نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۰، شماره ۳ ، پاییز ۱۳۹۱، ص. ۵۴۵-۵۳۲

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 10, No. 3, Fall 2012, p. 532-545

تأثیر روش‌های کاربرد کود نیتروژن بر صفات مورفولوژیک و تولید گندم زمستانه در شرایط دیم استان لرستان

سید کریم موسوی [۱*]- محمد فیضیان [۲]- عبدالرضا احمدی [۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۴/۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۵/۲۲

چکیده

آزمایش ارزیابی تأثیر روش‌های کاربرد کود نیتروژن بر صفات مورفولوژیک و تولید گندم در شرایط دیم به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار طی سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در شهرستان خرم‌آباد اجرا شد. کود پایه نیتروژن در سه سطح (بدون کود پایه، کاربرد نواری و پخش سراسری) کرت اصلی و کود سرک در شش سطح (۱- تیمار رایج پخش سطحی یک مرحله‌ای در زمان پنجه‌زنی ۲- پخش سطحی دو مرحله‌ای در مجموع به میزان دوسوم تیمار رایج در زمان پنجه‌زنی و قبل از ظهور سنبله ۳- محلول‌پاشی دو مرحله‌ای همراه علف‌کش‌ها در مرحله پنجه‌زنی و قبل از ظهور سنبله ۴- محلول‌پاشی دو مرحله‌ای در زمان پنجه‌زنی و قبل از ظهور سنبله ۵- پخش سطحی در مرحله پنجه‌زنی به میزان دوسوم تیمار رایج به همراه محلول‌پاشی پیش از ظهور سنبله و ۶- محلول‌پاشی سه‌مرحله‌ای در زمان‌های پنجه‌زنی، قبل از ظهور سنبله و شیری بودن دانه) کرت فرعی آزمایش را تشکیل دادند. یک‌سوم مقدار کود نیتروژن توصیه شده بر اساس آزمون خاک، به کود پایه اختصاص داده شد. مقدار مصرف کود نیتروژن در روش کاربرد نواری کود پایه دوسوم مقدار کود مصرفی در روش پخش سراسری بود. وزن خشک برگ گندم در واحد سطح برای تیمارهای کاربرد نواری و پخش سطحی کود پایه نیتروژن به طور متوسط ۱۸ درصد بیشتر از تیمار بدون کود پایه نیتروزن بود. تأثیر تیمار کود پایه نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گندم معنی‌دار نبود. درصد پروتئین دانه برای تیمارهای کاربرد نواری و پخش سراسری کود پایه نیتروژن حدود ۱۵ درصد بیشتر از تیمار فاقد کود پایه نیتروژن بود. وزن هزار دانه گندم برای تیمار بدون کود پایه نیتروژن برابر ۳۹/۲۳ گرم بود که به طور معنی‌داری بیشتر از وزن هزار دانه برای تیمارهای کاربرد نواری و پخش سراسری کود پایه نیتروژن بود. در مورد عدم تأثیرپذیری عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گندم از کود پایه نیتروژن به نظر می‌رسد این موضوع به وقوع بارش تگرگ شدید در اواخر اردیبهشت مربوط بود. داده‌های روند رشد، وزن برگ، زیست‌توده کل و کلروفیل برگ، همگی گویای تأثیر مثبت کود پایه نیتروژن بر شاخص‌های رشد گندم بود. تگرگ شدید در اواخر اردیبهشت سبب ورس شدید گندم شد. در مورد تیمارهایی که کود نیتروژن بیشتری دریافت کرده بودند، پدیده ورس بیشتر اتفاق افتاد. به نظر می‌رسد ورس مانع بهره‌گیری گندم از کود پایه نیتروژن شد.

واژه‌های کلیدی: گندم دیم، کود نیتروژن، کود پایه، کود سرک، محلول‌پاشی

مقدمه

گندم از نظر تولید و سطح زیر کشت مهم‌ترین محصول کشاورزی استان لرستان است. از ۸۴۸۶۷۰ هکتار اراضی کشاورزی استان حدود ۲۸۹۸۲۰ هکتار زیر کشت گندم است که از این سطح حدود ۷۱ درصد به کشت گندم دیم اختصاص دارد (۱). در استان لرستان به دلیل وجود شرایط اقلیمی و اراضی مستعد به ویژه دشت‌های وسیع و حاصلخیز و نیز وجود نزولات جوی نسبتاً مطلوب، دسترسی به عملکردهای بالا، دور از انتظار نیست. آنچه مسلم است افزایش تولید گندم نیازمند ارتقای سطح مدیریت زراعی و از جمله بهینه‌سازی مصرف کودهای شیمیایی است.

جای‌گذاری و زمان‌بندی مؤثر کودها می‌تواند سبب به حداکثررسانی عملکرد و کارایی مصرف عناصر غذایی و به تبع آن افزایش درآمد خالص تولیدکنندگان شود. قرار دادن کود در ناحیه‌ای که دارای بیشترین تراکم ریشه‌های مویین است یا در جایی که به سمت این ناحیه انتقال یابد برای بهینه‌سازی عملکرد گیاه زراعی

۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان
(*- نویسنده مسئول: Email: skmousavi@gmail.com)
۲ و ۳- استادیار، دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان

ضروری است. در شرایط نیمه‌خشک احتمال تأثیرگذاری روش جایگذاری کود نیتروژن بر عملکرد بیشتر است، زیرا در شرایط پایین بودن محتوای رطوبت خاک از تحرک عناصر کاسته می‌شود. نتایج پژوهشی در ایالت مونتانا (۱۴) حاکی از بیشتر بودن تقریباً ۶ درصدی عملکرد گندم در شرایط کاربرد نواری کود نیتروژن در مقایسه با پخش سراسری آن بود، البته این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود. در مطالعه دیگری در مونتانا معلوم شد عملکرد جو در شرایط کاربرد ۳۳/۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن همراه بذر در مقایسه با عملکرد سراسری آن حدود ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار بیشتر بود، البته این اختلاف نیز از نظر آماری معنی‌دار نبود (۱۳). در پژوهشی سه ساله گزارش شده کاربرد نواری کود نیترات‌آمونیوم در مقایسه با پخش سراسری به طور میانگین سبب افزایش ۱۴ درصد عملکرد گندم شد، البته چنین اختلاف عملکردی از نظر آماری معنی‌دار نبود (۱۸). تأثیر کاربرد نواری کود نیتروژن در شرایط پایین بودن سطح نیتروژن خاک (کم‌تر از ۵۶ کیلوگرم در هکتار)، خشک بودن سطح خاک و تداوم آن بیشتر نمایان می‌شود (۱۵). پژوهشی در مونتانا برای گندم دوروم دیم نشان داد کاربرد ۲۲/۴ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به صورت کود سرک در مرحله طویل شدن ساقه در مقایسه با کاربرد همین مقدار نیتروژن پیش از کاشت سبب افزایش عملکرد به میزان ۸۷/۴ کیلوگرم در هکتار و افزایش پروتئین دانه به مقدار ۰/۲ درصد شد، البته چنین اختلاف‌هایی از نظر آماری معنی‌دار نبود (۸). کاربرد کود نیتروژن در اواخر فصل پس از گل‌دهی معمولاً سبب افزایش پروتئین دانه می‌شود، البته زمانی که در مراحل قبلی به اندازه کافی نیتروژن به کاربرد رفته باشد تأثیر آن کم‌تر خواهد بود. بهره‌گیری از روش‌های مناسب کاربرد کود نیتروژن و زمان‌بندی درست آن می‌تواند سبب افزایش کارایی مصرف نیتروژن و به حداکثررسانی درآمد اقتصادی کشاورزان و هم‌زمان با آن کاهش خسارت علف‌های‌هرز و امکان هدرروی عناصر از مزارع شود (۱۵)

در تحقیقات صورت گرفته به اهمیت مدیریت کاربرد کود نیتروژن به صورت پیش‌کاشت و طی فصل رشد برای بهینه‌سازی عملکرد و پروتئین دانه گندم اشاره شده است (۷). کاربرد نیتروژن در گندم دیم در زمان کاشت یا پیش از ظهور سنبله سبب افزایش عملکرد دانه می‌شود اما ممکن است تأثیر اندکی بر محتوای پروتئین دانه داشته باشد. کاربرد تقسیطی کود نیتروژن برای به حداکثررسانی بهره‌برداری گیاه‌زراعی از کود به کاربرد رفته در سراسر فصل رشد از اهمیت زیادی برخوردار است (۴ و ۱۶). کاربرد نیتروژن طی فصل رشد امکان کاربرد کود را متناسب با رشد گیاه‌زراعی فراهم می‌نماید و علاوه بر آن امکان هدرروی نیتروژن را از طریق آبشویی یا دی‌نیتریفیکاسیون طی فصل زمستان کاهش می‌دهد. فراهمی نیتروژن در اواخر فصل، زمانی که محتوای رطوبت خاک پایین و جذب ریشه‌ای کند است، به خصوص برای افزایش محتوای پروتئین دانه و عملکرد ضروری است (۹). افزایش پروتئین دانه از طریق مصرف مقادیر زیاد نیتروژن، به ویژه در شرایط خاک خشک، کارایی کمی دارد (با افزایش سطح نیتروژن کارایی مصرف آن پایین می‌آید) (۱۱). کاربرد نیتروژن طی فصل در مقایسه با کاربرد پیش‌کاشت آن در کشت گندم سبب افزایش کارایی مصرف نیتروژن می‌شود (۲۰). در شرایط عرضه منظم نیتروژن، معمولاً گندم ۶۵ تا ۸۰ درصد نیتروژن دانه را از بخش‌های رویشی و بقیه آن را از طریق جذب ریشه‌ای بعد از گل‌دهی به دست می‌آورد (۲۱). هر چند فراهمی نیتروژن و آب خاک ممکن است جذب بعد از گل‌دهی را محدود نماید، اما کاربرد نیتروژن نزدیک زمان گل‌دهی می‌تواند سبب افزایش جذب نیتروژن و محتوای پروتئین دانه شود (۶).

