns}	۱۰۶۱۷۴/۵^{ns}	۱۰۸۱۹/۸۷^{ns}
تیمار	۴	۳۴/۱۷^{ns}	۲۰۳۳۴۷/۵*	۲۸۰۷۳۹/۷۳**
تیمار در سال	۴	۳/۵۶^{ns}	۲۲۶/۲^{ns}	۲۰۶/۷^{ns}
خطاء	۱۶	۵۲/۷	۱۲۲۲۶۰/۲	۸۸۶۹۱/۲

ns، *، **: به ترتیب عدم وجود تفاوت معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح پنج و یک ٪

بر این اساس می‌توان گفت که چون در ابتدای کاشت، گیاه فاقد ریشه و سایر اندام‌های گیاهی است و از طرف دیگر آبیاری‌های سنگین در مراحل اولیه رشد صورت می‌گیرد، به‌نظر می‌رسد که بخش عمده‌ای از کود نیتروژنی مصرفی، آب شویی شده و از دسترس گیاه خارج می‌شود. همچنین، با مصرف به‌موقع کود از طریق تقسیط آن در زمان‌های مناسب با نیاز گیاه سبب می‌شود، گیاه به منبع کودی به‌راحتی دسترسی پیدا کند. با توجه به نتایج حاصل می‌توان گفت که مدیریت کاربرد منابع مختلف کودهای نیتروژنی بر خصوصیات زراعی وکارآیی نیتروژن در کشت گندم نقش موثری داشت. برای تعیین اثر مدیریت منابع کاربرد کودهای نیتروژنی، مقایسه میانگین به روش دانکن بین تیمارهای مختلف انجام شد. مقایسه میانگین تیمارهای اعمال شده بر عملکرد دانه در نمودار (۱) نشان داده شده است.



نمودار ۱- میانگین تاثیر مدیریت نیتروژن بر عملکرد دانه گندم (رقم چمران)

بر اساس نتایج نمودار (۱)، بالاترین عملکرد دانه به‌میزان ۵۲۹۱ کیلوگرم در هکتار از تیمار (T_2) حاصل شد که اختلاف آماری معنی‌داری باتیمارهای (T_3)، (T_4) و (T_5) نداشت ($p<0/05$).

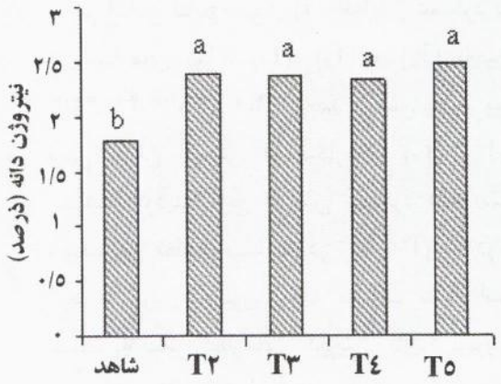
بر اساس نتایج نمودار (۱)، افزایش عملکرد دانه در تیمارهای (T_2)، (T_3)، (T_4) و (T_5) به‌میزان ۴۲/۴، ۴۱، ۳۹/۶ و ۳۹/۸ درصد افزایش یافت. بیش ترین میزان افزایش در تیمارهای (T_2) و (T_3) مشاهده گردید. نتایج افزایش عملکرد دانه، نشان دهنده این مطلب است که در تیمار (T_3) که در آن کود نیتروژنی به‌صورت پایه مصرف نشده است، نسبت به سایر تیمارهای مدیریتی کاربرد نیتروژن، تفاوت معنی‌داری ($p<0/05$) مشاهده نگردید.

بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که آن بخش از کود نیتروژنی که ابتدای کاشت به‌صورت پایه مصرف می‌شود سهم اندکی در عملکرد گیاه داشته و قسمت عمده آن به‌دلیل حلالیت کودها از دسترس گیاه خارج گردیده است.

