Plant Production and Genetics
Vol. 3, No. 2, Autumn & Winter 2022, p. 189-204

تولید و ژنتیک گیاهی
جلد ۳، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۱، صفحه ۲۰۴-۱۸۹

DOI: 10.34785/J020.2022.001

مقاله پژوهشی

اثر زمان و نحوه مصرف کود اوره بر میزان پروتئین دانه و انتقال مجدد نیتروژن تحت تأثیر آبیاری تکمیلی در گندم دیم

رحمان رجبی*[۱]، سید وحید اسلامی[۲]، مجید جامی الاحمدی[۲]، رضا محمدی[۳]، محسن سعیدی[۴]

۱. محقق مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، معاونت سرارود، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران و دانش‌آموخته دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران

۲. دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

۳. دانشیار، مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، معاونت سرارود، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

۴. دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۱۳

چکیده

نیتروژن نقش مهمی در افزایش کمی و کیفی عملکرد دانه گندم در دیم‌زارها ایفا می‌کند. در این پژوهش تأثیر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی کود اوره و کود سرک در مراحل مختلف نمو بر پروتئین دانه و انتقال مجدد ازت در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی بررسی شد. این تحقیق به‌صورت آزمایش کرت‌های خردشده نواری بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ و هر سال در دو آزمایش جداگانه دیم و آبیاری تکمیلی اجرا شد. عامل‌های آزمایش عبارت بودند از الف: محلول‌پاشی کود اوره در چهار مرحله رشدی (شاهد (آب‌پاشی)، آبستنی، آبستنی+ پرشدن دانه و پرشدن دانه) در کرت‌های اصلی ب: چهار رقم گندم دیم در کرت‌های فرعی (به‌صورت عمودی) و ج: تیمار کود سرک در دو سطح (عدم مصرف و مصرف کود سرک در مرحله نمو پنجه‌زنی) به‌عنوان عامل افقی. نتایج تجزیه مرکب و مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که محلول‌پاشی کود اوره در هر سه مرحله رشدی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه، محتوای نیتروژن، درصد و عملکرد پروتئین دانه و انتقال مجدد نیتروژن اندام‌های هوایی شد. کاربرد کود سرک بر عملکرد پروتئین دانه معنی‌دار بود. بیشترین مقدار این صفت در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی به ترتیب ۳۹۳ و ۴۹۲ کیلوگرم در هکتار بود. در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی رقم ریژاو دارای بیشترین کارایی انتقال مجدد و رقم آذر-۲ از کمترین میزان کارایی انتقال مجدد برخوردار بود. محلول‌پاشی در مرحله پرشدن دانه بیش‌ترین سهم در انتقال مجدد نیتروژن به دانه و تیمار شاهد کم‌ترین نقش را داشت.

