نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۸، شماره ۱، فروردین - اردیبهشت ۱۳۸۹، ص ۶۰-۴۹

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 8, No. 1, Mar. – Apr. 2010, p. 49-60

پاسخ تاج‌پوشش گیاهی، کلروفیل برگ و عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.) به روش‌های مختلف عرضه کود نیتروژن

سیدکریم موسوی[1*]- محمد فیضیان [2]- عبدالرضا احمدی[3]

تاریخ دریافت:۸۷/۱۱/۶
تاریخ پذیرش: ۸۸/۳/۳۱

چکیده

آزمایش ارزیابی پاسخ تاج‌پوشش گیاهی، کلروفیل برگ و عملکرد دانه گندم به روش‌های مختلف عرضه کود نیتروژن به صورت اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار طی سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ 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. شاخص سطح برگ برای تیمار بدون کود پایه ۲۱ درصد کم‌تر از متوسط شاخص سطح برگ تیمارهای کاربرد نواری و پخش سراسری کود پایه نیتروژن بود. کاربرد نواری و پخش سراسری کود پایه نیتروژن به ترتیب سبب افزایش ۴۵/۴ و ۶۱/۶ درصدی سطح برگ تک بوته گندم در مقایسه با تیمار بدون کود پایه نیتروژن شد. میزان نور رسیده به کف تاج‌پوشش گیاهی در تیمار بدون کود پایه۸۱/۱ درصد بیشتر از میانگین دو تیمار پخش سراسری وکاربرد نواری کود پایه نیتروژن بود. کم‌ترین کلروفیل برگ به تیمار بدون کود پایه نیتروژن و بیشترین آن به تیمار پخش سراسری کود پایه نیتروژن مربوط بود که البته با تیمار کاربرد نواری آن تفاوت معنی‌داری نداشت. تیمارهای تقسیطی یا تلفیقی کود سرک نیتروژن به رغم کاهش مصرف اما به دلیل کاربرد بهینه، از نظر کلروفیل برگ با تیمار رایج کاربرد یک مرحله‌ای کود سرک تفاوت معنی‌داری نداشتند.

واژه‌های کلیدی: گندم، کود نیتروژن، کود پایه، کود سرک، کلروفیل برگ

مقدمه

محدود بودن میزان تولید کودهای شیمیایی و هزینه‌های زیاد تولید آن تغییر الگوی مصرف و بالا بردن راندمان مصرف کودهای شیمیایی را می‌طلبد. روش و زمان مصرف کود از جمله عوامل تأثیرگذار بر راندمان کودهای شیمیایی و قابلیت جذب عناصر غذایی به وسیله گیاه زراعی است. روش مصرف کود با در نظر گرفتن عواملی از قبیل خصوصیات و میزان کود مصرفی، نوع و مرحله رشد گیاه‌زراعی، قدرت تثبیت خاک، شرایط اقلیمی و ... انتخاب می‌گردد (۳).

کاربرد کود نیتروژن می‌بایست منطبق بر دور آبیاری و فراهمی مورد نیاز این عنصر برای گیاه‌زراعی باشد. کمبود نیتروژن در گیاه گندم عمدتاً سبب تأثیرگذاری روی توسعه برگ (سطح برگ= جذب نور) و غلظت نیتروژن (غلظت کلروفیل = کارآیی مصرف نور) می‌شود. تحت شرایط خاک غیرحاصلخیز از نظر نیتروژن، کاربرد تأخیری نیتروژن منحصراً در مرحله ساقه رفتن (زادوکس ۳۱) سبب جذب کامل نور قبل از آغازش رشد سریع سنبله، مرحله ضروری برای دست‌یابی به حداکثر عملکرد در شرایط آبی، نشد. اما محتوای کلروفیل برگ در کاربرد تأخیری به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار کاربرد کود در زمان کاشت بود. بیشتر بودن محتوای کلروفیل برگ منجر به کارآیی مصرف نور بیشتر، جبران فقدان جذب کامل نور و حصول عملکرد دانه بالا در مقایسه با تیمار کاربرد همه کود نیتروژن در زمان کاشت شد. در تیمار کاربرد تقسیطی کود نیتروژن (یک سوم

۱ – مربی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان
(* - نویسنده مسئول: (Email: skmousavi@gmail.com
۲ و ۳- به ترتیب استادیار و مربی دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

در زمان کاشت و دو سوم در مرحله شروع طویل شدن ساقه) علاوه بر این که جذب نور در حد کامل بود، محتوای کلروفیل برگ در زمان آغاز رشد سریع نیز بالا بود؛ که این امر موجبات حصول کارآیی مصرف نور بالایی را فراهم آورد (۱۳).

دوام سطح برگ بعد از گل‌دهی عامل مهمی در تولید دانه گندم است و با مصرف کود در آخر فصل این دوام افزایش می‌یابد. در صورت عدم تأمین نیتروژن کافی در مراحل قبل از ظهور سنبله با انتقال نیتروژن برگ به اندام‌های زایشی در حال رشد، دوام سطح برگ کاهش می‌یابد (۸ و ۹).

محلول‌پاشی اوره از اوایل دهه ۱۹۵۰ مطرح بوده و در مقایسه با مصرف خاکی دارای مزایای مختلفی است. برای مثال هنگام محلول‌پاشی اوره می‌توان بسیاری از مواد شیمیایی مانند آفت‌کش‌ها را به طور هم‌زمان و در یک مخزن استفاده نمود. از سوی دیگر در این روش حدود ۸۰ درصد نیتروژن جذب شده به دانه‌ها انتقال می‌یابد؛ به عبارت دیگر در روش محلول‌پاشی اگر دقت کافی به عمل آید و در موقع مناسب صورت گیرد، کارآیی انتقال نیتروژن به دانه خیلی بالاست (۶).

لازم به ذکر است که محلول‌پاشی عناصر غذایی به هیچ وجه جبران کود پایه گیاه را نمی‌کند و معمولاً از این روش هنگام ظهور علایم کمبود و همچنین به منظور افزایش کیفیت محصول استفاده می‌شود. معمولاً میزان نیتروژن مورد استفاده در این روش مازاد بر نیاز نیتروژن گیاه در نظر گرفته می‌شود.

فتحی و همکاران (۱) کاربرد نواری کود نیتروژن را در کشت ذرت مناسب‌ترین و کارآمدترین روش توزیع کود عنوان نمود. به اعتقاد تاناکا و همکاران (۱۲) روش و زمان مصرف کودهای نیتروژن، راندمان استفاده از آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. عمده پژوهش‌های مربوط به کاربرد کود نیتروژن در کشت گندم به مقدار و زمان مصرف کود معطوف بوده و کمتر به روش‌های کاربرد کود پرداخته شده است. در این پژوهش تأثیر روش‌های عرضه کود نیتروژن بر نور رسیده به کف تاج‌پوشش گیاهی و میزان کلروفیل برگ گندم مورد ارزیابی قرار گرفته است.