استرونگ[1] (۱۷) در پژوهشی عنوان کرد کاهش راندمان کودهای نیتروژنی که در فصل پاییز همراه کاشت مصرف می‌شوند، به دلیل آب شویی و مناسب نبودن جذب نیتروژن برای گیاه است. ایشان کاربرد نیتروژن به‌صورت سرک بجای مصرف همراه با کاشت را توصیه نمود. کارا[2] (۷) در پژوهش خود عنوان کرد که تاخیر در مصرف کود نیتروژنی در کشت گندم باعث افزایش کارایی نیتروژن، میزان نیتروژن دانه، عملکرد دانه و پروتئین دانه گردیده است. این نتایج با یافته‌های لطف‌اللهی و همکاران (۱۱)، خادمی (۸) و سورز و همکاران[3] (۱۶) همخوانی دارد.

مقایسه میانگین تیمارهای اعمال شده بر میزان نیتروژن دانه در نمودار ۲ نشان داده شده است.

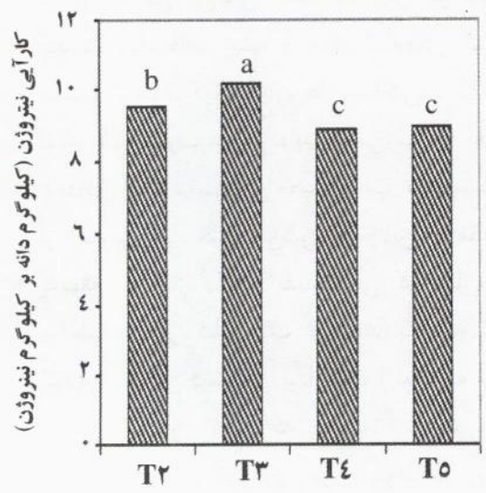
1- Strong
2- Kara
3- Sowers *et al.*



نمودار۲- میانگین تاثیر مدیریت نیتروژن بر درصد نیتروژن دانه گندم (رقم چمران)

نتایج نشان داد که کاربرد نیتروژن در ابتدای کاشت تأثیر معنی‌داری بر میزان جذب این عنصر در دانه نداشت. بر اساس نتایج نمودار (۲) بیش ترین میزان درصد نیتروژن (۲/۴۷ درصد) در تیمار T_5 بوده که تفاوت قابل ملاحظه‌ای با تیمارهای (T_2)، (T_3) و (T_4) نشان نداد. مقدار نیتروژن دانه در تیمارهای (T_2) و (T_3) به‌میزان ۲/۴ و ۲/۳۷ درصد حاصل شد. بررسی این نتایج حاکی از این مطلب است اگر نیتروژن در زمانی که گیاه به آن نیاز دارد، در محیط ریشه وجود داشته باشد، سهم بیش تری از آن بوسیله گیاه جذب خواهد شد. موضوع قابل توجه‌ای که در ارتباط با میزان درصد نیتروژن دانه در تیمارهای مورد مطالعه می‌توان ذکر کرد، تفاوت اندک درصد نیتروژن دانه، در تیمارهای که کود نیتروژن را به‌صورت پایه دریافت نموده‌اند در مقایسه با تیمار (T_3) (حذف مصرف پایه کود) می‌باشد. این مطلب بیانگر تلفات کود نیتروژنی مصرفی به‌صورت پایه در ابتدای کشت گندم می‌باشد.

برای بررسی میزان کارآیی کود نیتروژنی در این مطالعه و تأثیر مدیریت کاربرد منابع نیتروژن بر این خصوصیت مقایسه میانگین کارآیی نیتروژن در تیمارهای مختلف در نمودار (۳) نشان داده شده است.



