

بررسی کارآیی انواع کودهای نیتروژنی و عملکرد گندم

علیرضا جعفرنژادی^{*}، 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)

۲ و ۴ - 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 پذیرش: ۸۹/۱۲/۱۸

تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۲۴

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 شاور استان خوزستان در جنوب‌غرب ایران اجرا شد. در این پژوهش یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار به‌شرح زیر اجرا گردید. (T_۱) تیمار شاهد (مصرف کودهای شیمیایی به‌جز نیتروژن بر اساس آزمون خاک)، (T_۲) مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (از منبع اوره) در هکتار عرف زارع (در سه نوبت زمان کاشت، ساقه‌دهی و شروع گلدهی)، (T_۳) ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (از منبع اوره) در هکتار در دو نوبت (۵۰ درصد در زمان ساقه‌دهی و ۵۰ درصد در زمان گلدهی)، (T_۴) 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_۵) 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 < ۰/۰۵). به‌طوری‌که، بالاترین عملکرد دانه به‌میزان ۵۲۹۱ کیلوگرم در هکتار از تیمار (T_۲) و بیش‌ترین کارآیی زراعی از تیمار (T_۳) به‌میزان ۱۰/۱ کیلوگرم دانه در کیلوگرم نیتروژن در مقایسه با سایر تیمارها به دست آمد (p < ۰/۰۵). افزایش کارآیی نیتروژن (NUE) در تیمار (T_۳) نسبت به تیمارهای T_۲، T_۴ و T_۵ به‌ترتیب ۶/۳۸، ۱۳/۹۳ و ۱۳/۳۹ درصد بود (p < ۰/۰۵). 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

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

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،

کارایی این عنصر حدود (11 kg kg^{-1}) محاسبه شده است (۱۳).

در سال‌های اخیر مطالعات متعددی در ارتباط با منابع و مقادیر کودهای نیتروژنی بر عملکرد محصولات مختلف و کارایی 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 کارایی 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 به وضعیت خاک، در حدود زمان پنجه‌دهی می‌باشد (۱۶). در پژوهشی مشخص شد که با افزایش مصرف کودهای نیتروژنی در گندم، میزان درصد کارایی و بازیافت نیتروژن به‌طور چشم‌گیری کاهش یافت (۶). همچنین، در مطالعه‌ای مشخص شد که کارایی نیتروژن رابطه مستقیم با میزان آب و نیتروژن قابل دسترس خاک دارد و مقدار کارایی نیتروژن را بین $(4-41 \text{ kg kg}^{-1})$ تعیین نمودند (۵). کشاورز (۹)، در پژوهشی برای تعیین مقدار و کارایی کود نیتروژنی در کشت گندم، مصرف ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکردی به‌میزان ۶/۵ تن در هکتار و کارایی $(26/3 \text{ kg kg}^{-1})$ 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^۳ (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

نیتروژنی نقش تأثیر گذاری بر افزایش عملکرد کمی و کیفی گندم دارند. پژوهش‌های انجام شده نشان داده است که بیش‌ترین 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 کارایی کودهای نیتروژنی (NUE)^۱ و درصد بازیافت آن‌ها (NRF)^۲ بوسیله محصولات کشاورزی از جمله راه‌کارهای افزایش عملکرد کیفی و کمی محصولات می‌باشند. میانگین جهانی کارایی نیتروژن و درصد بازیافت آن در دانه غلات به ترتیب ۲۰ کیلوگرم 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 بیش‌تر از ۸۰ درصد کودهای نیتروژنی را به خود اختصاص داده است. پژوهش‌های انجام شده نشان داده است که اگر مصرف کودهای نیتروژنی برای تولید حداکثری محصولات کشاورزی نامناسب و نابهنگام باشد، مقدار بیش‌تری از این کودها از طریق آب شویی نترات و تصعید از دسترس گیاه خارج می‌شود (۱۵). مدیریت نامناسب مصرف کودهای نیتروژنی از دلایل عمده کاهش کارایی و درصد بازیافت نیتروژن می‌باشد (۱۴). در ایران با توجه به مصرف حدود ۱/۹ میلیون تن کود نیتروژنی برای تولید محصولات مختلف، میزان

1- Nitrogen Use Efficiency

2- Nitrogen Apparent Recovery Fraction

نوبت ابتدای کاشت، ابتدای پنجه زنی و ابتدای گلدهی (یک سوم از منبع اوره پوشش گوگردی به- صورت پایه و دوسوم از منبع اوره در سرک‌های اول و دوم)، (T₅)، ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در سه نوبت ابتدای کاشت، ابتدای پنجه زنی و ابتدای گلدهی (یک سوم از منبع کود ماکرو کامل به صورت پایه و دوسوم از منبع اوره در سرک- های اول و دوم).