زمان و نحوه مصرف کودهای نیتروژنی از اهمیت زیادی برخوردار است (۲). آزمایش‌ها نشان می‌دهد که محلول‌پاشی کود اوره در زمان گل‌دهی یا بعد از آن باعث افزایش مقدار نیتروژن دانه می‌شود (۱۹). کیفیت دانه گندم زمستانه با محلول‌پاشی نیتروژن در مرحله سنبله‌دهی، گل‌دهی و اوایل مرحله خمیری شدن دانه بهبود می‌یابد (۱۷). بیشترین مقدار عملکرد دانه با مصرف نیتروژن در زمان کاشت به همراه محلول‌پاشی آن در مرحله پنجه‌زنی به دست آمد (۱۹).

در غلات تولید زیست‌توده به رابطه منبع ـ مقصد وابسته است. تغذیه متعادل مهترین رکن تنیظم بهینه رابطه منبع ـ مقصد به شمار می‌رود. فراهمی کافی نیتروژن برای گیاه زراعی در اوایل رشد برای آغازش برگ ها و پریموردیاهای گلچه‌ها بسیار مهم است (۲۲). پتانسیل عملکرد گندم عمدتاً تحت‌تأثیر فراهمی نیتروژن طی دوره رشد رویشی قرار می‌گیرد. افزایش فراهمی نیتروژن طی دوره رشد رویشی سبب افزایش عملکرد و پروتئین دانه می‌شود. نیاز نیتروژن برای دست‌یابی به سطح پروتئین قابل قبول بیشتر از سطح مورد نیاز برای به حداکثررسانی عملکرد است. کاربرد تمامی نیتروژن مورد نیاز برای به حداکثررسانی عملکرد و رساندن پروتئین به سطح قابل قبول طی دوره رشد رویشی می‌تواند سبب افزایش شدید رشد رویشی و کاهش عملکرد شود. کاربرد نیتروژن بعد از رشد رویشی بیشتر با هدف افزایش پروتئین صورت می‌گیرد (۵).

ارزیابی اثرات روش‌های کاربرد کود نیتروژن بر برخی صفات مورفولوژیک و عملکرد گندم زمستانه در شرایط دیم استان لرستان از اهداف این پژوهش است.

مواد و روش‌ها

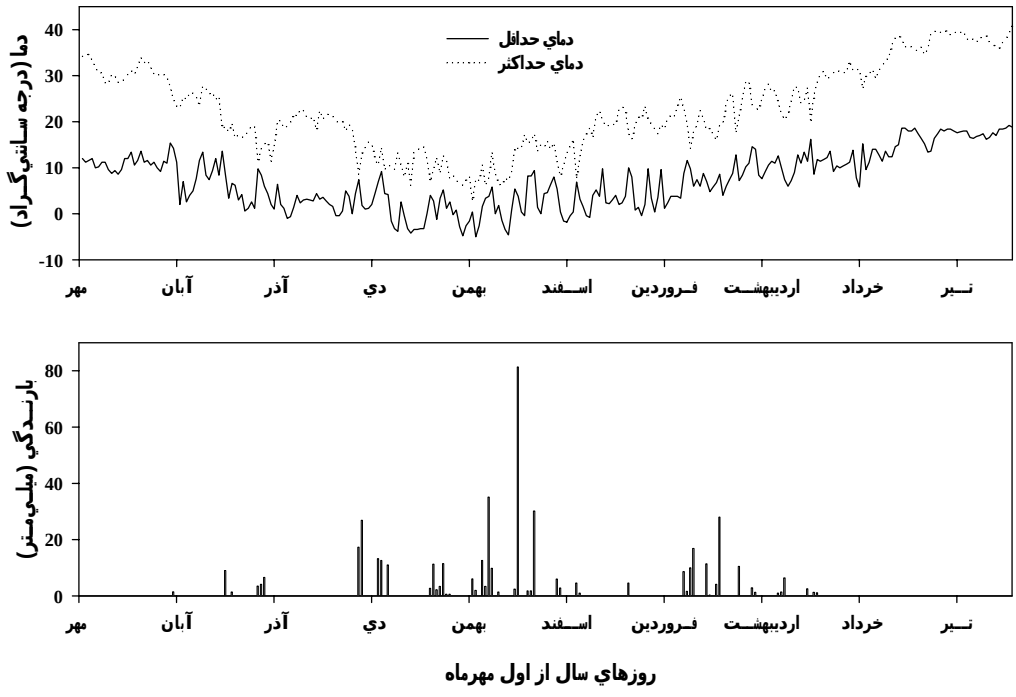
آزمایش ارزیابی تأثیر روش‌های کاربرد کود نیتروژن بر صفات مورفولوژیک و تولید گندم در شرایط دیم به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار طی سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه

لرستان با مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۸ دقیقه طول شرقی، ۳۲ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی با ارتفاع ۱۱۷۱ متر از سطح دریا اجراء شد. بافت خاک محل آزمایش سیلتی ـ کلی ـ لوم بود. شرایط آب و هوایی منطقه در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در شکل ۱ تشریح شده است. کود پایه نیتروژن در سه سطح (بدون کود پایه، کاربرد نواری و پخش سراسری) در کرت‌های اصلی و کود سرک در شش سطح (۱- تیمار رایج پخش سطحی یک‌مرحله‌ای در زمان پنجه‌زنی؛ ۲- پخش سطحی دو مرحله‌ای در مجموع به میزان دوسوم تیمار رایج در زمان پنجه‌زنی و قبل از ظهور سنبله؛ ۳- محلول‌پاشی دو مرحله‌ای همراه علف‌کش‌ها در مرحله پنجه‌زنی و قبل از ظهور سنبله؛ ۴- محلول‌پاشی دو مرحله‌ای در زمان پنجه‌زنی و قبل از ظهور سنبله؛ ۵- پخش سطحی در مرحله پنجه‌زنی به میزان دوسوم تیمار رایج به همراه محلول‌پاشی پیش از ظهور سنبله و ۶- محلول‌پاشی سه‌مرحله‌ای در زمان‌های پنجه‌زنی، قبل از ظهور سنبله و شیری بودن دانه) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. یک‌سوم مقدار کود نیتروژن توصیه شده بر اساس آزمون خاک به کود پایه اختصاص داده شد. مقدار مصرف کود در روش نواری دوسوم مقدار کود مصرفی در روش پخش سراسری بود. به عبارتی در کاربردهای تقسیطی یا تلفیقی پخش معمولی و محلول‌پاشی میزان کود سرک نیتروژن مصرفی دوسوم میزان کود در تیمار رایج پخش معمولی یک مرحله‌ای در نظر گرفته شد.

در تاریخ ۵ آذر ماه ۱۳۸۵ کاشت گندم دیم (رقم سرداری) با دست انجام شد. فواصل ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر و مقدار بذر بر اساس کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار تنظیم شد. عرض هر کرت ۲ متر و طول کرت ۸ متر در نظر گرفته شد. هر کرت شامل ۱۰ خط کاشت بود. در مورد کاربرد نواری کود پایه نیتروژن، بعد از ایجاد شیار با فوکا ابتدا کود در کف شیار ریخته شد و پس از اختلاط آن با خاک، کاشت بذر گندم صورت گرفت. در مورد کاربرد سراسری کود پایه نیتروژن پیش از ایجاد شیارها ابتدا کود در سطح کرت به طور یکنواخت پخش شد و سپس عملیات کاشت گندم صورت گرفت.

بر اساس آزمون خاک کل کود نیتروژن مورد نیاز ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار بود که نصف آن به کود پایه اختصاص داده شد. هم‌چنین بر اساس نتیجه آزمون خاک مقدار ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات‌تریپل پیش از کاشت به طور یکنواخت در سطح زمین پخش گردید.

در مرحله پنجه‌زنی گندم علف‌کش بروماید امآ به مقدار ۱/۵ لیتر در هکتار بسته به تیمار مورد نظر همراه محلول‌پاشی اوره یا مستقل از آن برای کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ در سطح واحدهای آزمایشی مورد استفاده قرار گرفت.



شکل ۱ - مقدار بارندگی و دمای حداقل و حداکثر مطلق روزانه طی سال‌زراعی ۸۵-۱۳۸۴

محلول‌پاشی با استفاده از سمپاش ماتابی پشتی مجهز به نازل شره‌ای و با فشار ۲ تا ۲/۵ بار انجام گرفت. سمپاش بر اساس پاشش ۳۰۰ لیتر آب در هکتار کالیبره شد. در تمامی تیمارهای محلول‌پاشی مقدار مصرف نیتروژن بر اساس ۳۰ کیلوگرم اوره در هکتار بود.

روند تغییرات وزن خشک گندم طی فصل با برداشت نمونه‌های ۰/۱ مترمربعی (۲۰×۵۰ سانتی‌متر) از هر کرت به فواصل دو هفته‌ای تا پایان فصل رشد اندازه‌گیری شد. میزان کلروفیل برگ گندم در چهار مرحله (۲۹ اسفند ۱۳۸۵، ۲۷ فروردین، ۱۱ و ۲۵ اردیبهشت ۱۳۸۶) با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر SPAD مدل Minolata 502 بر اساس میانگین ۲۰ برگ فوقانی در هر کرت اندازه‌گیری شد. ارزیابی تعداد پنجه گندم بر اساس پنج مرحله نمونه‌برداری طی فصل رشد صورت گرفت.