کلیدواژگان: انتقال مجدد، پروتئین دانه، محلول‌پاشی، نیتروژن

* ایمیل نویسنده مسئول: Rajabi93@birjand.ac.ir

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات غذایی است که بیش از یک‌پنجم کالری و پروتئین موردنیاز مردم جهان را فراهم می‌کند (Comastri *et al.*, 2018). گندم به دلیل سازگاری گسترده‌ی کشت با شرایط مختلف آب و هوایی، سهولت کشت، امکان نگهداری طولانی‌مدت، ارزش غذایی بالا و قابلیت مصرف در اشکال مختلف، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (Moein *et al.*, 2021). عمده‌ترین عامل محدودکننده رشد در دیم‌زارها، آب و مواد غذایی است (Li *et al.*, 2009). در شرایط محدودیت آب در مناطق خشک، آبیاری تکمیلی دارای اهمیت بسزایی است (Montazar and Mohseni, 2011). در نواحی خشک بین عملکرد واقعی و عملکرد پتانسیل در گندم خلأ بزرگی وجود دارد (Sadras and Angus, 2006). بنابراین آب کافی و اعمال مدیریت مواد غذایی برای تضمین منابع غذایی برای ساکنین این نواحی اهمیت زیادی دارد. نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی است که رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Kamiji *et al.*, 2014). کیفیت دانه گندم تحت تأثیر فاکتورهای زیادی قرار می‌گیرد که ژنوتیپ یکی از مهم‌ترین آن‌هاست. علاوه بر ژنوتیپ، فاکتورهای محیطی طی فصل رشد و تکنیک‌های کاشت روی کیفیت دانه اثرگذار هستند (Hellemans *et al.*, 2018). کود نیتروژن نقش اساسی در تعیین کیفیت دانه گندم ایفا می‌کند. زمان، نوع، مقدار مصرف و نحوه استفاده از کود نیتروژن از اهمیت زیادی برخوردار است (Ransom *et al.*, 2016). تغذیه صحیح گیاه یکی از عوامل مهم در بهبود عملکرد و کیفیت محصول به شمار می‌آید. در تغذیه گیاه نه‌تنها باید هر عنصر به اندازه کافی در دسترس گیاه قرار گیرد، بلکه وجود تعادل عناصر غذایی از اهمیت زیادی برخوردار است. در شرایط عدم تعادل تغذیه‌ای، با اضافه‌کردن مقداری از یک عنصر غذایی نه‌تنها افزایش عملکرد رخ نمی‌دهد، بلکه اختلالاتی در رشد گیاه به وجود آمده و در نهایت افت عملکرد مطرح می‌شود (Maqsood *et al.*, 2009). نیتروژن نقش چشم‌گیری در افزایش عملکرد گندم در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایفا می‌کند. خشکی و کمبود نیتروژن، دو عامل محدودکننده فتوسنتز و رشد گیاهان، در بسیاری از مناطق جهان هستند. همچنین تنش خشکی روی رشد و متابولیسم نیتروژن تأثیرگذار است (Allahverdiyev, 2016). نیتروژن یکی از ماکرومولکول‌های مهم در تولید گندم است و نقش بسزایی در ترکیب پروتئین‌های گندم داشته و مهم‌ترین عامل محدودکننده‌ی توسعه‌ی مورفولوژیکی و شکل‌گیری اندام‌های گیاهی در گندم می‌باشد (Makino, 2011). محلول‌پاشی کود اوره در مقایسه با مصرف خاکی آن مزایایی دارد. به‌عنوان مثال، هنگام محلول‌پاشی کود اوره می‌توان از بسیاری از مواد شیمیایی مانند آفت‌کش‌ها، به‌طور هم‌زمان و در یک مخزن استفاده نمود. همچنین در این روش حدود ۸۰ در صد نیتروژن وارد شده به برگ‌ها به دانه‌ها انتقال می‌یابد. به عبارت دیگر، در روش محلول‌پاشی، اگر دقت کافی به عمل آید و در موقع مناسب اعمال شود، کارایی انتقال نیتروژن به دانه بسیار بالا می‌باشد. زیرا در این روش برگ‌ها مهم‌ترین اندام جذب‌کننده‌ی نیتروژن محسوب می‌شوند و تنها مقدار کمی از نیتروژن جذب‌شده به ریشه انتقال یافته و یا وارد خاک می‌شود (Havlin, 2020). در گندم، جذب نیتروژن از طریق محلول‌پاشی سریع است، به طوری که چهار ساعت پس از محلول‌پاشی، حدوداً ۶۸ در صد نیتروژن مصرفی جذب می شود. در این شرایط ۵۳ درصد نیتروژن در برگ‌های سبز، ۱۳ درصد در ساقه و ۲ در صد در برگ‌های پیر احیا می شود (Smith *et al.*, 1991). از آن‌جا که نیتروژن مورداستفاده در خاک می‌تواند از طریق عوامل مختلفی مانند آبشویی و یا تصعید از دسترس گیاه خارج شود و عرضه نیتروژن از طریق خاک، ریشه، گره‌ها و ساقه به دلایل تنش‌های محیطی و پیری گیاه محدود می‌گردد، محلول‌پاشی اوره از طریق شاخ و برگ عامل مؤثری در افزایش کیفیت و کمیت غلات دانه‌ای همچون گندم با شد (Mohammadi *et al.*, 2013). مقایسه کاربرد خاکی و محلول‌پاشی اوره با غلظت‌های مختلف در گندم نشان داده است که محلول‌پاشی اوره با غلظت ۴ درصد در مراحل پنجه‌زنی و ساقه‌روی، عملکرد دانه و میزان جذب نیتروژن توسط گیاه را افزایش می‌دهد (khan *et al.*, 2009). با توجه به نتایج پژوهش‌های انجام‌گرفته روی گندم دیم در کشور، مصرف کودهای نیتروژنی به صورت سرک در مناطق سرد دیم‌خیز به دلیل مواجه‌شدن با تنش‌های رطوبتی، اثر مثبتی در افزایش عملکرد این محصول نداشته و یا اثرات مثبت آن در افزایش عملکرد گندم دیم در مقایسه با کاربرد پاییزه نیتروژن معنی‌دار نبوده است (Faizi Asl and Valizadeh,