برای بررسی وضعیت عناصر و برخی خصوصیات خاک، در ابتدای کاشت از عمق ۰-۳۰ سانتی متری نمونه برداری 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 کارایی (NUE) و درصد بازیافت نیتروژن (NRF) از روابط زیر استفاده شد (۳).

$$NUE = \frac{Y - Y_0}{N} \dots\dots\dots(1)$$

Y: عملکرد دانه در تیمارهای کودی؛ Y₀: عملکرد دانه در تیمار شاهد؛ N: مقدار مصرف کود نیتروژن.

$$NRF = \frac{N_f - N_0}{N} \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

N_f: مقدار نیتروژن دانه در تیمارهای کودی؛ N₀: مقدار نیتروژن دانه در تیمار شاهد؛ N مقدار نیتروژن مصرفی. نتایج حاصل با استفاده از نرم‌افزارهای

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 کندرها به دلیل افزایش عملکرد و کاهش هزینه‌های تولید از راه کارهای افزایش کارایی 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) به صورت 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 کارایی نیتروژن، درصد بازیافت کود نیتروژنی و عملکرد و اجزاء آن در کشت گندم، این پژوهش به مدت دو سال ۸۶-۱۳۸۴ در ایستگاه تحقیقاتی شاور استان خوزستان اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور افزایش کارایی و بازیافت کودهای نیتروژنی و در نتیجه افزایش عملکرد گندم (رقم چمران) در استان خوزستان، این پژوهش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار به مدت دو سال در ایستگاه تحقیقاتی شاور خوزستان به شرح زیر اجرا گردید. (T₁) تیمار شاهد (بدون مصرف کود نیتروژنی)، (T₂) مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (از منبع اوره) در هکتار عرف زارع (سه نوبت کوددهی ابتدای کاشت، ابتدای پنجه زنی و ابتدای گلدهی)، (T₃) ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (از منبع اوره) در هکتار در دو نوبت ابتدای پنجه زنی و ابتدای گلدهی (بدون پایه)، (T₄) ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در سه

(۲) نشان داده شده است. بر این اساس، عملکرد دانه، تعداد پنجه در واحد سطح و کارایی نیتروژن اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد و خصوصیات بیوماس، تعداد سنبله در واحد سطح و میزان نیتروژن دانه اختلاف بسیار معنی دار در سطح یک درصد را نشان دادند. سایر خصوصیات اختلاف معنی داری در بین تیمارهای مورد مطالعه را نشان ندادند.

Excel و MSTAT-C و با استفاده از آزمون 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

جدول ۱- برخی خصوصیات خاک

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

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

منابع تغییرات	درجه آزادی	بیوماس	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	کارایی نیتروژن	نیتروژن دانه
سال	۱	۳۵۲۹۴۷۰ ^{ns}	۳۲۸۴۴۴/۱ ^{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}
خطا	۱۶	۲۳۴۱۲۹۶۹/۹	۶۰۹۸۵۸۱/۴	۱۴۰/۸	۱۳/۶۸	۰/۳۲۸

ns، *، ** به ترتیب عدم وجود تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح پنج و یک %.

ادامه جدول ۲

منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص برداشت	تعداد پنجه 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}
خطا	۱۶	۵۲/۷	۱۲۲۲۶۰/۲	۸۸۶۹۱/۲

ns، *، ** به ترتیب عدم وجود تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح پنج و یک %.