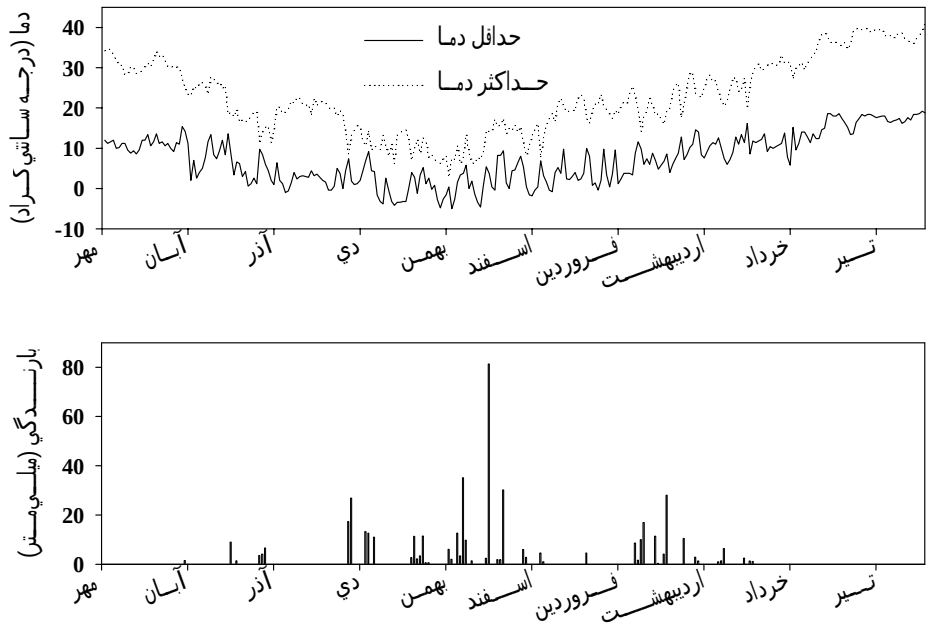
مواد و روش‌ها

آزمایش ارزیابی پاسخ تاج‌پوشش گیاهی و کلروفیل برگ گندم به روش‌های مختلف عرضه کود نیتروژن به صورت اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار طی سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ اجراء شد. کود پایه نیتروژن در سه سطح (بدون کود پایه، کاربرد نواری و پخش سراسری) به کرت اصلی و کود سرک نیتروژن در شش سطح [۱- تیمار رایج پخش سطحی یک‌مرحله‌ای در زمان پنجه‌زنی (۲۳۳ کیلوگرم اوره در هکتار)؛ ۲- پخش سطحی دو مرحله‌ای در مجموع به میزان دوسوم تیمار رایج در زمان پنجه‌زنی (۷۸ کیلوگرم اوره در هکتار) و قبل از ظهور سنبله (۷۸ کیلوگرم اوره در هکتار)؛ ۳- محلول‌پاشی دو مرحله‌ای همراه علف‌کش‌ها در مرحله پنجه‌زنی (محلول‌پاشی ۳۰ کیلوگرم اوره در هکتار) و قبل از ظهور سنبله (محلول‌پاشی ۳۰ کیلوگرم اوره در هکتار)؛ ۴- محلول‌پاشی دو مرحله‌ای در زمان پنجه‌زنی (محلول‌پاشی ۳۰ کیلوگرم اوره در هکتار) و قبل از ظهور سنبله (محلول‌پاشی ۳۰ کیلوگرم اوره در هکتار)؛ ۵- پخش سطحی در مرحله پنجه‌زنی به میزان دوسوم تیمار رایج (۱۵۶ کیلوگرم اوره در هکتار) به همراه محلول‌پاشی پیش از ظهور سنبله (محلول‌پاشی ۳۰ کیلوگرم اوره در هکتار) و ۶- محلول‌پاشی سه‌مرحله‌ای در زمان‌های پنجه‌زنی (محلول‌پاشی ۳۰ کیلوگرم اوره در هکتار)، قبل از ظهور سنبله (محلول‌پاشی ۳۰ کیلوگرم اوره در هکتار) و شیری بودن دانه (محلول‌پاشی ۳۰ کیلوگرم اوره در هکتار)] به کرت فرعی آزمایش اختصاص داده شد. یک‌سوم مقدار کود نیتروژن توصیه شده بر اساس آزمون خاک، برای کود پایه در نظر گرفته شد. مقدار مصرف کود پایه در روش کاربرد نواری دوسوم مقدار کود مصرفی در روش پخش سراسری بود. در کاربردهای تقسیطی یا تلفیقی پخش معمولی و محلول‌پاشی نیز میزان کود سرک نیتروژن مصرفی دوسوم میزان کود در تیمار رایج پخش معمولی یک مرحله‌ای بود.

آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی سراب چنگایی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان با مشخصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۸ دقیقه طول شرقی، ۳۳ درجه و ۳۹ دقیقه عرض شمالی به ارتفاع ۱۱۲۵ متر از سطح دریا اجرا شد. شرایط آب و هوایی منطقه در شکل ۱ تشریح شده است.

نمونه‌برداری خاک برای تعیین خصوصیات محل آزمایش بعد از عملیات خاک‌ورزی اولیه بر اساس الگوی W در پنج نقطه مزرعه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر صورت گرفت. بافت خاک محل آزمایش سیلتی ـ رسی ـ لوم (شن ۱۲٪، سیلت ۵۰٪، رس ۳۸٪)، درصد اشباع ۴۷٪، هدایت الکتریکی ۰/۵۰، اسیدیته (pH) ۷/۶۵، مقدار کربن آلی ۰/۶۹ درصد، فسفر قابل جذب ۵/۸ قسمت در میلیون و پتاسیم قابل جذب ۳۱۰ قسمت در میلیون بود.

عملیات تهیه بستر کاشت شامل شخم با گاوآهن برگرداندار، دیسک‌زنی برای خرد کردن کلوخه‌ها و تسطیح زمین با ماله بود. کشت پیشین در محل آزمایش ذرت بود. بر اساس نتیجه آزمون خاک مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات‌تریپل به صورت پخش سراسری پیش از کاشت به کار رفت. گندم رقم چمران با دستگاه بذرکار ۱۱ ردیفه با فواصل ردیف ۲۰ سانتی‌متری بر اساس پاشش ۲۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار در تاریخ ۳۰ آبان ۱۳۸۴ کاشته شد. عرض کرت‌ها ۲/۲ متر و طول هر کرت ۸ متر در نظر گرفته شد. کل کود نیتروژن مورد نیاز براساس نتیجه آزمون خاک به میزان ۳۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار تعیین شد.



شکل ۱ - مقدار بارندگی و دمای حداقل و حداکثر مطلق روزانه طی سال‌زراعی ۸۵-۱۳۸٤

یک سوم کل نیتروژن مورد نیاز (۱۱۷ کیلوگرم اوره در هکتار) به کود پایه اختصاص داده شد. در تیمار پخش سراسری کود پایه، پیش از کاشت کود نیتروژن (۱۱۷ کیلوگرم اوره در هکتار) به صورت دستی در سطح کرت پخش شد؛ در تیمار کاربرد نواری کود پایه نیز بعد از عملیات کاشت گندم (رقم چمران) با دستگاه بذرکار، در کنار هر ردیف کاشت گندم به فاصله تقریباً ۵ سانتی‌متری شیاری ایجاد و کود نیتروژن به میزان دوسوم تیمار پخش سراسری (۷۸ کیلوگرم اوره در هکتار) به صورت نواری ریخته شد و پس از آن به وسیله شن‌کش با خاک پوشانده شد.

عملیات آبیاری به صورت کرتی، مطابق نیاز گندم صورت گرفت. برای جلوگیری از خروج اثر تیمارهای کودی و هم‌چنین ممانعت از تداخل اثرات تیمارها، انتهای کرت‌ها با ایجاد پشته خاکی بسته شد؛ بدین ترتیب میزان آب ورودی به کرت‌ها کنترل شده و تقریباً یکسان بود. برای جلوگیری از تداخل اثرات تیمارهای کودی مختلف بین کرت‌های اصلی یک متر و بین کرت‌های فرعی نیز نیم متر فاصله در نظر گرفته شد. جوی آبیاری هر بلوک به طور جداگانه احداث شد.