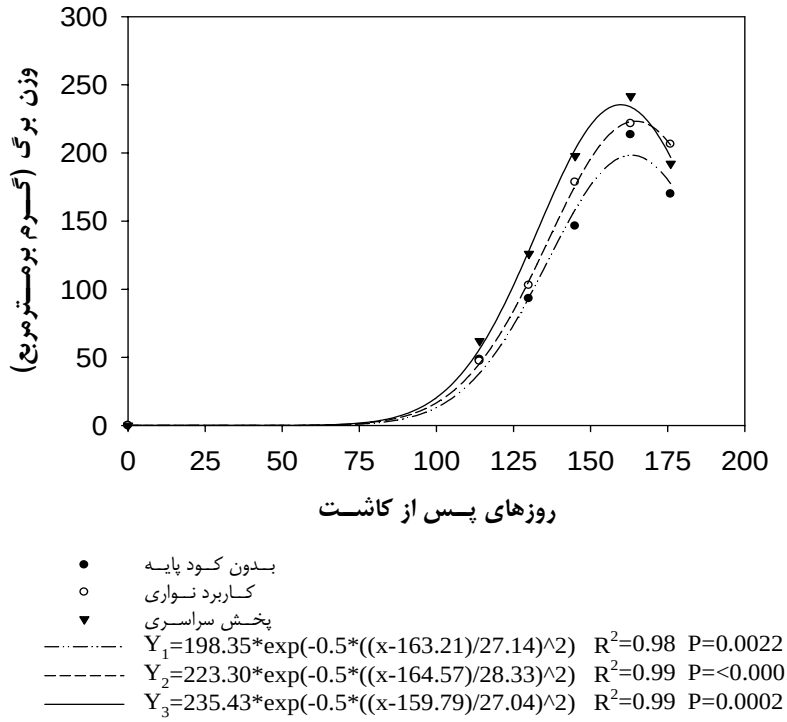
در زمان رسیدگی فیزیولوژیک گندم نیز با برداشت نمونه‌های یک مترمربعی از هر کرت تولید زیست‌توده و اجزای عملکرد شامل تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله، وزن تک سنبله و وزن هزار دانه شمارش و اندازه‌گیری شد. میزان نیتروژن دانه گندم (شاخصی از درصد پروتئین) با استفاده از دستگاه کجلدال اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری عملکرد دانه با برداشت کل کرت، بعد از حذف اثرات حاشیه‌ای، با استفاده از کمباین تحقیقاتی صورت گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون LSD در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

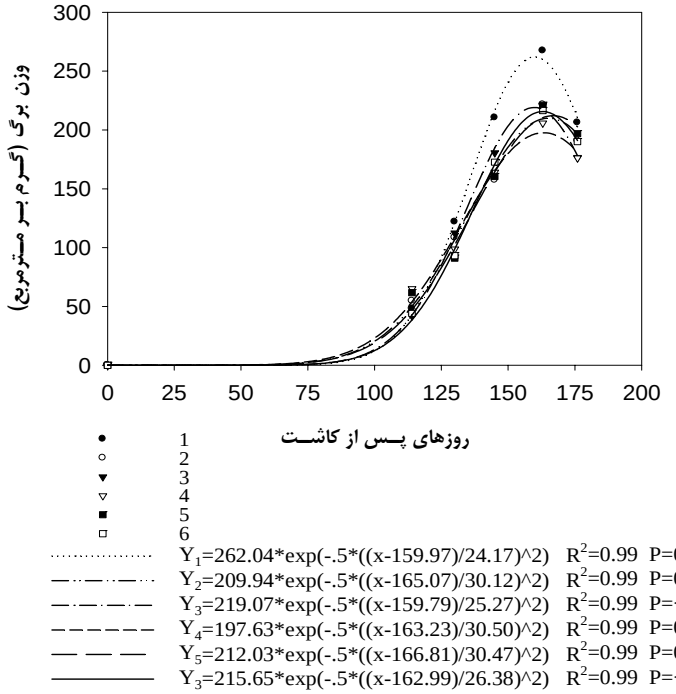
وزن خشک برگ در واحد سطح

بر مبنای معادلات پیک برازش داده شده حداکثر وزن برگ گندم برای تیمارهای کاربرد نواری و پخش سراسری کود پایه نیتروژن به ترتیب برابر۲۲۳/۳ و ۲۳۵/۴ گرم در مترمربع برآورد شد که ۱۷/۶ و ۱۸/۷ درصد بیشتر از حداکثر وزن برگ برآوردی برای تیمار شاهد بدون کاربرد کود پایه نیتروژن بود. زمان رسیدن به اوج وزن برگ در تیمار پخش سراسری کود پایه نیتروژن در مقایسه با شاهد بدون کود قدری زودتر اتفاق افتاد (شکل ۲).

در بین تیمارهای کود سرک، حداکثر وزن برگ برآوردی به تیمار رایج پخش سطحی یک مرحله ای کود سرک نیتروژن مربوط بود. روند تغییرات وزن برگ تیمار پخش سطحی یک مرحله ای کود سرک نیتروژن به طور مشخصی متمایز از سایر تیمارهای کود سرک بود (شکل ۳). حداکثر وزن خشک برگ برای تیمار پخش سطحی یک مرحله‌ای برابر ۲۶۲ گرم در مترمربع برآورد شد؛ در حالی‌که حداکثروزن خشک برگ برآورد شده برای سایر تیمارهای کود سرک نیتروژن در دامنه ۱۹۷/۶ تا ۲۱۹/۱ گرم در مترمربع قرار داشت.



شکل ۲- وزن خشک برگ گندم در واحد سطح برای تیمارهای مختلف کود پایه نیتروژن



شکل ۳- وزن خشک برگ گندم در واحد سطح برای تیمارهای مختلف کود سرک نیتروژن

زیست‌توده در واحد سطح

بر اساس معادلات سیگموئید برازش داده شده حداکثر زیست‌توده گندم برای تیمارهای کاربرد نواری و پخش سراسری کود پایه نیتروژن به ترتیب برابر ۱۴۳۴/۵ و ۱۳۵۷/۴ گرم در مترمربع برآورد گردید. حداکثر زیست‌توده برآورد شده برای تیمارهای کاربرد نواری و پخش سراسری کود پایه نیتروژن به ترتیب ۱۲/۷ و ۶/۷ درصد بیشتر از حداکثر زیست‌توده برآوردی برای تیمار شاهد بدون کود پایه نیتروژن بود (شکل ۴).

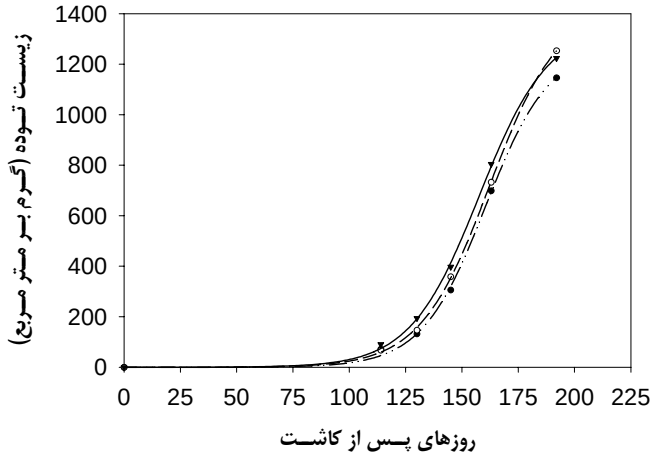
حداکثر زیست‌توده گندم به تیمارهای محلول‌پاشی دو مرحله‌ای زمان پنجه‌زنی و ظهور سنبله، پخش سطحی به میزان دو سوم تیمار رایج به‌علاوه محلول‌پاشی در مرحله ظهور سنبله و تیمار پخش سطحی دو مرحله‌ای زمان پنجه‌زنی و ظهور سنبله در مجموع به میزان دو سوم مقدار رایج اختصاص داشت. کم‌ترین زیست‌توده گندم نیز به تیمارمحلول‌پاشی دو مرحله‌ای زمان پنجه‌زنی همراه علف‌کش و هنگام ظهور سنبله مربوط بود (شکل ۵).