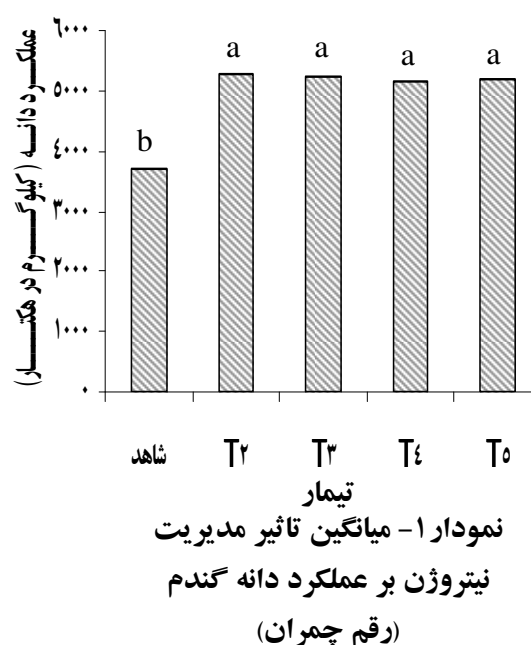
بر اساس نتایج نمودار (۱)، افزایش عملکرد دانه در تیمارهای (T_۲)، (T_۳)، (T_۴) و (T_۵) به میزان ۴۲/۴، ۴۱، ۳۹/۶ و ۳۹/۸ درصد افزایش یافت. بیشترین میزان افزایش در تیمارهای (T_۲) و (T_۳) مشاهده گردید. نتایج افزایش عملکرد دانه، نشان دهنده این مطلب است که در تیمار (T_۲) که در آن کود نیتروژنی به صورت پایه مصرف نشده است، نسبت به سایر تیمارهای مدیریتی کاربرد نیتروژن، تفاوت معنی داری (p<۰/۰۵) مشاهده نگردید.

بنابراین، می توان نتیجه گرفت که آن بخش از کود نیتروژنی که ابتدای کاشت به صورت پایه مصرف می شود سهم اندکی در عملکرد گیاه داشته و قسمت عمده آن به دلیل حلالیت کودها از دسترس گیاه خارج گردیده است.

استرونک^۱ (۱۷) در پژوهشی عنوان کرد کاهش راندمان کودهای نیتروژنی که در فصل پاییز همراه کاشت مصرف می شوند، به دلیل آب شویی و مناسب نبودن جذب نیتروژن برای گیاه است. ایشان کاربرد نیتروژن به صورت سرک بجای مصرف همراه با کاشت را توصیه نمود. کارا^۲ (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 یافته های لطف الهی و همکاران (۱۱)، خادمی (۸) و سورز و همکاران^۳ (۱۶) همخوانی دارد.

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

بر این اساس می توان گفت که چون در ابتدای کاشت، گیاه فاقد ریشه و سایر اندام های گیاهی است و از طرف دیگر آبیاری های سنگین در مراحل اولیه رشد صورت می گیرد، به نظر می رسد که بخش عمده ای از کود نیتروژنی مصرفی، آب شویی شده و از دسترس گیاه خارج می شود. همچنین، با مصرف به موقع کود از طریق تقسیط آن در زمان های مناسب با نیاز گیاه سبب می شود، گیاه به منبع کودی به راحتی دسترسی پیدا کند. با توجه به نتایج حاصل می توان گفت که مدیریت کاربرد منابع مختلف کودهای نیتروژنی بر خصوصیات زراعی و کارایی 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.

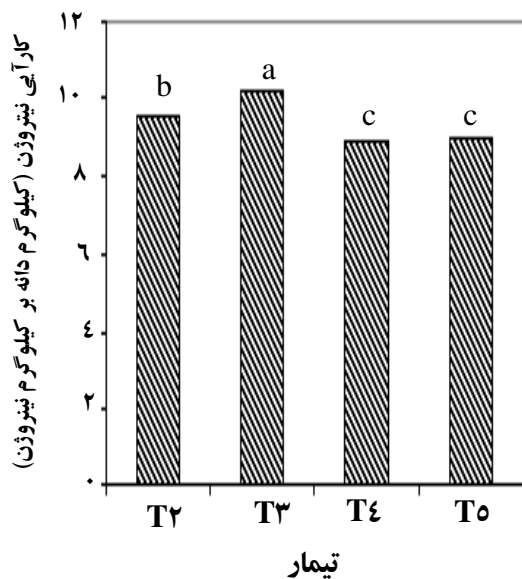


بر اساس نتایج نمودار (۱)، بالاترین عملکرد دانه به میزان ۵۲۹۱ کیلوگرم در هکتار از تیمار (T_۲) حاصل شد که اختلاف آماری معنی داری با تیمارهای (T_۳)، (T_۴) و (T_۵) نداشت (p<۰/۰۵).