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

در مرحله پنجه‌زنی گندم بسته به تیمار مورد نظر همراه محلول‌پاشی اوره یا جدای از آن از مخلوط علف‌کش‌های تاپیک و گرانستار برای کنترل علف‌های‌هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ استفاده شد. مقدار مصرف برای علف‌کش‌های تاپیک و گرانستار به ترتیب برابر ۰/۸ لیتر در هکتار و ۲۰ گرم در هکتار بود.

شاخص سطح برگ با برداشت نمونه‌های هزار سانتی‌مترمربعی (۲۰×۵۰ سانتی‌متر) از هر کرت به فواصل دو هفته‌ای تا پایان فصل رشد اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری میزان نور رسیده به کف تاج‌پوشش گیاهی گندم طی فصل رشد در ۵ نقطه از هر کرت در دو تاریخ ۱۹ فروردین‌ماه و ۱۴ اردیبهشت‌ماه به فاصله تقریبی دو هفته پس از تیمارهای مرحله اول و دوم کاربرد کود سرک نیتروژن صورت گرفت. میزان کلروفیل برگ گندم در سه مرحله (۲۹ فروردین، ۳ و ۱۴ اردیبهشت‌ماه) با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر SPAD مدل Minolata 502 بر اساس میانگین ۲۰ برگ در هر کرت 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 چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ: روند تغییرات شاخص سطح برگ برای

تیمارهای کاربرد نواری و پخش سراسری کود پایه نیتروژن تقریباً یکسان بود. بر اساس معادلات پیک برازش داده شده حداکثر شاخص سطح برگ گندم برای تیمارهای کاربرد نواری و پخش سراسری کود پایه نیتروژن به ترتیب برابر ۳/۷۹ و ۳/۹ برآورد شد. زمان رسیدن به نقطه اوج شاخص سطح برگ نیز برای این دو تیمار کاملاً مشابه بود (۱۵۰ روز پس از کاشت). مشابهت کامل روند تغییرات شاخص سطح برگ گندم برای این دو تیمار حاکی از آن است که در تیمار کاربرد نواری با وجود کاهش مصرف کود در مقایسه با تیمار پخش سراسری به دلیل کاربرد بهینه نقصانی در سطح برگ گندم به وجود نیامده است.

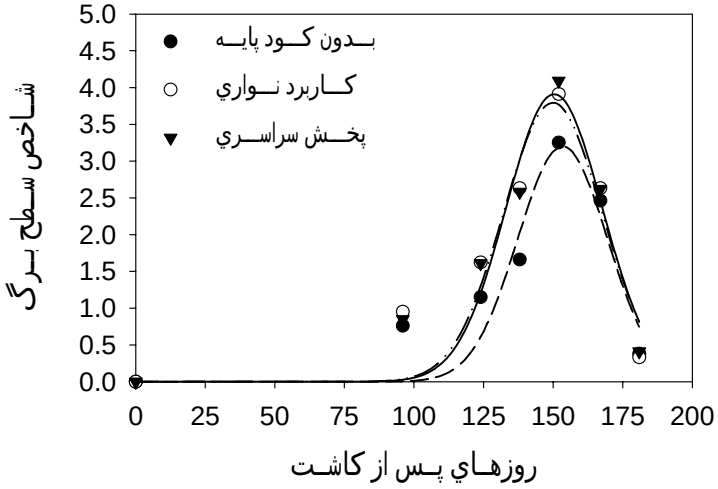
شاخص سطح برگ گندم برای تیمار بدون کود پایه نیتروژن در سراسر فصل رشد در سطحی پایین تر از تیمار های حائز کود پایه نیتروژن بود. بر اساس معادلات برازش داده شده حداکثر شاخص سطح برگ گندم برای تیمار بدون کود پایه نیتروژن برابر ۳/۱۹ برآورد شد که ۲۰/۵ درصد کمتر از متوسط حداکثر شاخص سطح برگ تیمارهای کاربرد نواری و پخش سراسری کود پایه نیتروژن بود. زمان رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ نیز برای تیمار بدون کود پایه نیتروژن در مقایسه با تیمارهای حائز کود پایه نیتروژن قدری با تأخیر اتفاق افتاد (شکل ۲).

روند تغییرات شاخص سطح برگ گندم طی فصل رشد برای تیمارهای مختلف کود سرک نیتروژن در شکل ۳ نشان داده شده است. شاخص سطح برگ برآوردی برای تیمار رایج (پخش یکباره کود سرک نیتروژن) بیش از سایر تیمارهای کود سرک بود. بررسی قرنجیک و گالشی (۲) نشان داد که کاربرد ۳۰ کیلوگرم کود اوره به صورت محلول‌پاشی در اواخر دوره پنجه‌زنی بهتر از سایر تیمارها باعث افزایش شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ گردید، این تیمار همگام با افزایش شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ توان دریافت نور و انجام فتوسنتز را در گیاه تقویت نمود و باعث افزایش عملکرد آن شد.

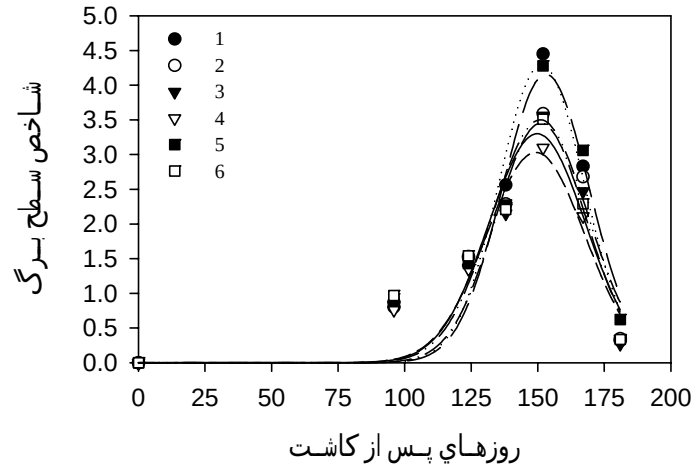
صرف نظر از تیمار رایج پخش یک مرحله ای کود سرک نیتروژن، در بین تیمارهای مدیریت کود سرک حداکثر شاخص سطح برگ برآوردی (۴/۱۵) برای تیمار یک مرحله پخش سطحی به میزان دوسوم تیمار رایج به‌علاوه محلول‌پاشی در مرحله ظهور سنبله گندم حادث شد. حداکثر شاخص سطح برگ برآورد شده برای سایر تیمارهای کود سرک نیتروژن به طور مشهودی پایین‌تر از حداکثر شاخص سطح برگ تیمارهای فوق بود. در بین تیمارهای کود سرک کمترین شاخص سطح برگ به محلول‌پاشی دو مرحله‌ای مربوط بود.

سطح برگ تک بوته گندم: سطح برگ تک بوته گندم برای تیمارهای کاربرد نواری و پخش سراسری کود پایه نیتروژن تفاوت مشخصی با تیمار فاقد کود پایه نیتروژن داشت. بر اساس معادلات پیک برازش داده شده کاربرد نواری و پخش سراسری کود پایه نیتروژن به ترتیب سبب افزایش ۴۵/۴ و ۶۱/۶ درصدی سطح برگ تک بوته گندم در مقایسه با تیمار بدون کود پایه نیتروژن شد (شکل ۴).