شاخص کلروفیل برگ

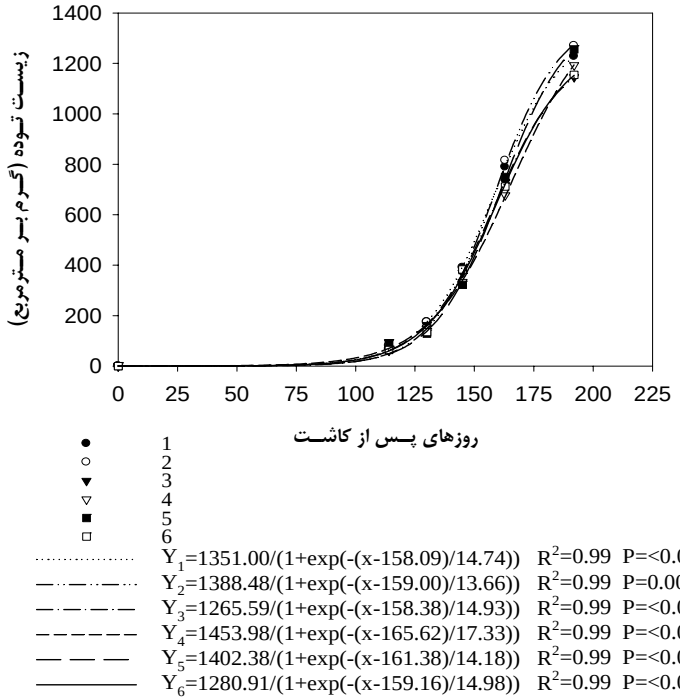
اندازه‌گیری شاخص کلروفیل برگ در تاریخ ۲۹ اسفند ۱۳۸۵، پیش از اعمال تیمارهای کود سرک نیتروژن، حاکی از معنی‌داری تأثیرکود پایه نیتروژن بر شاخص کلروفیل برگ گندم بود (جدول ۱). تیمار پخش سراسری کود پایه نیتروژن دارای بیشترین شاخص کلروفیل برگ (۴۲/۶۱) بود. بین تیمارهای پخش سراسری و کاربرد نواری از نظر شاخص کلروفیل برگ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. شاخص کلروفیل برگ برای تیمار پخش سراسری کود پایه نیتروژن به طورمعنی‌داری بیشتر از شاخص کلروفیل برگ تیمار شاهد بدون کاربرد کود پایه نیتروژن بود (جدول ۲).

تأثیر تیمارهای کود سرک نیتروژن و اثر متقابل کود پایه و کود سرک نیتروژن بر شاخص کلروفیل برگ گندم در این مرحله معنی‌دار نبود (جدول ۱)؛ که البته با توجه به این‌که اندازه‌گیری شاخص کلروفیل در این تاریخ پیش از اعمال تیمارهای کود سرک صورت گرفته بود این امر کاملاً بدیهی به نظر می‌رسد (جدول ۳).

آنالیز داده‌های شاخص کلروفیل برگ گندم در تاریخ ۲۷ فروردین، گویای عدم تأثیر معنی‌دار عامل‌های آزمایش و اثر متقابل آن‌ها بر شاخص کلروفیل برگ گندم بود (جدول ۱). شاخص کلروفیل برگ گندم برای تیمارهای پخش سراسری، کاربرد نواری و تیمار بدون کود پایه نیترژن به ترتیب برابر ۳۹/۰۸، ۳۹/۵۵ و ۳۸/۲۷ بود (جدول ۲). شاخص کلروفیل برگ گندم برای تیمار پخش سطحی یک مرحله‌ای به طور معنی‌داری بیشتر از شاخص کلروفیل برگ تیمار محلول‌پاشی در مراحل پنجه‌زنی و ظهور سنبله بود. لازم به ذکراست تا این تاریخ هنوز محلول‌پاشی در مرحله ظهور سنبله اعمال نشده بود (جدول ۳).



شکل ٤- زیست توده گندم در واحد سطح برای تیمارهای مختلف پایه نیتروژن



شکل ٥- زیست توده گندم در واحد سطح برای تیمارهای مختلف سرک نیتروژن

جدول ۱ – نتایج تجزیه واریانس شاخص کلروفیل برگ گندم در تاریخ‌های ۲۹ اسفند، ۲۷ فروردین، ۱۱ و ۲۵ اردیبهشت در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات شاخص کلروفیل برگ			
		۲۹ اسفند	۲۷ فروردین	۱۱ اردیبهشت	۲۵ اردیبهشت
تکرار	۳	۸/۳۵۶ ns	۱۸/۲۶۸ ns	۸/۲۴۲ ns	۴/۲۸۰ ns
کود پایه	۲	۲۳/۶۳۲*	۱۰/۱۰۴ ns	۱۳/۹۸۹ ns	۳۴/۲۸۹ ns
خطای کرت اصلی	۶	۳/۳۹۹	۱۱/۰۶۵	۶/۳۸۵	۱۱/۰۶۶
کود سرک	۵	۱/۶۰۹ ns	۴/۲۸۷ ns	۱۰/۰۶۷*	۱۳/۳۲۸*
اثر متقابل	۱۰	۳/۵۵۶ ns	۴/۰۳۰ ns	۵/۷۹۴ ns	۳/۱۸۲ ns
خطای کرت فرعی	۴۵	۲/۵۵۹	۳/۰۷۲	۳/۲۴۶	۴/۱۱۵
ضریب تغییرات		۳/۸۴	۴/۵۰	۴/۹۰	۵/۴۳

*– معنی‌داری در سطح احتمال ۵ ٪ و ns غیرمعنی‌دار

جدول ۲ - تأثیر تیمارهای کود پایه بر شاخص کلروفیل برگ گندم در تاریخ‌های ۲۹ اسفند، ۲۷ فروردین، ۱۱ و ۲۵ اردیبهشت در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵

تاریخ اندازه‌گیری	کود پایه		
	بدون کود	کاربرد نواری	پخش سراسری
۲۹ اسفند	۴۰/۶۴ B *	۴۱/۸۳ ab	۴۲/۶۱ a
۲۷ فروردین	۳۸/۲۷ a	۳۹/۵۵ a	۳۹/۰۸ a
۱۱ اردیبهشت	۳۵/۸۹ a	۳۷/۰۸ a	۳۷/۳۱ a
۲۵ اردیبهشت	۳۵/۹۷ a	۳۸/۱۰ a	۳۷/۹۶ a

*– میانگینهای دارای حروف مشابه در هر ردیف بر اساس آزمون LSDدر سطح احتمال ۵ ٪ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

جدول ۳ - تأثیر تیمارهای کود سرک نیتروژن بر شاخص کلروفیل برگ گندم در تاریخ‌های ۲۹ اسفند، ۲۷ فروردین، ۱۱ و ۲۵ اردیبهشت در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵

تیمار کود سرک	۲۹ اسفند	۲۷ فروردین	۱۱ اردیبهشت	۲۵ اردیبهشت
۱	۴۲/۰۲ a	۳۹/۸۹ a	۳۷/۷۸ a	۳۸/۳۹ a
۲	۴۲/۱۷ a	۳۹/۰۳ ab	۳۵/۲۳ c	۳۵/۶۷ b
۳	۴۱/۸۳ a	۳۸/۶۳ ab	۳۶/۸۴ ab	۳۶/۹۰ ab
۴	۴۱/۳۲ a	۳۸/۰۸ b	۳۷/۳۱ ab	۳۷/۳۳ ab
۵	۴۱/۳۰ a	۳۹/۰۸ ab	۳۷/۱۹ ab	۳۸/۵۴ a
۶	۴۱/۳۵ a	۳۹/۰۹ ab	۳۶/۱۹ bc	۳۷/۲۴ ab

[۱] تیمارهای کود سرک: ۱- تیمار رایج پخش سطحی یک‌مرحله‌ای؛ ۲- پخش سطحی دو مرحله‌ای در مجموع به میزان دوسوم تیمار رایج؛ ۳- محلول‌پاشی دو مرحله‌ای همراه علف‌کش؛ ۴- محلول‌پاشی دو مرحله‌ای؛ ۵- پخش سطحی به میزان دوسوم تیمار رایج به همراه محلول‌پاشی و ۶- محلول‌پاشی سه‌مرحله‌ای. میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

تجزیه داده‌های اندازه‌گیری شاخص کلروفیل برگ گندم در تاریخ ۱۱ اردیبهشت حاکی از عدم تأثیر معنی‌دار کود پایه نیتروژن بر شاخص کلروفیل برگ گندم بود. این در حالی بود که تأثیر کود سرک نیتروژن بر شاخص کلروفیل برگ گندم در این تاریخ معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین شاخص کلروفیل برگ گندم (۳۷/۷۸) به تیمار رایج پخش سطحی یک مرحله‌ای کود سرک نیتروژن مربوط بود که به طور معنی‌داری بیشتر از شاخص کلروفیل برگ برای تیمارهای پخش سطحی دو مرحله‌ای در مجموع به میزان دوسوم تیمار رایج و محلول‌پاشی سه مرحله‌ای بود. البته تا این زمان هنوز مرحله سوم محلول‌پاشی صورت نگرفته بود. تیمارهای محلول‌پاشی دو مرحله‌ای هنگام پنجه‌زنی و ظهور سنبله گندم، پخش سطحی به میزان دوسوم مقدار تیمار رایج به‌علاوه محلول‌پاشی در مرحله ظهور سنبله و محلول‌پاشی دو مرحله‌ای هنگام پنجه‌زنی همراه علف‌کش و در زمان ظهور سنبله گندم از نظر شاخص کلروفیل برگ تفاوت معنی‌داری با

تیمار رایج پخش سطحی یک مرحله‌ای کود سرک نیتروژن نداشتند (جدول ۳).

اثر متقابل عامل‌های کود پایه و سرک نیتروژن بر شاخص کلروفیل برگ گندم در تاریخ ۱۱ اردیبهشت غیرمعنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین شاخص کلروفیل برگ گندم به تیمار کاربرد نواری کود پایه نیتروژن و پخش سطحی کود سرک به میزان دوسوم تیمار رایج به‌علاوه محلول‌پاشی در مرحله ظهور سنبله گندم مربوط بود. کم‌ترین شاخص کلروفیل برگ گندم نیز به تیمار فاقد کود پایه نیتروژن و پخش سطحی دو مرحله‌ای کود سرک نیتروژن در مجموع به میزان دوسوم تیمار رایج اختصاص داشت (داده‌ها نشان داده نشده است).