1- Strong

2- Kara

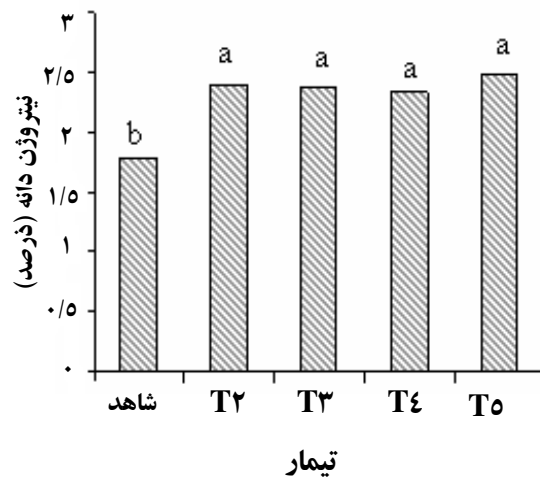
3- Sowers et al.



نمودار ۳- میانگین تاثیر مدیریت مصرف کود بر کارایی نیتروژن

بر اساس نتایج نمودار (۳) مدیریت مصرف منابع کود نیتروژنی بر میزان کارایی این عنصر در گندم تفاوت معنی‌داری ($p < 0.05$) را نشان داد. بر این اساس، بالاترین میزان کارایی نیتروژن در تیمار (T_۳) 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_۳) میزان کارایی 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 به صورت پایه در زمان کاشت گندم بوده، در صورتی که در تیمار (T_۳) مصرف پایه نیتروژن حذف گردیده است؛ اما در این شرایط با وجود حذف نیتروژن، پایه گیاه توانسته است با



نمودار ۲- 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_۵ بوده که تفاوت قابل ملاحظه‌ای با تیمارهای (T_۲)، (T_۳) و (T_۴) نشان نداد. مقدار نیتروژن دانه در تیمارهای (T_۲) و (T_۳) به میزان ۲/۳۷ و ۲/۴ 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 توجهی 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 به صورت پایه دریافت نموده‌اند در مقایسه با تیمار (T_۳) (حذف مصرف پایه کود) می‌باشد. این مطلب بیانگر تلفات کود نیتروژنی مصرفی به صورت پایه در ابتدای کشت گندم می‌باشد.

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

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 به ترتیب به میزان ۵۵۰ سنبله در واحد سطح و ۴۵ گرم در تیمار (T۴) و کمترین آن در تیمار شاهد به میزان ۳۱۰ سنبله در واحد سطح و ۴۱ گرم در تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۳).

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

در پژوهشی کارایی و درصد بازیافت نیتروژن در حد مطلوب برای غلات به ترتیب به میزان 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 پایین تر می‌باشند. علت این موضوع احتمالاً به دلیل نامناسب بودن کودهای نیتروژنی (کیفیت نامناسب کودهای نیتروژنی) و مدیریت کاربرد نیتروژن در کشت گندم است. به عبارت بهتر با وجود

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 معنی دار بین تیمارها می‌باشد (آزمون دانکن ۰.۵٪).

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 معنی دار بین تیمارها می‌باشد (آزمون دانکن ۰.۵٪).

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 بیشترین میزان فسفر و پتاسیم دانه در تیمار (T_7) به ترتیب به میزان 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) به دلیل وجود اثر رقت و کاهش نقش رقابتی نیتروژن با سایر عناصر نظیر آهن، از غلظت بیش‌تری برخوردار بود.

همچنین، تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر خصوصیت شاخص برداشت معنی‌دار نشد ($p < 0.05$). این موضوع احتمالاً به دلیل تأثیر یکسان کود نیتروژنی مصرف شده در روند رشد زایشی و رویشی گندم است. همچنین، بیش‌تر بودن میزان شاخص برداشت در تیمار شاهد به دلیل کمتر بودن رشد رویشی و تولید گاه کمتر نسبت به سایر تیمارها می‌باشد.

به منظور 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 (جدول ۴). نتایج نشان داد که مدیریت کاربرد منابع کودهای نیتروژنی، تأثیر بسیار

جدول ۴- 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	۰/۰۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۱۲ [*]
خطا	۸	۰/۰۰۰۱	۱۶/۵۱

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

ادامه جدول ۴

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 [*]
خطا	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 کارایی 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

کارایی کودهای نیتروژنی، از آبشویی این کودها و آلودگی منابع آب‌های زیرزمینی جلوگیری کرد. همچنین، به نظر 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.، لطف‌اللهی، م. و سعادت‌ن، ن. ۱۳۸۲. بررسی کارایی کودهای نیتروژنه محلول با کندرها و گوگرد بر عملکرد برنج. سمینار ملی تولید و مصرف گوگرد. مشهد، ص ۲۸۵.
۲. علی‌احیایی، 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 سیاست‌گذاری توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی. 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. 4th International 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 by 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 split 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.