نمودار۳- میانگین تاثیر مدیریت مصرف کود بر کارآیی نیتروژن

بر اساس نتایج نمودار (۳) مدیریت مصرف منابع کود نیتروژنی بر میزان کارآیی این عنصر در گندم تفاوت معنی‌داری ($p<0/05$) را نشان داد. بر این اساس، بالاترین میزان کارآیی نیتروژن در تیمار (T_3) به میزان ۱۰/۲ (کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن) تعیین شد. دقت در نتایج (جدول ۲ و نمودار ۳) نشان داد که در سایر تیمارهای مورد مطالعه در این تحقیق با مصرف یک سوم از کود نیتروژن در زمان کشت گیاه و استفاده از مصرف منابع کودی کندرها نظیر اوره با پوشش کودی، در مقایسه با حذف کود نیتروژنی پایه (تیمار T_3) میزان کارآیی این عنصر پایین است. نتایج حاصل از بررسی میانگین بازیافت نیتروژن (NRF) نشان داد، بین تیمارهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری ($p<0/05$) وجود نداشت.

علت بیش تر بودن میزان بازیافت در تیمارهای عرف زارع، اوره پوشش گوگردی و کود کامل، استفاده از نیتروژن به‌صورت پایه در زمان کاشت گندم بوده، در صورتی‌که در تیمار (T_3) مصرف پایه نیتروژن حذف گردیده است؛ اما در این شرایط با وجود حذف نیتروژن، پایه گیاه توانسته است با

بازیافتی معادل سایر تیمارها، نیتروژن را به اندازه سایر تیمارها در دانه ذخیره کند.

در پژوهشی کارآیی و درصد بازیافت نیتروژن در حد مطلوب برای غلات به‌ترتیب به‌میزان ۲۰ (کیلو گرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن) و ۲۹ درصد تعیین شده است (۱۶). با توجه به این موضوع، حتی در بیش ترین مقادیر تعیین شده این خصوصیات در این مطالعه، مشاهده شد که میزان آن‌ها از مقادیر مطلوب پایین‌تر می‌باشند. علت این موضوع احتمالاً به‌دلیل نامناسب بودن کودهای نیتروژنی (کیفیت نامناسب کودهای نیتروژنی) و مدیریت کاربرد نیتروژن در کشت گندم است. به‌عبارت بهتر با وجود این که در این پژوهش تلاش بر این است که مدیریت کاربرد نیتروژن در کشت گندم بهبود یابد، اما هنوز به پژوهش‌های بیش تر در این زمینه نیاز می‌باشد.

مطالعه تأثیر مدیریت کاربرد تیمارهای کودهای نیتروژنی بر برخی اجزاء عملکرد گندم در جدول (۳) نشان داده شده است. بیش ترین تعداد سنبله و وزن هزار دانه به‌ترتیب به میزان ۵۵۰ سنبله در واحد سطح و ۴۵ گرم در تیمار ($T_۴$) و کمترین آن در تیمار شاهد به‌میزان ۳۱۰ سنبله در واحد سطح و ۴۱ گرم در تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین تاثیر تیمارهای اعمال شده بر برخی اجزاء عملکرد گندم

تیمار	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در سنبله	تعداد پنجه در واحد سطح
T1	۴۱ a *	۳۲ b	۴۹۵ c
T۲	۴۴ a	۴۳ a	۵۷۰ bc
T۳	۴۴ a	۳۸ ab	۶۱۰ abc
T۴	۴۵ a	۴۱ a	۶۳۰ ab
T۵	۴۲ a	۴۲ a	۷۲۰ a

*: حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (آزمون دانکن ۵ ٪)

ادامه جدول ۳

تیمار	تعداد پنجه در واحد سطح	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	شاخص برداشت (درصد)
T1	۳۱۰ c	۹۰ b	۳۳ a
T۲	۴۹۰ b	۹۵ ab	۳۲ a
T۳	۵۴۰ a	۹۸ ab	۳۱ a
T۴	۵۵۰ a	۱۰۱ ab	۲۹ a
T۵	۵۱۰ a	۱۰۴ a	۳۰ a

*: حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (آزمون دانکن ۵ ٪)

همچنین، تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر خصوصیت شاخص برداشت معنی‌دار نشد ($p<0/05$). این موضوع احتمالاً به دلیل تاثیر یکسان کود نیتروژنی مصرف شده در روند رشد زایشی و رویشی گندم است. همچنین، بیش تر بودن میزان شاخص برداشت در تیمار شاهد به دلیل کمتر بودن رشد رویشی و تولید کاه کمتر نسبت به سایر تیمارها می‌باشد.