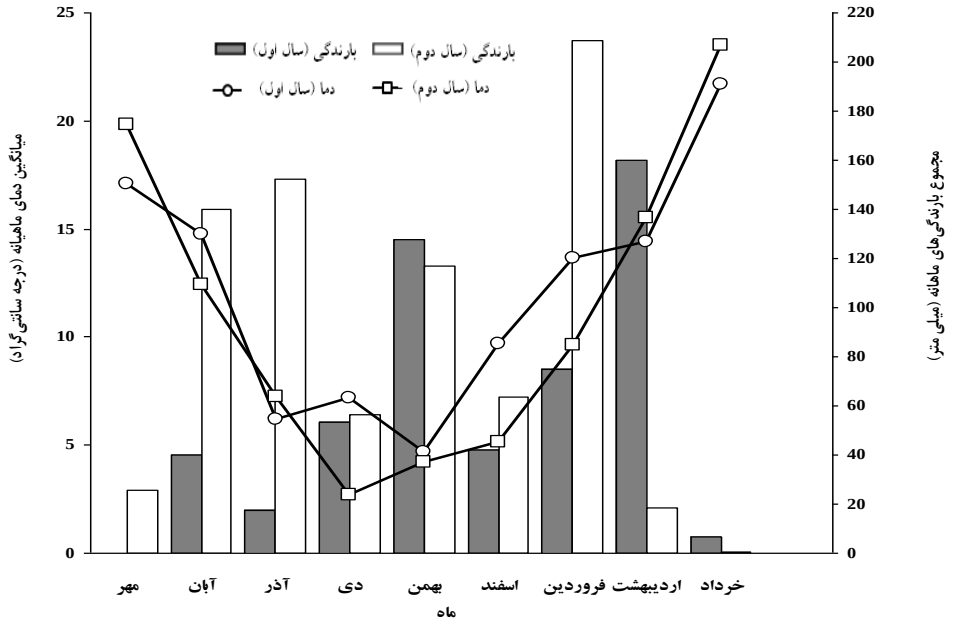
2004). نتایج بررسی‌های انجام‌شده روی گندم نشان می‌دهد افزایش مصرف نیتروژن و محلول‌پاشی آن در مراحل پایانی رشد باعث افزایش درصد پروتئین دانه می‌گردد (Fealegari *et al.*, 2017). مطالعات مختلف بیانگر آن است که وجود مقادیر بیشتر نیتروژن و ماده‌خشک در گیاه تا مرحله گرده‌افشانی باعث افزایش انتقال مجدد ماده‌خشک و نیتروژن به دانه می‌شود (Momoh *et al.*, 2004). Masoni و همکاران (2007) پس از مطالعه‌ی اثر نوع خاک بر انتقال مجدد ماده‌خشک و نیتروژن در گندم دوروم، حداکثر انتقال مجدد ماده خشک را ۳۰ درصد و محدوده انتقال مجدد نیتروژن را ۷۳ تا ۸۲ درصد گزارش نمودند. سطح زیر کشت بالای گندم دیم در کشور و اهمیت ویژه اقتصادی گندم در شرایط دیم، ایجاب می‌کند هرگونه راهکاری برای بهینه سازی کمیت و کیفیت این محصول مدنظر قرار گیرد. با توجه به مطالب ذکرشده، هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر مصرف کود نیتروژن به‌صورت سرک و محلول‌پاشی در مراحل مختلف نمو بر پروتئین دانه و انتقال مجدد نیتروژن ارقام جدید گندم دیم و تعیین بهترین زمان محلول‌پاشی برای دستیابی به حداکثر کیفیت دانه در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در دو سال زراعی۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ به‌صورت دو آزمایش جداگانه در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی در مزرعه تحقیقاتی معاونت مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود کرمانشاه، در قالب طرح کرت‌های خردشده نواری (استریپ اسپلیت پلات) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش عبارت بودند از الف: محلول پاشی کود اوره با غلظت ۳/۳۶ درصد (۱۴ کیلوگرم در هکتار) در چهار مرحله رشدی شامل ۱- شاهد (آب‌پاشی) ۲- محلول‌پاشی در مرحله نموی آبستنی (کد ۴۱ زادوکس) (Zadoks, 1974) ۳- محلول‌پاشی در دو مرحله نموی آبستنی و پرشدن دانه (کد ۴۱ و ۷۱ زادوکس) و ۴- محلول‌پاشی در مرحله نموی پرشدن دانه (کد۷۱ زادوکس) که در کرت‌های اصلی قرار گرفتند، ب: فاکتور رقم در چهار سطح شامل ارقام آذر-۲، ریژاو، باران و پراو در کرت‌های فرعی (به‌صورت عمودی) و ج: تیمار کود سرک اوره در دو سطح شامل ۱- ۴۰ کیلوگرم در هکتار و ۲- عدم مصرف کود سرک به‌صورت افقی در مرحله پنجه‌زنی (کد ۲۳ زادوکس). قبل از پیاده‌سازی نقشه طرح، نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری تهیه و به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد (جدول ۱). آمار هواشناسی سال‌های زراعی انجام آزمایش نیز در شکل ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- برخی از مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش در دو سال اجرای آزمایش در منطقه سرارود کرمانشاه