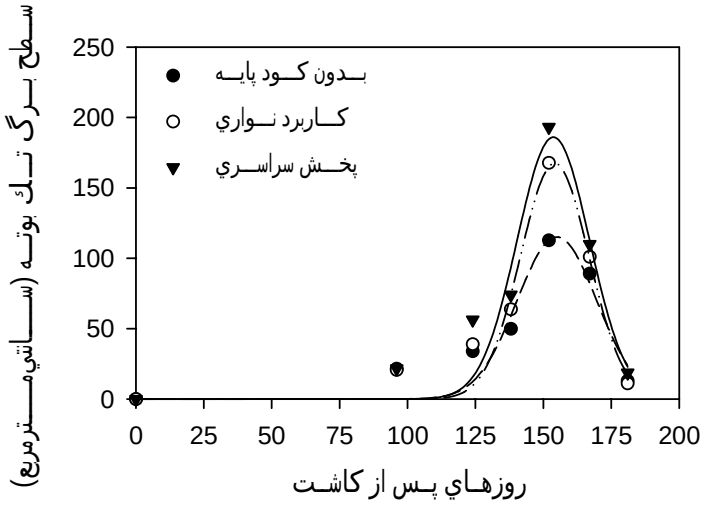
روند تغییرات سطح برگ تک بوته گندم طی فصل رشد برای تیمارهای کود سرک نیتروژن در شکل ۵ نشان داده شده است. برای توصیف روند تغییرات سطح برگ تک بوته گندم طی فصل رشد از توابع پیک استفاده شد. بر اساس معادلات برازش داده شده حداکثر سطح برگ تک بوته گندم به تیمار پخش سطحی کود نیتروژن به میزان دوسوم تیمار رایج به‌علاوه محلول‌پاشی در مرحله ظهور سنبله گندم مربوط بود. تیمارهای پخش سطحی یک مرحله‌ای (تیمار رایج) و تیمار پخش سطحی دو مرحله‌ای کود سرک نیتروژن نیز نسبت به سایر تیمارها از سطح برگ تک بوته بیشتری برخوردار بودند. در بین تیمارهای کود سرک نیتروژن کمترین سطح برگ تک بوته به تیمار محلول پاشی دو مرحله ای (تیمار ۴) مربوط بود.



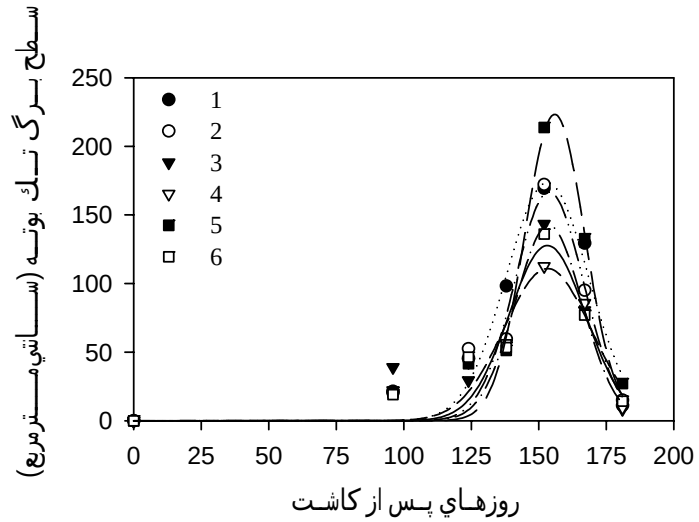
شکل ۲ـ روند پاسخ شاخص سطح برگ گندم به کود پایه نیتروژن



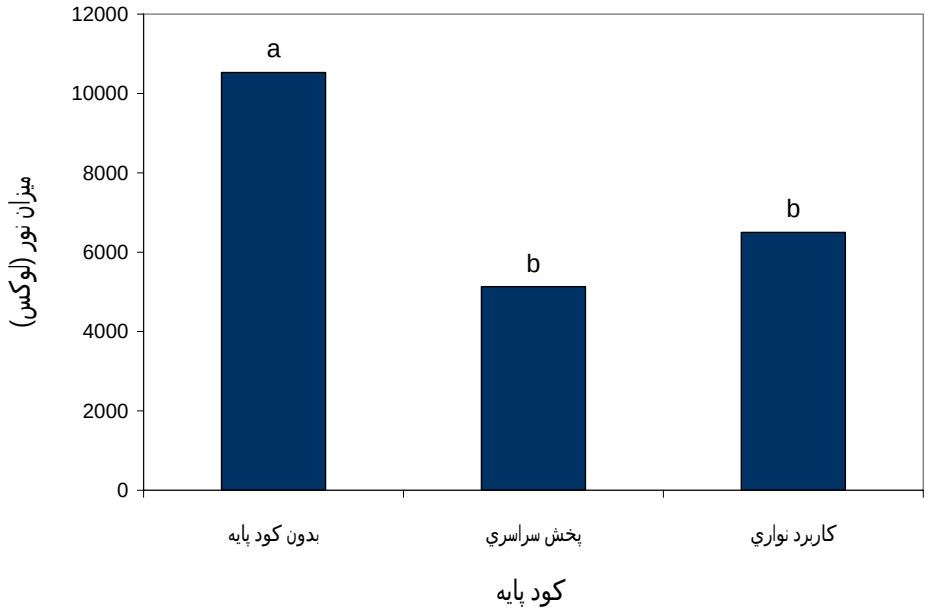
شکل ۳ ـ پاسخ شاخص سطح برگ گندم به کود سرک نیتروژن



شکل ٤ ـ سطح برگ تک بوته برای تیمارهای کود پایه نیتروژن



شکل ۵ ـ پاسخ سطح برگ تک بوته گندم به کود سرک نیتروژن



شکل ٦- تاثیر تیمار کود پایه بر میزان نور در کف تاج‌پوشش گیاهی گندم در تاریخ ۱۹ فروردین ۱۳۸۵

اندازه‌گیری نور: آنالیز داده‌های نور در هر دو مرحله حاکی از تأثیر معنی‌دار فاکتور کود پایه نیتروژن بر میزان نور رسیده به کف تاج‌پوشش گیاهی بود (جدول ۱).

جدول ۱ - میانگین مربعات میزان نور رسیده به کف تاج‌پوشش گیاهی گندم در تاریخ‌های ۱۹ فروردین و ١٤ اردیبهشت ۱۳۸۵

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات میزان نور[1]	
		١٤ اردیبهشت	۱۹ فروردین
تکرار	۳	۰/۵۶^{ns}	۰/۰۱۵^{ns}
کود پایه	۲	۲/۱۹۴**	۳/۵۶۵**
کود سرک	۵	۰/۱۸۲^{ns}	۰/۱۰۱^{ns}
اثر متقابل	۱۰	۰/۴۳۵*	۰/۰۷۵^{ns}
ضریب تغییرات		۵/۲۲	۳/۱۴

[1] آنالیز داده‌ها پس از تبدیل لگاریتمی

* معنی‌داری در سطح ۵٪، ** معنی‌داری در سطح ۱ ٪ و ^{ns} غیرمعنی‌دار

بر اساس اندازه‌گیری نور در تاریخ ۱۹ فروردین میزان نور در تیمارهای پخش سراسری و کاربرد نواری به طور معنی‌داری کم‌تر از تیمار بدون کود پایه نیتروژن بود. تفاوت بین تیمارهای پخش سراسری و کاربرد نواری معنی‌دار نبود. هر چند میزان نور در کاربرد نواری ۲۶/۷ درصد بیشتر از پخش سراسری بود. میزان نور در تیمار بدون کود پایه۸۱/۱ درصد بیشتر از میانگین دو تیمار پخش سراسری وکاربرد نواری بود (شکل ۶).