به‌منظور بررسی مدیریت کاربرد منابع کود نیتروژنی بر میزان جذب سایر عناصر، تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف کاربرد منابع کود نیتروژنی بر غلظت فسفر، پتاسیم، روی، آهن، منگنز و مس انجام شد (جدول۴). نتایج نشان داد که مدیریت کاربرد منابع کودهای نیتروژنی، تأثیر بسیار معنی‌دار ($p<0/01$) بر غلظت فسفر دانه داشته و بر غلظت عناصر دیگر دانه (پتاسیم، روی، آهن و منگنز) تفاوت معنی‌دار ($p<0/05$) را نشان داد. نتایج مقایسه میانگین تیمارهای منابع کود نیتروژنی نشان داد که بیش ترین میزان فسفر و پتاسیم دانه در تیمار (T_2) به‌ترتیب به‌میزان ۰/۳۷ و ۰/۴۵ درصد اندازه‌گیری شد.

از نظر غلظت عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز در بین تیمارهای (T_2) ، (T_3) ، (T_4) و (T_5) مشاهده نشد؛ اما باید توجه داشت که مقادیر این عناصر در تیمار شاهد (T_1) به‌دلیل وجود اثر رقت و کاهش نقش رقابتی نیتروژن با سایر عناصر نظیر آهن، از غلظت بیش تری برخوردار بود.

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات غلظت عناصر در بذر

منابع تغییرات	درجه آزادی	فسفر دانه	پتاسیم دانه
تکرار	۲	۰/۰۰۰۷^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}
تیمار	۴	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۰۱۲*
خطاء	۸	۰/۰۰۰۱	۱۶/۵۱

ns، *، **: به ترتیب عدم وجود تفاوت معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح پنج و یک ٪

ادامه جدول ٤

منابع تغییرات	روی دانه	آهن دانه	منگنز دانه
تکرار	۰/۸۵۵^{ns}	۱/۸۴۷^{ns}	۱/۷۱۵^{ns}
تیمار	۸/۳۷*	۲۳/۰۹۷*	۲۶/۴۰۶*
خطاء	۱/۵۸۹	۳/۳۸۵	۹/۴۳۴

ns، *، **: به ترتیب عدم وجود تفاوت معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح پنج و یک ٪

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این پژوهش، مشخص شد که مدیریت مصرف منابع کود نیتروژنی تأثیر قابل توجهی بر افزایش عملکرد گندم و افزایش کارآیی کودهای نیتروژنی دارد. بنابراین، با اعمال مدیریت مصرف نیتروژن می‌توان از طریق افزایش عملکرد و جلوگیری از هدر رفتن منابع کودی باعث افزایش درآمد کشاورزان شد. از طرف دیگر با افزایش کارآیی کودهای نیتروژنی، از آبشویی این کودها و آلودگی منابع آب‌های زیرزمینی جلوگیری کرد.

همچنین، به‌نظر می‌رسد میزان مصرف نیتروژن پایه در زمان کاشت گندم ، اگر محدودیتی از نظر میزان موادآلی موجود در خاک و تجزیه آن‌ها بوسیله میکروارگانیسم‌ها نباشد (مقدار نیتروژن مورد نیاز برای تجزیه موادآلی با نسبت کربن به نیتروژن بالا) می‌توان با توجه به شرایط خاک مقدار آن را کاهش داد.