	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	درصد کربن آلی	ازت خاک (٪)	پتاسیم قابل‌جذب ppm	فسفر قابل‌جذب ppm	منگنز ppm	آهن ppm	روی ppm	مس ppm
۱۳۹۵-۹۶	۲۳/۴	۷۱/۴	۵/۲	۰/۹۳	۰/۰۹	۶۶۸	۱۳	۸/۵۶	۱/۴۴	۲/۳۲	۲/۳۴
۱۳۹۶-۹۷	۲۴/۱	۶۹/۸	۶/۱	۱/۱۲	۰/۱۲	۵۴۰	۱۱/۲	۱۲/۶	۵/۲	۱/۵۴	۰/۵۴



شکل ۱- آمار بارندگی و میانگین درجه‌حرارت ماهانه سال‌های زراعی ۹۶- ۱۳۹۵ و ۹۷- ۱۳۹۶ ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود

برای کشت از زمینی که سال قبل آیش بوده و روی آن عملیات آماده سازی انجام شده بود، استفاده شد. در فصل آیش و در پاییز زمین ابتدا با گاوآهن برگردان‌دار شخم زده شد. سپس در فصل بهار و تابستان سه بار سوئیپ و در نهایت قبل از کشت در فصل پائیز دیسک زده شد. همزمان با کشت، کود لازم برای هر کرت با توجه به نتایج آزمایش خاک به‌صورت ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و ۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره محاسبه و مصرف شد. کاشت ارقام با استفاده از ماشین بذرکار آزمایشی مدل وینتراشتایگر، در شش خط ۶ متری با فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر در سه تکرار انجام شد. تراکم بذر، ۳۸۰ بذر در مترمربع تعیین شد. در شرایط آبیاری تکمیلی، آبیاری مزرعه در دو نوبت شامل اوایل ساقه‌دهی (کد ۳۱ زادوکس) و شروع پرشدن دانه (کد ۷۱ زادوکس) به‌صورت آبیاری بارانی انجام شد. در هر مرحله آبیاری تکمیلی، به اندازه ۳۰ میلی‌متر آبیاری صورت گرفت. برای اندازه‌گیری پروتئین دانه، میزان پروتئین نمونه ها از روش Near Infrared با استفاده از دستگاه Inframatic perten مدل ۰۸۹۲۰۰ اندازه‌گیری شد. عملکرد پروتئین دانه نیز از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد پروتئین دانه محاسبه و برحسب کیلوگرم در هکتار بیان گردید. جهت اندازه‌گیری میزان انتقال مجدد نیتروژن از اندام‌های هوایی به دانه، سهم انتقال مجدد نیتروژن در نیتروژن دانه، سهم نیتروژن جذب‌شده پس از گل‌دهی درمجموع نیتروژن دانه و کارایی ساقه در انتقال مجدد نیتروژن به دانه، در زمان گل‌دهی و رسیدگی در هر مرحله ۱۰ بوته از هر کرت جدا شده، به مدت ۷۲ ساعت در آون قرار گرفت و سپس با استفاده از روابط زیر، پارامتر موردنظر تعیین گردید (Cox *et al.*, 1986).

- محتوای نیتروژن اندام هوایی (میلی‌گرم در ۱۰ بوته) = غلظت نیتروژن اندام هوایی × وزن ۱۰ عدد از هر یک از اندام‌های هوایی
- محتوای نیتروژن دانه (میلی‌گرم در ۱۰ بوته) = غلظت نیتروژن دانه × وزن دانه در ۱۰ بوته
- انتقال مجدد نیتروژن از ساقه = مقدار نیتروژن ساقه در مرحله گلدهی - مقدار نیتروژن ساقه در مرحله رسیدگی
- انتقال مجدد نیتروژن از اندام های رویشی = مقدار نیتروژن اندام‌های رویشی در مرحله گلدهی - مقدار نیتروژن اندام‌های رویشی در مرحله رسیدگی
- شاخص برداشت نیتروژن = (محتوای نیتروژن دانه/محتوای نیتروژن اندام‌های هوایی و دانه در مرحله رسیدگی) × ۱۰۰
- کارایی انتقال مجدد نیتروژن = (میزان انتقال مجدد نیتروژن / مقدار نیتروژن اندام‌های رویشی در مرحله گل‌دهی) × ۱۰۰
- سهم انتقال مجدد نیتروژن در نیتروژن دانه = (میزان انتقال مجدد نیتروژن / مقدار نیتروژن دانه در مرحله رسیدگی) × ۱۰۰

تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS 9.4 انجام شد و برای رسم نمودارها از برنامه Excel استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها در صفات موردبررسی از روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

پس از اطمینان از نرمال‌بودن داده‌ها، آزمون بارتلت به‌منظور بررسی یکنواختی واریانس سال‌ها صورت گرفت (جدول‌های ۲ و ۳). در ادامه، تجزیه واریانس صفات موردبررسی انجام شد. با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس مقایسه میانگین‌ها انجام شد (جدول‌های ۲ و۳). با بررسی مقایسه میانگین‌ها مشاهده شد بیشترین عملکرد دانه در شرایط دیم (۲۸۸۴ کیلوگرم در هکتار) و در شرایط آبیاری تکمیلی (۴۲۵۵ کیلوگرم در هکتار) مربوط به سال دوم اجرای آزمایش بود که به ترتیب ۱۷ و ۳۷ درصد نسبت به سال اول افزایش نشان داد (جدول‌های ۴ و ۵). کمتر بودن عملکرد در سال اول را می‌توان به عدم پراکنش مناسب بارش‌ها در سال اول نسبت داد. در سال اول پراکنش بارندگی در پاییز ۲۳/۲، زمستان ۲۶۸/۳ و در بهار ۲۰۱/۴ میلی‌متر بوده است، یعنی در سال اول ۴/۷ درصد بارش‌ها در پاییز، ۵۴/۴ درصد در زمستان و ۴۰/۹ درصد در بهار به وقوع پیوسته است درحالی‌که در سال دوم، پراکنش بارندگی در پاییز ۵۷/۴، در زمستان ۲۲۳/۱ و در بهار ۲۴۰/۷ میلی‌متر بوده است. به‌عبارت‌دیگر در سال دوم، ۱۱ درصد بارش‌ها در پاییز، ۴۲/۸ درصد در زمستان و۴۶/۲ درصد در بهار به وقوع پیوسته است (شکل ۱). همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد کاربرد کود سرک نسبت به عدم کاربرد آن در شرایط دیم در سطح پنج درصد و در شرایط آبیاری تکمیلی در سطح یک درصد بر عملکرد دانه دارای تأثیر معنی‌دار بود (جدول‌های ۲ و ۳). بیشترین مقدار عملکرد دانه در شرایط دیم ۲۹۰۷ و در شرایط آبیاری تکمیلی ۳۹۵۷ کیلوگرم بود که نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد کود سرک) به ترتیب ۴۷۰ و ۵۵۱ کیلوگرم در هکتار افزایش نشان داد. به عبارت دیگر، کود سرک به ترتیب باعث افزایش ۱۹ و ۱۶ درصدی عملکرد دانه در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی شد. Golik و همکاران (2005) نیز گزارش کردند کاربرد کود نیتروژن در مقایسه با تیمار شاهد سبب افزایش عملکرد گندم شد. کود نیتروژن، از طریق افزایش مواد فتو سنتزی باعث افزایش رشد رویشی و زایشی شده و در نتیجه باعث بقای بیشتر گل‌های بارور در گیاه می‌گردد که این امر باعث افزایش عملکرد دانه در مقادیر بالاتر نیتروژن می‌شود. افزایش عملکرد دانه در اثر افزایش مقدار کود نیتروژن ممکن است به علت تخصیص بیشتر مواد فتو سنتزی به قسمت‌های زایشی باشد (Cheema and Malik, 2001). بین تیمارهای محلول‌پاشی از نظر این صفت نیز در هر دو شرایط دیم و آبی اختلاف معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه در شرایط دیم ۲۹۵۷ کیلوگرم در هکتار و در شرایط آبیاری تکمیلی ۳۹۵۸ کیلوگرم در هکتار مربوط به محلول‌پاشی در مرحله آبستنی بود که به ترتیب ۶۷۶ و ۸۳۰ کیلوگرم نسبت به تیمار شاهد برتری نشان دادند. به بیان دیگر، محلول‌پاشی به ترتیب باعث افزایش ۲۹ و ۲۷ درصد عملکرد دانه در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی شده است (جدول‌های ۴ و ۵). Sarandon و Gianibelli (1990) در آزمایش‌های خود مشاهده نمودند که در صورت عدم مصرف نیتروژن در زمان کاشت، محلول‌پاشی اوره در آخر مرحله پنجه‌زنی، باعث افزایش عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده به ترتیب به میزان ۴۸ و ۳۰ درصد گردید. میانگین عملکرد دانه با آبیاری تکمیلی و شرایط دیم به ترتیب ۳۶۸۲ و ۲۶۷۲ کیلوگرم در هکتار بود و آبیاری تکمیلی منجر به افزایش قابل‌ملاحظه عملکرد دانه نسبت به شرایط دیم (۱۰۱۰ کیلوگرم در هکتار) شد. اختلاف ارقام موردبررسی نیز از نظر عملکرد دانه در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی معنی‌دار بود (جدول‌های ۲ و ۳). در این بررسی، در شرایط دیم کمترین و بیشترین عملکرد دانه با ۲۴۷۳ و ۲۷۸۹ کیلوگرم در هکتار به ترتیب مربوط به ارقام آذر-۲ و پراو بود. همچنین در شرایط آبیاری تکمیلی رقم باران با عملکرد ۳۹۴۶ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد دانه و رقم آذر-۲ با عملکرد ۳۳۸۵ کیلوگرم در هکتار پایین‌ترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. (جدول‌های ۴ و ۵). Peltonen (1993) گزارش کرد محلول‌پاشی ۱۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در اواخر مرحله خوشه در غلاف باعث افزایش عملکرد دانه و درصد پروتئین شد. افزایش عملکرد دانه در اثر افزایش مقدار کود نیتروژن به علت تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به قسمت‌های زایشی بود (Rabiee *et al.*, 2010). عملکرد