بر اساس اندازه‌گیری نور در کف تاج‌پوشش گیاهی در تاریخ ۱۴ اردیبهشت حداکثر نور عبور یافته به میزان ۷۶۵۱/۲ لوکس به تیمار بدون کود پایه تعلق داشت که به طور معنی‌داری بیشتر از میزان نور در تیمار پخش سطحی کود پایه بود. میزان عبور نور در تیمار کاربرد نواری کود پایه تفاوت معنی‌داری با دو تیمار دیگر نداشت و حد واسط آن‌ها بود. میزان نور در تیمار بدون کود پایه ۸۶ درصد بیشتر از تیمار پخش سطحی کود پایه بود (شکل ۷). میزان نور عبور یافته در تیمار کاربرد نواری کود پایه ۵۶/۹ درصد کم‌تر از تیمار بدون کود پایه بود. بالا بودن میزان نور عبور یافته از تاج‌پوشش گیاهی گویای کم‌تر بودن میزان زیست‌توده تولیدی و کم‌تر بودن شاخص سطح برگ است. این نتایج گویای اهمیت کود پایه نیتروژن در دست‌یابی به زیست‌توده کافی برای حصول پتانسیل عملکرد کشت گندم است. نبود تفاوت معنی‌دار بین روش‌های کاربرد نواری و پخش سطحی به لحاظ میزان نور عبور یافته حاکی از امکان بهره‌گیری از روش نواری (به لحاظ صرفه جویی در مصرف نهاده) برای کاربرد کود پایه بدون داشتن تبعات منفی است.

در هیچ یک از مراحل اندازه‌گیری نور، میزان نور عبور یافته از تاج‌پوشش گیاهی گندم به طور معنی‌داری تحت تأثیر کود سرک نیتروژن قرار نگرفت (جدول ۱). با این حال بر اساس میانگین دو مرحله اندازه‌گیری، بیشترین مقدار نور عبور یافته (۶۹۳۸ لوکس) به تیمار محلول‌پاشی سه مرحله‌ای تعلق داشت (جدول ۲)؛ که در واقع تا زمان اندازه‌گیری‌های نور در مقایسه با سایر تیمارهای کود سرک، نیتروژن کم‌تری دریافت کرده بود.

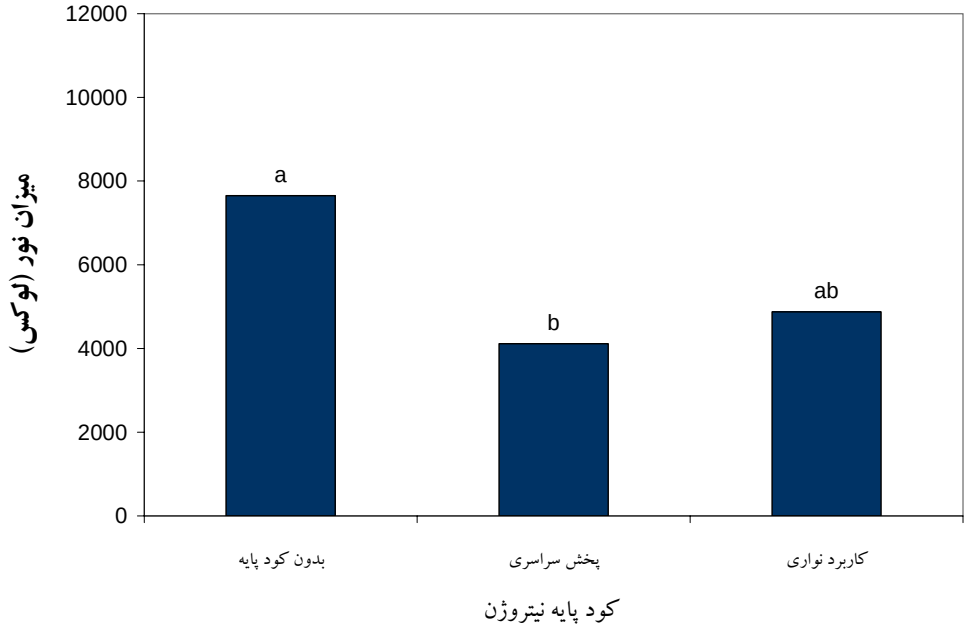
بر اساس داده‌های اندازه‌گیری نور در تاریخ ۱۴ اردیبهشت، اثر

متقابل فاکتورهای کود سرک وکود پایه معنی‌دار بود (جدول ۱). این موضوع گویای پاسخ متفاوت میزان عبور نور از تاج‌پوشش گیاهی به فاکتور کود سرک نیتروژن در سطوح مختلف کود پایه نیتروژن است (جدول ۳).

اندازه‌گیری کلروفیل برگ: در هر سه تاریخ ۲۹ فروردین، ۳ و۱۴ اردیبهشت میزان کلروفیل برگ گندم به طور معنی‌داری تحت تأثیر عامل کود پایه نیتروژن قرار گرفت (جدول ۴). در هر سه تاریخ یاد شده کم‌ترین کلروفیل برگ به تیمار بدون کود پایه نیتروژن و بیشترین آن به تیمار پخش سراسری کود پایه مربوط بود که البته با تیمار کاربرد نواری کود پایه تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵).

براساس داده‌های مربوط به اندازه‌گیری کلروفیل برگ در تاریخ‌های ۲۹ فروردین و ۳ اردیبهشت تأثیر کود سرک بر میزان کلروفیل برگ گندم معنی‌دار بود اما براساس داده‌های اندازه‌گیری کلروفیل برگ در تاریخ ۱۴ اردیبهشت تأثیر کود سرک بر میزان کلروفیل برگ معنی‌دار نبود (جدول ۴).

بر اساس داده‌های هر سه مرحله بیشترین میزان کلروفیل برگ به تیمار پخش سطحی یک مرحله‌ای کود سرک در مرحله پنجه‌زنی گندم تعلق داشت. بر اساس داده‌های اندازه‌گیری میزان کلروفیل برگ در تاریخ ۲۹ فروردین بعد از تیمار رایج پخش سطحی یک مرحله‌ای کود سرک، بیشترین میزان کلروفیل برگ به تیمار پخش سطحی کود نیتروژن به میزان دوسوم تیمار رایج به‌علاوه محلول‌پاشی در مرحله ظهور سنبله تعلق داشت. میزان کلروفیل برگ در این دو تیمار به طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای دیگر کود سرک بود (جدول ۶).