منابع

۱. داودی، م. ح.، ضیائیان، ع.، ملکوتی، م. ج.، لطف اللهی، م. و سعادتی، ن. ۱۳۸۲. بررسی کارآیی کودهای نیتروژنه محلول با کندرها و گوگرد بر عملکرد برنج. سمینار ملی تولید و مصرف گوگرد. مشهد، ص ۲۸۵.

۲. علی احیایی، م. ۱۳۷۲. شرح روش‌های شیمیایی خاک، چاپ اول، نشریه فنی ۸۹۳. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران، ص ۱۲۹.

۳. ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۴. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران. شورای عالی سیاستگزاری توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی. وزارت جهادکشاورزی. چاپ سوم، ص ۴۴۹.

4. Alcoz, M.N., Hons, F.M., and Haby, V.A. 1993. Nitrogen fertilization, timing effect on wheat production uptake efficiency and residual soil nitrogen. Agronomy Journal, 85: 1198-1203.

5. Campbell, C.A., Selles, F., Zenter, R.P., and Mcconky, B.G. 1993. Available water and nitrogen effects of yield components and grain nitrogen of zero-till spring wheat. Agronomy Journal, 95: 114-120.

6. Hotfiled, J.L., and Prueger, J. 2004. Nitrogen overuse, under use and efficiency. 4 th Intrtnational Crop Science Congress. Brisbane Australia.

7. Kara, B. 2010. Influence of late-season nitrogen application on grain yield, nitrogen use efficiency and protein content on wheat under Isparta ecological conditions, Turkish Journal of Field Crops, 15: 1-6.

8. Khademi, Z. 1998. Effect of time and split nitrogen application on yield and protein content of wheat. Iran Journal of Soil Water Science, 12: 9-18.

9. Keshavarz, M.H. 1994. The effect of different amount of N and P on wheat grain yield. Final report No. 1995/245. Fars Agricultural Research Center, Shiraz. Iran.

10. Lotfollahi, M. 1996. The effect of subsoil mineral nitrogen on grain protein concentration of wheat. Ph. D. Thesis. The University of Adelaide, Adelaide, Australia.

11. Lotfollahi, M., Malakouti, M.J., and Saffari, H. 2004. Increasing N-fertilizer use efficiency bu substituting SCU for pre-plant use in light texture soils of Karj. In: "Innovative Approaches to Balanced Nutrition of wheat". Malakouti, M. J. et al. (Eds.). Ministry of Jihad-E-Agriculture. Sana. Pub. Tehran, Iran, pp: 751-758.

12. Mahler, F.E., Koehler, L.K., Lukvher, A.C. 1994. Nitrogen source, timing of application and placement effect on winter wheat production. Agronomy Journal, 86: 637-642.

13. Malakouti, M.J. 2004. Fertilizer use by crops in Iran. Report prepared for FAO. Soil and Water Research Institute. Tehran. Iran.

14. Malakouti, M.J. 2005. The trends in N-fertilizer use and necessity for increasing nitrogen use efficiency (NUE) in the calcareous soils of Iran. First Int., Iranian Urea/Ammonia Conf. Ministry of Oil Tehran Iran.

15. Mirnia, S., Mirabzadeh, M., Keshavarz, A., and Malakouti, M.J. 1998. Determining the volatilized nitrogen use efficiency from applied urea in the paddy soils of Iran. J. Soil water Science, 12: 25-34.

16. Sowers, K.E., Miller, B.C., and Pan, W.L.1994. Optimization yield and grain protein in soft winter wheat with spilt nitrogen application Agronomy Journal, 86: 1020-1025.

17. Strong, W.M. 1995. Nitrogen fertilization of upland crops. Marcel Dekker Inc., New York, pp: 129-169.

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

19. Waldern, R.P., and Flowerday, A.D. 1979. Growth stages and distribution of dry matter, N, P., and K in winter wheat. Agronomy, Journal, 71: 391-394.