دانه به‌عنوان مهم‌ترین پارامتر جهت بررسی ژنوتیپ‌ها در برنامه‌های اصلاحی در نظر گرفته می شود. این صفت یک صفت پیچیده است که تحت تأثیر ژنتیک و محیط قرار می‌گیرد.

محتوای نیتروژن، درصد و عملکرد پروتئین دانه

محتوای پروتئین دانه یک صفت کیفی مهم برای گندم می‌باشد که متأثر از عوامل محیطی و ژنتیکی است. اثر کاربرد کود سرک و همچنین اثر تیمار محلول‌پاشی بر محتوای نیتروژن و درصد پروتئین دانه در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول های ۲ و ۳) و محلول پاشی، محتوای نیتروژن و درصد پروتئین دانه را افزایش داد. اثر سال در شرایط آبیاری تکمیلی بر محتوای نیتروژن و درصد پروتئین دانه معنی‌دار بود اما اثر سال در شرایط دیم بر محتوای نیتروژن و درصد پروتئین دانه معنی‌دار نشد. اثر متقابل سال در محلول‌پاشی بر محتوای در صد پروتئین دانه نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول‌های ۲ و ۳). اثر متقابل سال در محلول‌پاشی در شرایط دیم نشان داد بیشترین درصد پروتئین دانه به میزان ۱۴/۱ درصد متعلق به سال اول و محلول‌پاشی در زمان پرشدن دانه، و کمترین مقدار آن به میزان ۱۲/۴ درصد مربوط به سال دوم و تیمار شاهد (آب‌پاشی) بود (شکل ۲- الف). با توجه به شکل ۲ درحالی‌که بارندگی بیشتر بوده محلول‌پاشی در مرحله پر شدن و آبستنی و پر شدن تأثیرگذار نبوده است. دلیل این امر می‌تواند بالارفتن عملکرد دانه و افزایش بیشتر نشاسته نسبت به پروتئین باشد. Shah و همکاران (2017) اثر محلول‌پاشی اوره در مراحل قبل و بعد از گرده‌افشانی گندم را بررسی کردند و دریافتند که محلول‌پاشی بعد از گرده‌افشانی وزن هزاردانه و کیفیت آرد حاصل از این دانه‌ها را افزایش می‌دهد. اختلاف بین ارقام موردبررسی از نظر صفات محتوای نیتروژن و پروتئین دانه در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی معنی‌دار بود ($p<0/01$)(جدول‌های ۲ و۳). دامنه تغییرات محتوای نیتروژن دانه در شرایط آبیاری تکمیلی از ۱/۸۷ تا ۲/۱۳ درصد و دامنه تغییرات پروتئین دانه از ۱۱/۶۷ تا ۱۳/۳۴ درصد در بوته متغیر بود (جدول‌های ۲ و ۳). بررسی اثر متقابل محلول‌پاشی در رقم در شرایط دیم نشان داد بیشترین مقدار نیتروژن دانه به میزان ۲/۴۱ درصد به تیمار محلول‌پاشی در مرحله پر شدن دانه و رقم ریژاو و کمترین مقدار آن به مقدار ۱/۹۲ درصد به تیمار شاهد (آب‌پاشی) و رقم آذر-۲ مربوط بود (شکل ۳- ب). همچنین بررسی اثر متقابل محلول‌پاشی در رقم نشان داد بیشترین مقدار پروتئین دانه به میزان ۱۵/۰۹ درصد به تیمار محلول‌پاشی در مرحله پرشدن دانه و رقم ریژاو و کمترین مقدار آن به مقدار ۱۲ درصد به تیمار شاهد (آب‌پاشی) و رقم آذر-۲ مربوط بود (شکل ۳- الف). Koenig و همکاران (2011) غلظت پروتئین دانه‌ی ژنوتیپ‌های مختلف گندم دیم در تیمارهای مختلف مصرف نیتروژن معدنی (صفر الی ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) را ۹ الی ۱۵ درصد گزارش نمودند و عنوان کردند با افزایش میزان نیتروژن مصرفی، درصد پروتئین دانه در ژنوتیپ‌های گندم دیم افزایش می‌یابد. در مطالعات مختلف اثر مثبت کاربرد نیتروژن در مرحله خوشه‌دهی و گرده‌افشانی مشاهده شده است و حاکی از آن است که استفاده از نیتروژن در این مراحل رشدی باعث افزایش پروتئین دانه می‌شود (Dick *et al*, 2016). Ransom و همکاران (2016) نشان دادند ارقام مختلف گندم پاسخ‌های متفاوتی نسبت به کود نیتروژن دادند. محققان بسیاری دریافته‌اند که کاربرد کود سرک نیتروژن در اواخر فصل رشد در دست‌یابی به سطوح بالای پروتئین دانه مؤثر بوده است. Bly و Woodard (2003) اظهار داشتند محلول‌پاشی اوره سبب افزایش معنی‌دار محتوای پروتئین دانه گندم شد.