شکل ۷- تأثیر تیمار کود پایه بر میزان نور در کف تاج‌پوشش گیاهی گندم در تاریخ ۱۴ اردیبهشت ۱۳۸۵

جدول۲- تأثیر تیمارهای کود سرک نیتروژن بر میزان نور در کف تاج‌پوشش گیاهی در تاریخ‌های ۱۹ فروردین و ۱۴ اردیبهشت

کود سرک	تاریخ اندازه‌گیری		میانگین
	۱۹ فروردین	۱۴ اردیبهشت	
پخش سطحی یک مرحله‌ای	۷۷۵۶ a	۴۷۸۶/۷ a	۶۰۰۴ a
پخش سطحی دو مرحله‌ای	۹۶۳۶ a	۵۷۳۵/۷ a	۶۳۳۶ a
محلول‌پاشی دو مرحله‌ای همراه علف‌کش	۷۱۷۶/۹ a	۴۷۱۷/۴ a	۵۷۲۵ a
محلول‌پاشی دو مرحله‌ای	۷۷۹۲/۷ a	۶۵۶۲/۵ a	۶۳۱۰ a
پخش سطحی به‌علاوه محلول‌پاشی	۶۶۸۶/۵ a	۵۵۴۳/۱ a	۶۱۱۵ a
محلول‌پاشی سه مرحله‌ای	۷۹۳۹/۶ a	۵۹۳۶/۳ a	۶۹۳۸ a

تیمارهای دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

جدول۳- اثرمتقابل کود پایه و کود سرک نیتروژن بر میزان نور در کف تاج‌پوشش گیاهی گندم در تاریخ ١٤ اردیبهشت

کود سرک	کود پایه			میانگین
	بدون کود پایه	پخش سراسری	کاربرد نواری	
پخش سطحی یک مرحله‌ای	۵۷۶۹/۷ abc	۴۴۰۸/۳ abc	۴۱۵۵ abc	۴۷۸۶/۷ a
پخش سطحی دو مرحله‌ای	۷۱۹۰/۴ abc	۵۴۱۳/۸ abc	۴۶۰۲/۹ abc	۵۷۳۵/۷ a
محلول‌پاشی دو مرحله‌ای همراه علف‌کش	۶۲۰۳/۳ abc	۳۲۳۶/۸ c	۴۷۱۲/۱ abc	۴۷۱۷/۴ a
محلول‌پاشی دو مرحله‌ای	۸۲۳۲/۸ ab	۲۹۷۳/۱ c	۸۴۷۱/۷ a	۶۵۶۲/۵ a
پخش سطحی به‌علاوه محلول‌پاشی	۸۵۵۸/۸ ab	۴۸۵۹/۱ abc	۳۲۱۱/۵ bc	۵۵۴۳/۱ a
محلول‌پاشی سه مرحله‌ای	۹۹۲۵/۴ a	۳۷۸۴/۶ abc	۴۰۹۸/۹ abc	۵۹۳۶/۳ a

تیمارهای دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

جدول ٤ - نتایج تجزیه واریانس اندازه‌گیری میزان کلروفیل برگ گندم در تاریخ‌های ۲۹ فروردین، ۳ و ١٤ اردیبهشت ۱۳۸۵

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات کلروفیل برگ		
		۲۹ فروردین	۳ اردیبهشت	١٤ اردیبهشت
تکرار	۳	۲/۸۸۸ ns	۱۰/۱۴۹ ns	۵/۴۴۹ ns
کود پایه	۲	۱۴/۸۳۹ **	۲۳/۱۵۴ *	۱۸/۷۵۸ *
کود سرک	۵	۳۹/۷۷۲ **	۳۶/۲۰۸ **	۴۱/۲۷۷ ns
اثر متقابل	۱۰	۳/۵۳۴ ns	۶/۱۷۸ ns	۴/۰۲۵ ns
ضریب تغییرات		۲/۷۸	۴/۷۹	۵/۲۹

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

جدول ۵ - تأثیر فاکتور کود پایه نیتروژن بر میزان کلروفیل برگ گندم در تاریخ‌های ۲۹ فروردین، ۳ و ١٤ اردیبهشت ۱۳۸۵

تاریخ اندازه‌گیری	کود پایه		
	بدون کود پایه	پخش سراسری	کاربرد نواری
۲۹ فروردین	۴۸/۱۸ b	۴۹/۷۴ a	۴۸/۷۸ ab
۳ اردیبهشت	۴۶/۷۲ a	۴۸/۵۲ a	۴۸/۳۱ a
۱۴ اردیبهشت	۹۹/۴۷ b	۴۹/۷۶ a	۴۸/۸۱ ab

تیمارهای دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

جدول ٦ - تأثیر تیمار کود سرک نیتروژن بر میزان کلروفیل برگ گندم در تاریخ‌های ۲۹ فروردین، ۳ و ١٤ اردیبهشت ۱۳۸۵

کود سرک	تاریخ اندازه‌گیری کلروفیل برگ گندم		
	۲۹ فروردین	۳ اردیبهشت	١٤ اردیبهشت
پخش سطحی یک مرحله‌ای	۵۱/۸۴ a	۴۹/۷۷ a	۵۱/۳۲ a
پخش سطحی دو مرحله‌ای	۴۸/۹۴ c	۴۸/۲۶ ab	۴۹/۲۸ ab
محلول‌پاشی دو مرحله‌ای همراه علف‌کش	۴۷/۷۸ c	۴۶/۶۳ b	۴۹/۴۱ ab
محلول‌پاشی دو مرحله‌ای	۴۷/۳۹ c	۴۶/۰۴ b	۴۶/۶۷ b
پخش سطحی به‌علاوه محلول‌پاشی	۵۰/۳۳ b	۴۹/۹۷ a	۴۹/۸۲ a
محلول‌پاشی سه مرحله‌ای	۴۷/۳۹ c	۴۶/۴۵ b	۴۶/۶۳ b

تیمارهای دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

در اندازه‌گیری بعدی کلروفیل برگ گندم (۳ اردیبهشت) به تدریج با بهره‌گیری گیاه گندم از تیمارهای تقسیطی و تلفیقی اختلاف تیمارهای کود سرک کاهش و در مرحله اندازه‌گیری نهایی (۱۴ اردیبهشت) تفاوت تیمارهای کود سرک نیتروژن از نظر میزان کلروفیل برگ به حداقل رسید (جدول ۹). در این مرحله به استثنای تیمار محلول‌پاشی دو مرحله‌ای و تیمار محلول‌پاشی سه مرحله‌ای (که

تا این زمان دو مرحله محلول‌پاشی دریافت کرده بود) سایر تیمارهای کود سرک نیتروژن تفاوت معنی‌داری با تیمار رایج پخش سطحی یک مرحله‌ای کود سرک نیتروژن نداشتند (جدول ۶). به عبارتی تیمارهای تقسیطی یا تلفیقی به رغم کاهش مصرف کود نیتروژن اما به دلیل کاربرد بهینه، از نظر کلروفیل برگ تفاوت معنی‌داری با تیمار رایج نداشتند.

در هیچ یک از سه مرحله اندازه‌گیری کلروفیل برگ اثر متقابل کود سرک وکود پایه از نظر میزان کلروفیل برگ معنی‌دار نشد (جدول ۴). براساس اندازه‌گیری کلروفیل در تاریخ ۲۹ فروردین، در هر سه سطح کود پایه، بیشترین میزان کلروفیل برگ به تیمار رایج پخش سطحی یک مرحله‌ای کود سرک تعلق داشت و تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها وجود نداشت. این موضوع نشان‌دهنده این است که حتی در شرایط نبود کود پایه پخش سطحی یک مرحله‌ای کود سرک سبب افزایش کلروفیل برگ تا حد تیمارهای دارای کود پایه شد. کم‌ترین میزان کلروفیل به تیمار بدون کود پایه و محلول‌پاشی سه مرحله‌ای تعلق داشت که البته تا زمان اندازه‌گیری کلروفیل هنوز مرحله آخر محلول‌پاشی اعمال نشده بود (جدول ۷).