تجزیه داده‌های اندازه‌گیری شاخص کلروفیل برگ گندم در تاریخ ۲۵ اردیبهشت حاکی از عدم تأثیرگذاری معنی‌دار کود پایه نیتروژن بر شاخص کلروفیل برگ گندم بود. اما تأثیرکود سرک نیتروژن بر شاخص کلروفیل برگ گندم معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین شاخص کلروفیل برگ به تیمارهای پخش سطحی به میزان دوسوم تیمار رایج به‌علاوه محلول‌پاشی در مرحله ظهور سنبله گندم و تیمار رایج پخش سطحی یک مرحله‌ای مربوط بود. البته به استثنای تیمار پخش سطحی دو مرحله‌ای در مجموع به مقدار دوسوم تیمار رایج سایر تیمارهای مدیریت کود سرک نیتروژن تفاوت معنی‌داری با تیمارهای برتر نداشتند (جدول ۳).

اثر متقابل عامل‌های کود پایه و کود سرک نیتروژن بر شاخص کلروفیل برگ گندم در تاریخ ۲۵ اردیبهشت غیرمعنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین شاخص کلروفیل برگ (۴۰/۲) به تیمارکاربرد نواری کود پایه نیتروژن با پخش سطحی کود سرک نیتروژن به میزان دوسوم تیمار رایج به‌علاوه محلول‌پاشی در مرحله ظهور سنبله گندم اختصاص داشت. کم‌ترین شاخص کلروفیل برگ (۳۴/۱۳) نیز به تیمار فاقد کود پایه نیتروژن با محلول‌پاشی دو مرحله‌ای همراه علف‌کش در مرحله پنجه‌زنی و در مرحله ظهور سنبله گندم، مربوط بود (داده‌ها نشان داده نشده است).

جدول ٤ - نتایج تجزیه واریانس تعداد پنجه و تعداد سنبله در واحد سطح، وزن تک سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه گندم در سال زراعی ٨٦-١٣٨٥

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		تعداد پنجه در واحد سطح	تعداد سنبله در واحد سطح[1]	وزن تک سنبله	تعداد دانه در سنبله[1]	وزن هزار دانه[1]
تکرار	۳	۱۱۹۰۰۶ ns	۰/۲۳۵ ns	۰/۰۰۵ ns	۰/۰۰۸ ns	۰/۰۰۸ ns
کود پایه	۲	۱۳۱۸۱۸ *	۰/۰۲۵ ns	۰/۰۱۸ ns	۰/۰۲۸ ns	۰/۱۰۲*
خطای کرت	۶	۲۸۶۲۸ ns	۰/۰۶۶ ns	۰/۰۳۴ ns	۰/۰۳۸ ns	۰/۰۱۷ ns
کود سرک	۵	۳۱۰۸۷ ns	۰/۰۶۷ ns	۰/۰۶۷**	۰/۰۰۷ ns	/۰۶۵*
اثرمتقابل	۱۰	۲۶۳۹۴ ns	۰/۰۲۷ ns	۰/۰۲۶ *	۰/۰۲۶ ns	۰/۰۱۸ ns
خطای کرت فرعی	۴۵	۱۲۷۸۹	۰/۰۴۶	۰/۰۱۳	۰/۰۱۸	۰/۰۱۳
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۲۸	۳/۵۰	۱۲/۲۱	۴/۶۳	۳/۱۷

*- معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ ** معنی‌داری در سطح احتمال ۱ ٪ و ns : غیرمعنی‌دار

۱- داده‌ها تبدیل جذری شدند.

تعداد پنجه در واحد سطح

تأثیر کود پایه نیتروژن بر میانگین تعداد پنجه گندم طی فصل رشد از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۴). میانگین تعداد پنجه برای تیمار پخش سراسری کود پایه نیتروژن به طور معنی‌داری بیشتر از تعداد پنجه تیمار فاقد کود پایه نیتروژن بود. میانگین تعداد پنجه گندم برای تیمارهای پخش سراسری، کاربرد نواری و تیمار فاقد کود پایه نیتروژن به ترتیب برابر ۹۹۱/۵، ۹۲۷/۲و ۸۴۳/۷ پنجه در مترمربع بود. تیمار کاربرد نواری کود پایه نیتروژن از نظر تعداد پنجه در واحد سطح تفاوت معنی‌داری با دو تیمار دیگر نداشت (جدول ۵).

تأثیر کود سرک نیتروژن بر تعداد پنجه گندم در واحد سطح معنی‌دار نبود (جدول ۴). با این حال، بیشترین تعداد پنجه در واحد سطح به تیمارهای پخش سطحی به میزان دوسوم تیمار رایج در مرحله پنجه‌زنی به‌علاوه محلول‌پاشی در مرحله ظهور سنبله و تیمار رایج پخش یک مرحله‌ای کود سرک نیتروژن اختصاص داشت. کم‌ترین تعداد پنجه در واحد سطح نیز به تیمار محلول‌پاشی سه مرحله‌ای مربوط بود (جدول ۶).

اثر متقابل کود پایه و کود سرک نیتروژن بر تعداد پنجه گندم در واحد سطح از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۴). بیشترین تعداد پنجه در واحد سطح (۱۰۶۱ پنجه در مترمربع) به تیمار پخش سراسری کود پایه نیتروژن با محلول‌پاشی دو مرحله‌ای کود سرک نیتروژن مربوط بود. کم‌ترین تعداد پنجه در واحد سطح (۷۵۸/۵ پنجه در مترمربع) به تیمار فاقد کود پایه نیتروژن با پخش سطحی دو مرحله‌ای کود سرک نیتروژن تعلق داشت (جدول ۷).

تعداد سنبله در واحد سطح

تأثیر عوامل آزمایش و اثر متقابل آن‌ها بر تعداد سنبله گندم در واحد سطح از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۴). با این حال تعداد سنبله در مترمربع برای تیمار پخش سراسری کود پایه نیتروژن مقداری بیشتر از تیمار فاقد کود پایه نیتروژن بود (جدول ۵). بین تیمارهای کود سرک تفاوت معنی‌داری وجود داشت. تعداد سنبله گندم در واحد سطح برای تیمار پخش سطحی دو مرحله‌ای در مجموع به مقدار دوسوم تیمار رایج به طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای محلول‌پاشی دو مرحله‌ای همراه علف‌کش و محلول‌پاشی سه مرحله‌ای بود. تعداد سنبله گندم برای تیمار پخش سطحی دو مرحله‌ای در مجموع به مقدار دوسوم تیمار رایج به ترتیب ۱۹ و ۱۸ درصد بیشتر از تیمارهای محلول‌پاشی سه مرحله‌ای و محلول‌پاشی دو مرحله‌ای همراه علف‌کش بود (جدول ۶).

وزن تک سنبله

تأثیر کود پایه نیتروژن بر وزن تک سنبله گندم از نظرآماری معنی‌دار نبود (جدول ۴). میانگین وزن تک سنبله گندم برای تیمارهای فاقد کود پایه نیتروژن، کاربرد نواری و پخش سراسری آن به ترتیب برابر۰/۹۷، ۰/۹۳ و ۰/۹۱ گرم بود (جدول ۵). به عبارتی کاربرد کود نیتروژن نه تنها سبب افزایش وزن سنبله گندم نشد بلکه تا حدودی موجب کاهش وزن سنبله گندم شد.

تأثیر کود سرک نیتروژن بر وزن تک سنبله گندم کاملاً معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین وزن تک‌سنبله گندم (۱/۰۳ گرم) به تیمار محلول‌پاشی سه مرحله‌ای و کم‌ترین آن به تیمار پخش سطحی یک مرحله‌ای و تیمار پخش سطحی به میزان دوسوم تیمار رایج به‌علاوه محلول‌پاشی در مرحله ظهور سنبله گندم اختصاص داشت (جدول ۶).

اثر متقابل عامل‌های آزمایش بر وزن تک سنبله گندم از نظرآماری معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین وزن تک سنبله به تیمار فاقد کود پایه نیتروژن با محلول‌پاشی دو مرحله‌ای همراه علف‌کش و کم‌ترین آن به تیمار پخش سراسری کود پایه نیتروژن با پخش سطحی کود سرک نیتروژن به میزان دوسوم تیمار رایج به‌علاوه محلول‌پاشی در مرحله ظهور سنبله گندم مربوط بود (جدول ۷).

تعداد دانه در سنبله

تعداد دانه در سنبله گندم تحت تأثیر هیچ یک از عامل‌های آزمایش و اثر متقابل آن‌ها قرار نگرفت (جدول ۴). میانگین تعداد دانه در سنبله برای تیمارهای بدون کود پایه، کاربرد نواری و پخش سراسری کود پایه نیتروژن به ترتیب برابر۱۸/۰، ۱۹/۱ و۰/ ۱۹ دانه در سنبله بود (جدول ۵).