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها، همچنین نشان داد کاربرد کود سرک نسبت به عدم کاربرد آن در شرایط دیم بر عملکرد پروتئین دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین مقدار این صفت در شرایط دیم ۳۹۳ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد کود سرک) ۲۱ درصد افزایش نشان داد. اثر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی بر عملکرد پروتئین دانه نیز در شرایط دیم معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد پروتئین دانه در شرایط دیم ۳۹۵ کیلوگرم در هکتار و مربوط به تیمار محلول‌پاشی در مرحله پرشدن دانه بود که نسبت به تیمار شاهد ۳۸ درصد برتری نشان داد. بین ارقام نیز از لحاظ عملکرد پروتئین دانه، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. با بررسی مقایسات میانگین، بیشترین عملکرد پروتئین دانه مربوط به رقم ریژاو و کمترین آن مربوط به رقم آذر-۲ بود (جدول ۳).

جدول ۲- آزمون بارتلت و تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تیمارهای محلول‌پاشی کود اوره در مراحل مختلف نمو و کود سرک اوره بر صفت‌های مربوط به کیفیت دانه در چهار رقم گندم در شرایط دیم

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		عملکرد دانه	پروتئین دانه	عملکرد پروتئین دانه	نیتروژن دانه	شاخص برداشت نیتروژن	انتقال مجدد نیتروژن	کارایی انتقال مجدد نیتروژن	سهم انتقال مجدد
آزمون بارتلت		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
سال	۱	۸۶۵۹۸۰۰/۰**	۵/۴۳^{ns}	۱۰۹۷۸۷/۰۰**	۰/۱۴^{ns}	۳۰/۱۱^{ns}	۱۸۲۳/۲۶**	۵۵۲/۲۸^{ns}	۳۰۱/۲۳^{ns}
تکرار در سال	۴	۴۱۲۸۲۱/۰	۰/۸۹	۴۶۰۷/۸۵	۰/۰۲۳	۷/۷۳	۴۸/۳۵	۹۴/۵۰	۱۳/۹۸
سرک	۱	۱۰۵۸۸۲۰۰/۰*	۳/۴۳*	۲۳۱۴۸۸/۰۰*	۰/۰۸۸*	۶/۰۹^{ns}	۱۳۱۳/۳۱**	۴۲۲/۷۶**	۲۲۲/۳۴**
سال*سرک	۱	۸۷۶۱۵۰/۰^{ns}	۰/۰۱۹^{ns}	۱۴۷۱۷/۳۰^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۰/۲۴^{ns}	۲۰/۲۳^{ns}	۶۲/۴۰^{ns}	۴/۳۷^{ns}
خطا	۱	۷۸۲۳۴۴/۰	۰/۳۳	۱۸۰۳۲/۵۰	۰/۰۰۹	۱/۱۲	۲۲/۵۸	۱۳/۲۸	۲/۲۸
محلول‌پاشی	۴	۴۰۴۵۸۳۰/۰**	۱۳/۸۶**	۱۱۹۱۴۵/۰۰**	۰/۳۵*	۱۱/۸۳*	۷۲۳/۲۰**	۲۸/۸۵^{ns}	۷۱/۹۳**
سال*محلول‌پاشی	۳	۴۵۰۹۳۰/۰^{ns}	۱/۱۸**	۸۲۸۰/۹۸^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۱/۰۳^{ns}	۳۹/۸۰^{ns}	۱۰/۱۶^{ns}	۲/۳۸^{ns}