بر اساس داده‌های اندازه‌گیری کلروفیل برگ در تاریخ ۳ اردیبهشت، فقط تیمارهای بدون کود پایه‌ای که کود سرک آن‌ها نیز منحصر به محلول‌پاشی بود (تیمارهای کود سرک ۳ و۴ و۶ بدون کود پایه) از نظر میزان کلروفیل در سطح پایین‌تری قرار داشتند (جدول ۸)

بر اساس داده‌های اندازه‌گیری کلروفیل برگ در تاریخ ۱۴ اردیبهشت، بالاترین سطح کلروفیل برگ گندم به تیمار رایج پخش سطحی یک مرحله‌ای کود سرک و تیمار پخش سطحی به میزان دوسوم تیمار رایج به‌علاوه محلول‌پاشی در مرحله ظهور سنبله و سطح پایین کلروفیل منحصراً به محلول‌پاشی دو مرحله‌ای و محلول‌پاشی سه مرحله‌ای اختصاص داشت (جدول ۹). البته در تیمار محلول‌پاشی سه مرحله‌ای تا این زمان هنوز مرحله سوم محلول‌پاشی اعمال نشده بود.

عملکرد گندم: عملکرد دانه گندم در واحد سطح به طور معنی‌داری تحت تأثیر عامل کود پایه نیتروژن قرار گرفت (جدول ۱۰). بیشترین مقدار عملکرد دانه، به میزان ۸۵۲/۵ گرم در مترمربع، برای تیمار پخش سراسری کود پایه نیتروژن حاصل شد که با تیمار کاربرد نواری آن تفاوت معنی‌داری نداشت. عملکرد دانه تیمار پخش سراسری کود پایه نیتروژن به طور معنی‌داری بیشتر از میزان عملکرد در تیمار بدون کود پایه نیتروژن بود (شکل ۸).

جدول ۷ - اثرمتقابل کود پایه و کود سرک نیتروژن بر میزان کلروفیل برگ گندم در تاریخ ۲۹ فروردین ۱۳۸۵

کود سرک	کود پایه			میانگین
	بدون کود پایه	پخش سراسری	کاربرد نواری	
پخش سطحی یک مرحله‌ای	۵۱/۹۷ a	۵۱/۸۸ a	۵۱/۶۷ ab	۵۱/۸۴ a
پخش سطحی دو مرحله‌ای	۴۸/۰۵ defg	۴۹/۴۲ abcde	۴۸/۴۵ cdef	۴۸/۶۴ c
محلول‌پاشی دو مرحله‌ای همراه علف‌کش	۴۷/۶۷ defg	۴۸/۴۷ cdef	۴۷/۲ efg	۴۷/۷۸ c
محلول‌پاشی دو مرحله‌ای	۴۶/۶ efg	۴۹/۳۸ abcde	۴۶/۲ fg	۴۷/۳۹ c
پخش سطحی به‌علاوه محلول‌پاشی	۴۹/۴۷ abcde	۵۰/۳۸ abcd	۵۱/۱۵ abc	۵۰/۳۳ b
محلول‌پاشی سه مرحله‌ای	۴۵/۳ g	۴۸/۹ bcdef	۴۷/۹۷ defg	۴۷/۳۹ c

تیمارهای دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

جدول ۸ - اثرمتقابل کود پایه و کود سرک نیتروژن بر میزان کلروفیل برگ گندم در تاریخ ۳ اردیبهشت ۱۳۸۵

کود سرک	کود پایه			میانگین
	بدون کود پایه	پخش سراسری	کاربرد نواری	
پخش سطحی یک مرحله‌ای	۴۷/۹ abc	۵۰/۴ a	۵۰/۸ a	۴۹/۷ a
پخش سطحی دو مرحله‌ای	۴۸/۵ abc	۴۷/۴ abc	۴۸/۸ abc	۴۸/۲ ab
محلول‌پاشی دو مرحله‌ای همراه علف‌کش	۴۵/۱ bc	۴۸/۴ abc	۴۶/۳ abc	۴۶/۶ b
محلول‌پاشی دو مرحله‌ای	۴۴/۵ c	۴۷/۲ abc	۴۶/۳ abc	۴۶/۰ b
پخش سطحی به‌علاوه محلول‌پاشی	۴۹/۹ ab	۴۹/۰ abc	۵۰/۹ a	۴۹/۹ a
محلول‌پاشی سه مرحله‌ای	۴۴/۱ c	۴۸/۵ abc	۴۶/۶ abc	۴۶/۴ b

تیمارهای دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

گولیک و همکاران (۷) نیز گزارش دادند که کاربرد نیتروژن در مقایسه با تیمار شاهد سبب افزایش عملکرد گندم شد. نیتروژن عنصر اصلی است که عملکرد دانه گندم را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. هنگامی که مقدار فراهمی نیتروژن خاک محدودکننده پتانسیل عملکرد باشد، کاربرد کود نیتروژن به میزان قابل توجهی سبب افزایش عملکرد دانه می‌شود (۴). رائو و دائو (۱۰) در پژوهشی سه ساله گزارش دادند که کاربرد نواری کود نیترات‌آمونیوم در مقایسه با پخش سراسری به طور متوسط سبب افزایش ۱۴ درصدی عملکرد گندم شد، البته چنین اختلاف عملکردی از نظر آماری معنی‌دار نبود.

جدول ۹ - اثرمتقابل کود پایه و کود سرک نیتروژن بر میزان کلروفیل برگ گندم در تاریخ ۱۴ اردیبهشت ۱۳۸۵

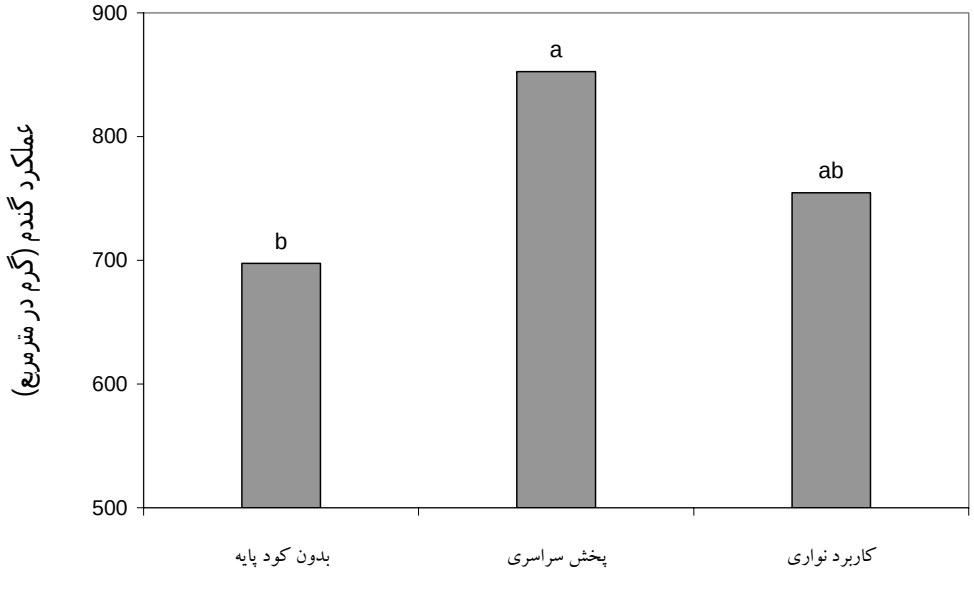
کود سرک	کود پایه			میانگین
	بدون کود پایه	پخش سراسری	کاربرد نواری	
پخش سطحی یک مرحله‌ای	۵۱/۳۵ a	۵۱/۳۳ a	۵۱/۲۸ a	۵۱/۳۲ a
پخش سطحی دو مرحله‌ای	a۴۷/۸۵ a	۵۰/۸۸ ab	۴۹/۱۳ abc	۴۹/۲۸ ab
محلول‌پاشی دو مرحله‌ای همراه علف‌کش	۴۹/۰ abc	۵۰/۰۵ abc	۴۹/۱۷ abc	۴۹/۴۰ ab
محلول‌پاشی دو مرحله‌ای	۴۵/۳۵ bc	۴۸/۱۷ abc	۴۶/۴۷ abc	۴۶/۶۶ b
پخش سطحی به‌علاوه محلول‌پاشی	۵۰/۰۵ abc	۴۹/۳۵ abc	۵۰/۰۵ abc	۴۹/۸۱ a
محلول‌پاشی سه مرحله‌ای	۴۴/۳۵ c	۴۸/۷۸ abc	۴۶/۷۸ abc	۴۶/۶۳ b