جدول ۵ - تأثیر کود پایه نیتروژن بر تعداد پنجه و تعداد سنبله در واحد سطح، وزن تک سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه گندم

صفت مورد اندازه‌گیری	کود پایه		
	بدون کود	کاربرد نواری	پخش سراسری
تعداد پنجه در مترمربع	۸۴۳/۷ b*	۹۲۷/۲ ab	۹۹۱/۵ a
تعداد سنبله در مترمربع	۴۶۱/۹ a	۴۶۵/۵ a	۴۹۶/۶ a
وزن تک سنبله (گرم)	۰/۹۷ a	۰/۹۳ a	۰/۹۱ a
تعداد دانه در سنبله	۱۸/۰۴ a	۱۹/۰۵ a	۱۸/۹۸ a
وزن هزار دانه (گرم)	۳۹/۲۳ a	۳۴/۹۲ b	۳۴/۷۸ b

*- میانگین های دارای حروف مشابه در هر ردیف بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

جدول ٦ - تأثیر تیمارهای کود سرک نیتروژن بر تعداد پنجه و تعداد سنبله در واحد سطح، وزن تک سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه گندم در سال زراعی ٨٦-١٣٨٥

تیمار کود سرک	تعداد پنجه در مترمربع	تعداد سنبله در مترمربع	وزن تک سنبله (گرم)	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)
۱	۹۷۶/۰ a*	۵۱۳/۱ ab	۰/۸۴ c	۱۶/۶۸ a	۳۲/۴۲ d
۲	۹۲۵/۵ ab	۵۲۷/۰ a	۰/۹۱ bc	۱۸/۳۲ a	۳۶/۲۰ bcd
۳	۸۷۵/۸ b	۴۴۷/۶ b	۱/۰۰ ab	۱۸/۸۹ a	۳۸/۷۲ ab
۴	۹۶۹/۳ a	۴۶۰/۸ ab	۰/۹۸ ab	۱۸/۷۷ a	۳۶/۸۰ abc
۵	۹۳۰/۷ ab	۴۵۶/۹ ab	۰/۸۷ c	۱۸/۵۷ a	۳۴/۵۴ cd
۶	۸۴۷/۳ ab	۴۴۲/۷ b	۱/۰۳ a	۱۸/۸۹ a	۳۹/۱۹ a

*- میانگینهای کود سرک طبق زیرنویس جدول ۳؛ تیمارهای دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

وزن ۱۰۰۰ دانه

وزن هزار دانه گندم به طور معنی‌داری تحت تأثیر کود پایه نیتروژن قرارگرفت (جدول ۴). وزن هزار دانه گندم برای تیمار بدون کود پایه نیتروژن برابر ۳۹/۲۳ گرم بود که به طور معنی‌داری بیشتر از وزن هزار دانه برای تیمارهای کاربرد نواری و پخش سراسری کود پایه نیتروژن بود. بین تیمارهای کاربرد نواری و پخش سراسری کود پایه نیتروژن تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. وزن هزار دانه گندم در تیمار فاقد کود پایه نیتروژن ۱۲/۶ درصد بیشتر از میانگین وزن هزار دانه گندم برای تیمارهای مشتمل بر کاربرد کود پایه نیتروژن بود (جدول ۵). کاهش وزن دانه گندم بر اثر تیمار کوددهی به دلیل افزایش سایر اجزای عملکرد منطقی است (۱۲).

کود سرک نیتروژن نیز به طورکاملاً معنی‌داری وزن هزار دانه گندم را تحت تأثیر قرارداد (جدول ۴). در بین تیمارهای کود سرک بیشترین وزن هزار دانه به تیمار محلول‌پاشی سه مرحله‌ای هنگام پنجه‌زنی، ظهور سنبله و مرحله شیری – خمیری دانه و تیمار محلول‌پاشی دو مرحله‌ای همراه علف‌کش اختصاص داشت. کم‌ترین وزن هزار دانه نیز به تیمار رایج پخش سطحی یک مرحله‌ای و تیمار پخش سطحی به میزان دوسوم تیمار رایج و محلول‌پاشی در مرحله ظهور سنبله مربوط بود. وزن هزار دانه برای تیمار محلول‌پاشی سه مرحله‌ای ۲۰/۹ درصد بیشتر از وزن هزار دانه تیمار رایج پخش سطحی یک مرحله‌ای کود سرک نیتروژن بود (جدول ۶).

اثر متقابل عامل‌های آزمایش بر وزن هزار دانه گندم معنی‌دار نبود (جدول ۴). البته بر اساس آزمون مقایسه میانگین LSD بین تیمارهای آزمایش تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. تیمارهای فاقد کود پایه نیتروژن با پخش سطحی دو مرحله‌ای کود سرک نیتروژن و محلول‌پاشی دو مرحله‌ای همراه علف‌کش به ترتیب با ۴۳/۱ و ۴۲/۴ گرم دارای بیشترین وزن هزار دانه و تیمار کاربرد نواری کود پایه نیتروژن با پخش سطحی یک مرحله‌ای کود سرک نیتروژن با ۲۹/۹ گرم کم‌ترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۷).

جدول ۷ - اثر متقابل کود پایه و کود سرک نیتروژن بر تعداد پنجه و تعداد سنبله در واحد سطح، وزن تک سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه گندم در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵

کود پایه	کود سرک	تعداد پنجه در مترمربع	تعداد سنبله در مترمربع	وزن تک سنبله (گرم)	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)
بدون کود پایه	۱	۹۲۴/۰ abcde	۵۰۲/۳ ab	۰/۸۷ cde	۱۸/۹۸ abc	۳۳/۶۳ defg
	۲	۷۵۸/۵ f	۵۳۶/۷ a	۰/۹۵ abcd	۱۷/۰۲ c	۴۳/۰۵ a
	۳	۷۶۸/۰ ef	۳۸۵/۳ b	۱/۰۷ a	۱۸/۰۸abc	۴۲/۴۰ a
	۴	۸۱۰/۰ ef	۴۲۴/۶ ab	۰/۹۵ abcd	۱۶/۶۰c	۳۸/۸۳ abcd
	۵	۸۹۰/۰ bcdef	۴۸۰/۰ ab	۰/۹۰ bcde	۱۷/۷۰ bc	۳۷/۹۵ abcdef
	۶	۹۱۱/۵ abcdef	۴۴۲/۳ ab	۱/۰۵ ab	۱۹/۸۸ ab	۳۹/۵۵ abc
کاربرد نواری	۱	۹۹۰/۵ abc	۵۰۹/۰ ab	۰/۷۷ ef	۱۸/۴۰ abc	۲۹/۸۵ g
	۲	۹۷۸/۰ abcd	۴۹۵/۶ ab	۰/۸۵ def	۱۸/۸۳ abc	۳۲/۶۵ efg
	۳	۸۴۳/۵ cdef	۴۸۷/۵ ab	۰/۹۵ abcd	۱۸/۲۵ abc	۳۸/۵۳ abcde
	۴	۱۰۳۸/۰ ab	۴۶۶/۳ ab	۰/۹۵ abcd	۱۹/۳۰ abc	۳۵/۴۰ bcdefg
	۵	۹۰۴/۰ abcdef	۴۲۳/۵ ab	۱/۰ abcd	۲۱/۱۷ a	۳۲/۵۸ fg
	۶	۸۰۹/۷ ef	۴۱۱/۲ ab	۱/۰۵ ab	۱۸/۳۳ abc	۴۰/۵۵ ab
پخش سراسری	۱	۱۰۱۴/۰ab	۵۲۸/۱ a	۰/۸۷ cde	۱۸/۶۷ abc	۳۳/۷۸ cdefg
	۲	۱۰۴۰/۰ ab	۵۴۸/۵ a	۰/۹۲ abcde	۱۹/۱۰ abc	۳۲/۹۰ efg
	۳	۱۰۱۶/۰ ab	۴۷۰/۰ ab	۰/۹۷ abcd	۲۰/۳۵ ab	۳۵/۲۵ bcefg
	۴	۱۰۶۱/۰ a	۴۹۱/۵ ab	۱/۰۲ abc	۲۰/۴۰ abc	۳۶/۱۷ bcdef
	۵	۹۹۸/۰ abc	۴۶۷/۱ ab	۰/۷۰ f	۱۶/۸۵ ab	۳۳/۱۰ defg
	۶	۸۲۰/۷ def	۴۷۴/۶ ab	۰/۹۷ abcd	۱۸/۴۸ abc	۳۷/۴۷ abcdef

تیمارهای کود سرک طبق زیرنویس جدول ۳؛ تیمارهای دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

عملکرد بیولوژیک

تأثیر هیچ یک از عامل‌های آزمایش و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد بیولوژیک گندم در واحد سطح از نظرآماری معنی‌دارنبود (جدول ۸). در بین تیمارهای کود سرک نیتروژن حداکثر مقدار عملکرد بیولوژیک گندم (۹۲۸۱ کیلوگرم در هکتار) به تیمار پخش سطحی دو مرحله‌ای کود نیتروژن در مرحله پنجه‌زنی و ظهور سنبله اختصاص داشت. عملکرد بیولوژیک گندم در تیمار فوق به طور معنی‌داری بیشتر از مقدار زیست‌توده تولیدی برای تیمار پخش سطحی به مقدار دو سوم تیمار رایج به‌علاوه محلول‌پاشی در مرحله ظهور سنبله گندم بود. سایر تیمارهای کود سرک نیتروژن تفاوت معنی‌داری با تیمارهای فوق نداشتند (جدول ۱۰).

عملکرد دانه:

عملکرد دانه گندم تحت تأثیر هیچ یک از عامل‌های آزمایش و اثر متقابل آن‌ها قرار نگرفت (جدول ۸). هر چند تأثیر کود پایه نیتروژن بر عملکرد دانه گندم معنی‌دار نبود، اما میانگین عملکرد دانه برای تیمار فاقد کود پایه نیتروژن قدری بیشتر از تیمارهای مشتمل بر کاربرد نواری و به خصوص پخش سراسری کود پایه نیتروژن بود. عملکرد دانه تیمارهای کاربرد نواری و پخش سراسری کود پایه نیتروژن به ترتیب ۱۵۷و ۳۲۹ کیلوگرم در هکتار کم‌تر از عملکرد تیمار فاقد کود پایه نیتروژن بود (جدول ۹). در مورد کود سرک نیتروژن هر چند بر اساس نتایج تجزیه واریانس تأثیرآن بر عملکرد گندم در واحد سطح معنی‌دار نبود (جدول ۸)، اما تیمار رایج پخش سطحی یک مرحله‌ای و تیمار پخش سطحی به میزان دوسوم تیمار رایج به‌علاوه محلول‌پاشی در مرحله ظهور سنبله گندم در مقایسه با سایر تیمارهای کود سرک نیتروژن عملکرد دانه پایین‌تری داشتند. در بین تیمارهای کود سرک بیشترین عملکرد دانه به تیمار پخش سطحی دو مرحله‌ای کود سرک نیتروژن در مجموع به میزان دوسوم تیمار رایج اختصاص داشت (جدول ۱۰).