تیمارهای دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

جدول ۱۰ - نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه گندم

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد (گرم درمترمربع)
بلوک	۳	۸۶۱۳۸/۱۹۲ ns
کود پایه	۲	۱۴۷۴۲۹/۴۲۵ *
کود سرک	۵	۳۲۶۸۲/۵۰۸ *
اثر متقابل کود پایه و کود سرک	۱۰	۹۴۰۰/۷۱۱ ns
ضریب تغییرات		۱۴/۹۷

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



شکل ۸ - تأثیر کود پایه نیتروژن بر عملکرد دانه گندم در واحد سطح

عامل کود سرک نیتروژن به طور معنی‌داری عملکرد دانه گندم را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۱۰). بیشترین عملکرد دانه برای تیمارهای پخش سطحی یک مرحله‌ای، پخش سطحی دو مرحله‌ای در مجموع به میزان دوسوم تیمار رایج، پخش سطحی به میزان دوسوم تیمار رایج به‌علاوه محلول‌پاشی و محلول‌پاشی دو مرحله‌ای همراه علف‌کش حاصل شد؛ عملکرد تیمارهای یاد شده به طور معنی‌داری بیشتر از عملکرد دانه تیمارهای محلول‌پاشی دو و سه مرحله‌ای بود (جدول ۱۱).

جدول ۱۱ - تأثیر تیمارهای کود سرک نیتروژن بر عملکرد دانه گندم

کود سرک	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)
پخش سطحی یک مرحله‌ای	۸۰۲/۴ a
پخش سطحی دو مرحله‌ای	۷۴۷/۴ ab
محلول‌پاشی دو مرحله‌ای همراه علف‌کش	۷۲۲/۸ b
محلول‌پاشی دو مرحله‌ای	۶۷۶/۰ b
پخش سطحی به‌علاوه محلول‌پاشی	۸۰۲/۵ a
محلول‌پاشی سه مرحله‌ای	۶۹۸/۵ b

تیمارهای دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

عمده نیتروژن مورد استفاده گندم پیش از گل‌دهی جذب می‌شود و بعداً طی دوره پر شدن دانه به دانه‌های در حال نمو انتقال داده می‌شود. پتانسیل عملکرد گندم عمدتاً تحت‌تأثیر فراهمی نیتروژن طی دوره‌های رشد رویشی قرار می‌گیرد (۵). بیشترین مقدار عملکرد دانه با مصرف نیتروژن در زمان کاشت به همراه محلول‌پاشی آن در مرحله پنجه‌زنی به دست آمد (۱۱).

اثر متقابل فاکتورهای کود پایه و کود سرک نیتروژن بر عملکرد دانه گندم در واحد سطح معنی‌دار نبود (جدول ۱۰). بیشترین عملکرد دانه به میزان ۹۰۴ گرم در مترمربع برای تیمار تلفیقی پخش سطحی به میزان دوسوم تیمار رایج در مرحله پنجه‌زنی به‌علاوه محلول‌پاشی در مرحله ظهور سنبله با پخش سراسری کود پایه نیتروژن محقق شد. کم‌ترین عملکرد دانه در واحد سطح نیز به تیمار محلول‌پاشی سه مرحله‌ای فاقد کود پایه نیتروژن تعلق داشت (داده‌ها نشان داده نشده است).

در این پژوهش اندازه‌گیری کلروفیل برگ، میزان عبور نور از تاج‌پوشش گیاهی، شاخص سطح برگ و روند رشد گندم طی فصل رشد همگی مؤید اهمیت کود پایه نیتروژن در دست‌یابی به پتانسیل تولید گندم بود. به رغم کاهش ۳۳ درصدی مصرف کود نیتروژن در روش کاربرد نواری آن در مقایسه با پخش رایج سراسری اکثر مؤلفه‌های اندازه‌گیری شده گویای عدم تفاوت معنی‌دار بین روش‌های کاربرد نواری و پخش سراسری کود پایه نیتروژن بود. به نظر می‌رسد کاربرد نواری کود پایه نیتروژن زمینه مصرف بهینه آن را فراهم ساخته است. لذا با توجه به هزینه‌های بالای تولید و واردات کود نیتروژن و پیامدهای زیست‌محیطی مصرف زیادی آن شایسته است نسبت به فراهم نمودن ادوات مناسب کاشت، دستگاه‌های بذرکاری که در حین کاشت بذر کودها را نیز به صورت نواری به کاربرد می‌برند، و آگاه‌سازی کشاورزان در مورد منافع استفاده از این روش همت گمارد.

منابع

۱- فتحی، ق.، ح. نوریانی، ع. مدحج و ب. بهداروندی. ۱۳۸۶. اثرات سطوح و روش‌های مختلف مصرف کود نیتروژن بر صفات کمی و کیفی ذرت هیبرید S.C 704. مجله علوم کشاورزی ایران، ج. ۳۸. ش. ۱. ص. ۲۰۷-۲۱۴.

۲- قرنجیک، ا.، س. گالشی. ۱۳۸۰. اثر محلول پاشی کود اوره بر عملکرد و اجزا عملکرد دانه دو رقم گندم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ج. ۸. ش. ۲. ص. ۸۷-۹۸.

۳- لطف‌اللهی، م. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۷. کاهش مصرف کود نیتروژنی و افزایش پروتیین دانه گندم از طریق محلول‌پاشی. نشریه علمی پژوهشی خاک و آب. ج. ۱۲. شماره ۱. ص. ۵-۸.

4- 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. Agron. J. 95: 335–338.

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- Follet, R. H., L. S. Murphy, and R.L. Donahues. 1981. Fertilizers and soil amendments. Printice-Hall, Inc., New Jersey.

7- 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.

8- Gooding, M. J., and W. P. Davies. 1992. Foliar urea fertilization of cereals. Fertilizer Research, 32: 202-222.
9- Peltonen, J., and P. Pelton. 1990. Effect of apical-timed urea spraying on yield components and quality properties of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) in greenhouse experiments. Acta Agriculturae Scandinavica 40: (1): 33-43.
10- Rao, S. C., and T. H. Dao. 1992. Fertilizer placement and tillage effects of nitrogen assimilation by wheat. Agron. J. 84:1028- 1032.
11- Sarandon, S. J., and M. C. Gianibelli. 1990. Effect of foliar urea spraying and nitrogen application at sowing upon drymatter and nitrogen distribution in wheat (*Triticum aestivum*). Argentiina. Agronomic, 10: 183-189.
12- Tanaka, D. L., J. S. Jacobesn, and J. W. Bauder. 1990. Nutrient content and water use efficiency of spring wheat as affected by fertilizer and placement. P 152-158. Proc. Great Planins Soil Fertility Conference 6-7 March, Denver, Colorado.
13- Tindall, T. A., J. C. Jeffrey, and R. H. Brooks. 1995. Irrigated spring wheat response to topdressed nitrogen as predicted by flag leaf nitrogen concentration. J. Prod. Agric. 8: 46-52.