اثر متقابل کود پایه وکود سرک نیتروژن نیز برای عملکرد دانه گندم معنی‌دار نبود (جدول ۸). با این حال بیشترین عملکرد دانه (۳۰۹۵ کیلوگرم در هکتار) به تیمار فاقد کود پایه نیتروژن با پخش سطحی دو مرحله‌ای کود سرک نیتروژن در مجموع به میزان دوسوم تیمار رایج اختصاص داشت. کم‌ترین عملکرد دانه (۱۸۸۴ کیلوگرم در هکتار) به تیمار پخش سراسری کود پایه نیتروژن با پخش سطحی کود سرک نیتروژن به میزان دوسوم تیمار رایج به‌علاوه محلول‌پاشی در مرحله ظهور سنبله گندم مربوط بود (جدول ۱۱).

جدول ۸ - نتایج تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در واحد سطح، شاخص برداشت و درصد پروتئین دانه گندم در سال زراعی ۱۳۸۵-۸۶

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		عملکرد بیولوژیک [۱]	عملکرد دانه[۱]	شاخص برداشت	پروتئین دانه
تکرار	۳	۰/۲۴۸ **	۰/۰۲۵ ns	۰/۰۰۹ ns	۱/۲۱۵ ns
کود پایه	۲	۰/۰۰۱ ns	۰/۱۱۴ ns	۰/۰۰۷ ns	۱۸/۳۴۱ *
خطای کرت اصلی	۶	۰/۰۱۲	۰/۱۴۴	۰/۰۰۷	۵/۳۳۷
کود سرک	۵	۰/۰۵۶ ns	۰/۰۷۳ ns	۰/۰۰۶ ns	۷/۱۳۵ **
اثر متقابل	۱۰	۰/۰۳۷ ns	۰/۰۶۶ ns	۰/۰۰۲ ns	۲/۲۹۳ ns
خطای کرت فرعی	۴۵	۰/۰۳۳	۰/۰۵۸	۰/۰۰۳	۱/۴۹۶
ضریب تغییرات (درصد)		۲/۰۱	۳/۰۹	۱۹/۴۹	۸/۹۰

*- معنی‌داری در سطح احتمال ۵ ٪، ** معنی‌داری در سطح احتمال ۱ ٪ و ns غیرمعنی‌دار

۱ - داده‌ها تبدیل لگاریتمی شدند.

جدول ۹ - تأثیر کود پایه نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و درصد پروتئین دانه گندم

صفت مورد اندازه‌گیری	کود پایه		
	بدون کود	کاربرد نواری	پخش سراسری
عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	۸۴۴۴ a	۸۴۳۷ a	۸۵۲۵ a
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	۲۵۹۸ a	۲۴۴۱ a	۲۲۶۹ a
شاخص برداشت (درصد)	۰/۳۰۹۲ a	۰/۲۹۳۷ a	۰/۲۷۴۲ a
درصد پروتئین دانه	۱۲/۵۲ b	۱۴/۵۷ a	۱۴/۱۵ a

میانگین های دارای حروف مشابه در هر ردیف بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

معمولاً گندم زمستانه تا زمان شروع ظهور سنبله ۹۰ درصد نیتروژن تجمعی خود را جذب می‌کند. بنابراین دست یابی به حداکثر عملکرد اقتصادی مستلزم کاربرد کودها در اوایل فصل رشد است. بهره‌برداری بهینه از نیتروژن و به حداقل‌رسانی تلفات آن نیازمند کاربرد سراسری آن بلافاصله بعد از رفع یخبندان زمستانه در اوایل فصل بهار است. در چنین شرایطی احتمال وقوع بارندگی برای رساندن کود نیتروژن به ناحیه ریشه گیاه و جذب آن پیش از هدرروی بالاست (۱۰).

شاخص برداشت

تأثیر عامل‌های آزمایش و اثر متقابل آن‌ها بر شاخص برداشت گندم از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۸). بالاترین سطح شاخص برداشت گندم به تیمار بدون کود پایه نیتروژن مربوط بود. میانگین شاخص برداشت گندم برای تیمارهای بدون کود پایه نیتروژن، کاربرد نواری و پخش سراسری کود پایه نیتروژن به ترتیب برابر ۳۰/۹، ۲۹/۴ و ۲۷/۴ درصد بود (جدول ۹).

در مورد تیمارهای کود سرک نیتروژن بیشترین شاخص برداشت به تیمارهای محلول‌پاشی اختصاص داشت. کم‌ترین شاخص برداشت نیز به تیمار رایج پخش سطحی یک مرحله‌ای کود سرک نیتروژن مربوط بود. شاخص برداشت تیمار کود سرک رایج به طورمعنی‌داری کم‌تر از تیمارهای محلول‌پاشی صرف و پخش سطحی دو مرحله‌ای بود (جدول ۱۰). بر اساس داده‌های اثر متقابل کود پایه و کود سرک نیتروژن، حداکثر شاخص برداشت (۳۴/۳ درصد) به تیمار بدون کود پایه نیتروژن با محلول‌پاشی دو مرحله‌ای به هنگام پنجه‌زنی و ظهور سنبله گندم اختصاص داشت. کم‌ترین شاخص برداشت نیز برای تیمار کاربرد نواری کود پایه نیتروژن با پخش سطحی یک مرحله‌ای کود سرک نیتروژن محقق شد (جدول ۱۱).

درصد پروتئین دانه

درصد پروتئین دانه گندم به طور معنی‌داری تحت تأثیر کود پایه نیتروژن قرار گرفت (جدول ۸). درصد پروتئین دانه گندم در تیمارهای کاربرد نواری و پخش سراسری کود پایه نیتروژن به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد بدون کود پایه نیتروژن بود. درصد پروتئین دانه برای تیمارهای کاربرد نواری و پخش سراسری کود پایه نیتروژن به ترتیب ۱۶/۴ و ۱۳/۰ درصد بیشتر از شاهد بدون کود پایه نیتروژن بود. در مورد مقدار پروتئین دانه گندم بین تیمارهای کاربرد نواری و پخش سراسری کود پایه نیتروژن تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۹). تأثیر کود سرک نیتروژن بر مقدارپروتئین دانه گندم کاملاً معنی‌دار بود (جدول ۸). در بین تیمارهای کود سرک نیتروژن حداکثر مقدار پروتئین دانه (۱۴/۹۱ درصد) به تیمار رایج پخش سطحی یک مرحله‌ای کود سرک نیتروژن اختصاص داشت. تیمار پخش سطحی کود سرک نیتروژن به میزان دوسوم تیمار رایج به‌علاوه محلول‌پاشی در مرحله ظهور سنبله گندم نیز با درصد پروتئین معادل ۱۴/۲۹ درصد تفاوت معنی‌داری با تیمار رایج نداشت. کم‌ترین درصد پروتئین دانه به تیمارهای محلول‌پاشی سه و دو مرحله‌ای مربوط بود. بین تیمارهای محلول‌پاشی دو مرحله‌ای با یا بدون علف‌کش، پخش سطحی دو مرحله‌ای و محلول‌پاشی سه مرحله‌ای از نظر درصد پروتئین دانه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۱۰).

اثر متقابل عامل‌های کود پایه و کود سرک نیتروژن بر درصد پروتئین دانه گندم از نظرآماری معنی‌دار نبود (جدول ۸). بیشترین درصد پروتئین دانه (۱۶/۲۵ درصد) به تیمارکاربرد نواری کود پایه نیتروژن با پخش سطحی یک مرحله‌ای کود سرک نیتروژن اختصاص داشت. کم‌ترین درصد پروتئین دانه گندم (۱۱ درصد) نیز به تیمار بدون کود پایه نیتروژن با محلول‌پاشی دو مرحله‌ای همراه علف‌کش مربوط بود (جدول ۱۱).

نیتروژن عنصر اصلی است که محتوای پروتئین دانه گندم را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. در صورتی که مقدار کود نیتروژن برای نیل به عملکرد پتانسیل کافی نباشد، محتوای پروتئین دانه کاهش خواهد یافت. در دیگر تحقیقات نیز عنوان گردیده محلول‌پاشی اوره سبب افزایش معنی‌دار محتوای پروتئین دانه گندم شد (۳). جذب نیتروژن طی و پس از سنبله‌دهی کم‌تر به طور مؤثری سبب افزایش عملکرد می‌شود؛ زیرا تا آن زمان تعداد پنجه و تعداد دانه در سنبله معلوم گشته و پتانسیل عملکرد تا حدود زیادی تعیین شده است. فراهمی نیتروژن در اواخر فصل در برخی مواقع تحت شرایط محدودیت نیتروژن از طریق افزایش اندازه دانه سبب افزایش عملکرد می‌شود. البته افزایش وزن دانه چندان قادر به جبران کاهش تعداد پنجه یا تعداد دانه در سنبله نیست. فراهمی نیتروژن در اواخر فصل رشد محتوای نیتروژن دانه و پروتئین آن را بیشتر از عملکرد تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (۵).

در این پژوهش اندازه‌گیری کلروفیل برگ و روند رشد گندم طی فصل رشد گویای اهمیت کود پایه نیتروژن بود. در مورد عدم تأثیرپذیری عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گندم از کود پایه نیتروژن به نظر می‌رسد که این موضوع به وقوع بارش تگرگ شدید در اواخر اردیبهشت مربوط بود. داده‌های روند رشد، وزن برگ، زیست‌توده کل و شاخص کلروفیل برگ، همگی گویای تأثیر مثبت کود پایه نیتروژن بر شاخص‌های رشد گندم بود. تگرگ شدید در اواخر اردیبهشت سبب ورس شدید گندم شد، از این رو در تیمارهایی که کود نیتروژن بیشتری دریافت کرده بودند، پدیده ورس بیشتر اتفاق افتاد. به نظر می‌رسد ورس مانع بهره‌گیری گندم از کود پایه نیتروژن شد.

جدول ۱۰ - تأثیر تیمارهای کود سرک نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک و عملکرد در واحد سطح، شاخص برداشت و درصد پروتئین دانه گندم

کود سرک	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	درصد پروتئین دانه
۱	۹۰۸۱ ab	۲۲۳۳ a	۰/۲۴۹۲ b	۱۴/۹۱ a
۲	۹۲۸۱ a	۲۶۹۴ a	۰/۲۹۹۲ a	۱۳/۶۸ bc
۳	۸۰۵۴ ab	۲۴۸۷ a	۰/۳۱۲۵ a	۱۳/۲۷ c
۴	۸۵۴۲ ab	۲۵۶۹ a	۰/۳۰۲۵ a	۱۳/۶۳ bc
۵	۷۸۳۰ b	۲۱۸۹ a	۰/۲۸۵۸ ab	۱۴/۲۹ ab
۶	۸۰۳۲ ab	۲۴۵۲ a	۰/۳۰۵۰ a	۱۲/۷۱ c

تیمارهای کود سرک طبق زیرنویس جدول ۳؛ میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

جدول ۱۱ - اثر متقابل کود پایه و کود سرک نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک و عملکرد در واحد سطح، شاخص برداشت و درصد پروتئین دانه گندم

کود پایه	کود سرک	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت(درصد)	درصد پروتئین دانه
بدون کود پایه	۱	۸۹۴۵/۰ ab	۲۲۹۲/۰ bcd	۰/۲۶ bcd	۱۳/۹۵ bcde
	۲	۹۸۲۰/۰ a	۳۰۹۵/۰ a	۰/۳۲ abc	۱۲/۸۵ defg
	۳	۶۷۲۳/۰ c	۲۱۰۴/۰ cd	۰/۳۲ abc	۱۱/۰۰ h
	۴	۸۳۵۸/۰ abc	۲۹۰۳/۰ ab	۰/۳۴ a	۱۱/۷۵ gh
	۵	۸۵۶۶/۰ abc	۲۴۶۹/۰ abcd	۰/۲۹ abcd	۱۳/۴۰ cdefg
	۶	۸۲۵۰/۰ abc	۲۷۲۵/۰ abc	۰/۳۳ ab	۱۲/۱۵ fgh
کاربرد نواری	۱	۸۹۲۲/۰ ab	۱۹۸۶/۰ cd	۰/۲۳ d	۱۶/۲۵ a
	۲	۸۸۸۷/۰ abc	۲۷۶۵/۰ abc	۰/۳۲ abc	۱۴/۳۲ bcde
	۳	۸۷۶۱/۰ abc	۲۷۱۷/۰ abc	۰/۳۱ abc	۱۴/۲۵ bcde
	۴	۸۰۱۷/۰ abc	۲۵۵۵/۰ abcd	۰/۳۲ ab	۱۵/۰۷ abc
	۵	۸۰۱۸/۰ abc	۲۲۱۳/۰bcd	۰/۲۸ abcd	۱۴/۲۵ bcde
	۶	۸۰۱۵/۰ abc	۲۴۰۸/۰ abcd	۰/۳۰ abcd	۱۳/۳۰ defg
پخش سراسری	۱	۹۳۷۴/۰ a	۲۴۲۰/۰ abcd	۰/۲۶۰۰ bcd	۱۴/۵۲ abcd
	۲	۹۱۳۷/۰ a	۲۲۲۳/۰ bcd	۰/۲۶۷۵ abcd	۱۳/۸۵ bcdef
	۳	۸۶۷۹/۰ abc	۲۶۱۳/۰ abcd	۰/۳۱ abcd	۱۴/۵۵ abcd
	۴	۹۲۵۰/۰ a	۲۲۵۱/۰ bcd	۰/۲۴ cd	۱۴/۰۷ bcde
	۵	۶۹۰۵/۰ bc	۱۸۸۴/۰ d	۰/۲۹ abcd	۱۵/۲۳ ab
	۶	۸۷۰۳/۰ abc	۲۲۲۲/۰ bcd	۰/۲۸ abcd	۱۲/۶۸ efgh

میانگینهای دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

منابع

۱- بی‌نام. ۱۳۸۶. آمارنامه محصولات کشاورزی و دامی. دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی. http://www.agri-jahad.ir

۲- ملکوتی م.ح. و م. نفیسی.۱۳۶۷. مصرف کود در اراضی فاریاب و دیم. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

3- Bly, A G., and H. J. Woodard. 2003. Foliar Nitrogen Application Timing Influence on Grain Yield and Protein Concentration of Hard Red Winter and Spring Wheat. Agronomy Journal 95:335–338.

4- Boman, R.K., R.L. Westerman, W.R. Raun, and M.E. Jojola. 1995. Time of nitrogen application: Effects on winter wheat and residual soil nitrate. Soil Sci. Soc. Am. J. 59:1364–1369.

5- Brown, B., M. Westcott., N. Christensen., B. Pan., J. Stark. 2005. Nitrogen Management for Hard Wheat Protein Enhancement. Pacific Northwest Extension Publication. PNW 578.

6- Bulman, P., and D.L. Smith. 1993. Grain protein response of spring barley to high rates and post-anthesis application of fertilizer nitrogen. Agronomy Journal 85:1109–1113.
7- Cassman, K.G., D.C. Bryant, A.E. Fulton, and L.F. Jackson. 1992. Nitrogen supply effects on partitioning of dry matter and nitrogen to grain of irrigated wheat. Crop Sci. 32:1252–1258.
8- Eckhoff, J.L.A. 2003. Response of durum and spring wheat to nitrogen and sulfur. Fertilizer Fact #30. Montana State University Extension Service and Agricultural Experiment Station. Bozeman, Montana.
9- Ellen, J., and J.H.J. Spiertz. 1980. Effects of rate and timing of nitrogen dressings on grain yield formation of winter wheat (*T. aestivum* L.). Fert. Res. 1:177–190.
10- Follet, R. H., L. S. Murphy, and R.L. Donahues. 1981. Fertilizers and soil amendments. Printice-Hall, Inc., New jersey.
11- Gauer, L.E., C.A. Grant, D.T. Gehl, and L.D. Bailey. 1992. Effects of nitrogen fertilization on grain protein content, nitrogen uptake,and nitrogen use efficiency of six spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars, in relation to estimated moisture supply. Can.J. Plant Sci. 72:235–241.
12- Golik,S. I., H. O. Chidichimo and S. J. Sarandón. 2005. Biomass production, nitrogen accumulation and yield in wheat under two tillage systems and nitrogen supply in the argentine rolling pampa. World Journal of Agricultural Sciences 1 (1): 36-41
13- Jackson, G.D. and A.L. Dubbs. 1987. Spring wheat and barley response to urea fertilizer placement and nitrogen rate. Montana Ag. es.4:10-13.
14- Jacobsen, J.S., D.L. Tanaka, and J.W. Bauder. 1993. Spring wheat response to fertilizer placement and nitrogen rate with limited moisture. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 24:187-195.
15- Jones, C., and J. Jacobsen. 2003. Fertilizer Placement and Timing. Nutrient Management Module No. 11. Montana State University.
16- Mascagni, Jr. H.J., and W.E. Sabbe. 1991. Late spring nitrogen applications on wheat on a poorly drained soil. J. Plant Nutr. 14: 1091–1103.
17- Pessarakil, M. 1995. Handbook of Plant and Crop Physiology. Marcedeker, INC. Newyork. Basel. Hongkong.
18- Rao, S.C. and T.H. Dao. 1992. Fertilizer placement and tillage effects of nitrogen assimilation by wheat. Agronomy Journal 84:1028- 1032.
19- Sarandon, S.J., and M.C. Gianibelli. 1990. Effect of foliar urea spraying and nitrogen application at sowing upon dry matter and nitrogen distribution in wheat (*Triticum aestivum*). Argentiina Agronomic 10: 183-189.
20- Sowers, K.E., W.L. Pan, B.C. Miller, and J.L. Smith. 1994. Nitrogen use efficiency of split nitrogen applications in soft white winter wheat. Agron. J. 86:942–948.
21- Spiertz, J.H.J. 1983. Agronomical and physiological aspects of the role of nitrogen in yield formation of cereals. Plant Soil 75:379–91.
22- Warraich, E.A. S.M.A. Basra, N. Ahmad, R. Ahmed and M. Aftab. 2002. Effect of nitrogen on grain quality and vigour in Wheat (*Triticum aestivum* L.). International Journal of Agriculture & Biology, 4:517-520.