خطا	۳	۴۰۲۲۳۹/۰	۰/۱۵	۷۵۷۵/۹۹	۰/۰۰۴	۳/۴۰	۳۰/۴۳	۲۹/۶۰	۵/۸۹
سرک*محلول‌پاشی	۱۲	۲۲۶۴۲۲/۰^{ns}	۰/۶۱^{ns}	۳۵۵۰/۹۳^{ns}	۰/۰۱۶^{ns}	۰/۷۳^{ns}	۸۶/۰۴^{ns}	۳۹/۳۳^{ns}	۱۷/۲۷^{ns}
سال*سرک*محلول‌پاشی	۳	۱۳۸۸۷۵/۰^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۱۴۱۰/۹۱^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۲/۷۴^{ns}	۲۳/۳۴^{ns}	۱۲/۷۲^{ns}	۲/۷۶^{ns}
خطا	۳	۴۰۰۱۰۷/۰	۰/۴۱	۷۲۰۰/۵۸	۰/۰۱	۱/۷۳	۴۶/۰۵	۳۴/۷۵	۱۱/۳۶
رقم	۱۲	۹۷۰۱۲۴/۰**	۲۷/۶۲**	۴۵۸۰۷/۸۰**	۰/۰۷۱*	۲۱/۶۶**	۲۸۲۰/۹۶**	۹۰۵/۴۶**	۳۱۴/۲۶**
سال*رقم	۳	۸۷۱۵۸/۰^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۳۰۷۴/۳۰^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۳/۵۵^{ns}	۲۰/۶۶^{ns}	۵۳/۶۱^{ns}	۵/۶۰^{ns}
سرک*رقم	۳	۴۲۹۹/۴^{ns}	۰/۵۵^{ns}	۶۵۲/۴۲^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۱/۷۶^{ns}	۱۱۸/۲۰**	۱۹/۸۳^{ns}	۱۵/۷۷*
سال*سرک*رقم	۳	۷۰۷۴۳/۱^{ns}	۰/۴۰^{ns}	۱۳۵۰/۶۸^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۸۶^{ns}	۳/۳۵^{ns}	۳/۸۱^{ns}	۰/۵۴^{ns}
محلول‌پاشی*رقم	۳	۱۱۶۱۳۷/۰**	۰/۶۴*	۳۱۸۲/۹۴^{ns}	۰/۰۱۶*	۱/۲۳^{ns}	۶۹/۱۸**	۴۳/۲۰^{ns}	۱۰/۳۳*
سال*محلول‌پاشی*رقم	۹	۱۳۱۰۷۳/۰^{ns}	۰/۳۹^{ns}	۲۸۷۲/۵۳۶۲^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۱/۸۰^{ns}	۱۶/۳۵^{ns}	۱۷/۹۷^{ns}	۲/۰۶^{ns}
سرک*محلول‌پاشی*رقم	۹	۱۱۱۴۳۶/۰^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۲۷۲۳/۸۸^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}	۰/۹۵^{ns}	۲۳/۳۰^{ns}	۸/۱۴^{ns}	۳/۲۲^{ns}
سال* سرک* محلول‌پاشی*رقم	۹	۵۲۹۲۸/۳^{ns}	۰/۱۵^{ns}	۱۱۶۵/۴۱^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۱/۵۴^{ns}	۸/۶۱^{ns}	۷/۲۸^{ns}	۱/۰۵^{ns}
خطا	۹۶	۲۰۷۸۶۹/۰	۰/۲۷	۴۱۴۸/۹۷^{ns}	۰/۰۰۷	۱/۷۴	۲۶/۰۶	۲۷/۶۰	۴/۵۰
ضریب تغییرات (درصد)		۱۷/۱	۴/۰	۱۸/۱^{ns}	۴/۰	۱/۷	۱۳/۸	۹/۹	۱۲/۳

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۳- آزمون بارتلت و تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تیمارهای محلول‌پاشی کود اوره در مراحل مختلف نمو و کود سرک اوره بر صفت‌های مربوط به کیفیت دانه در چهار رقم گندم در شرایط آبیاری تکمیلی

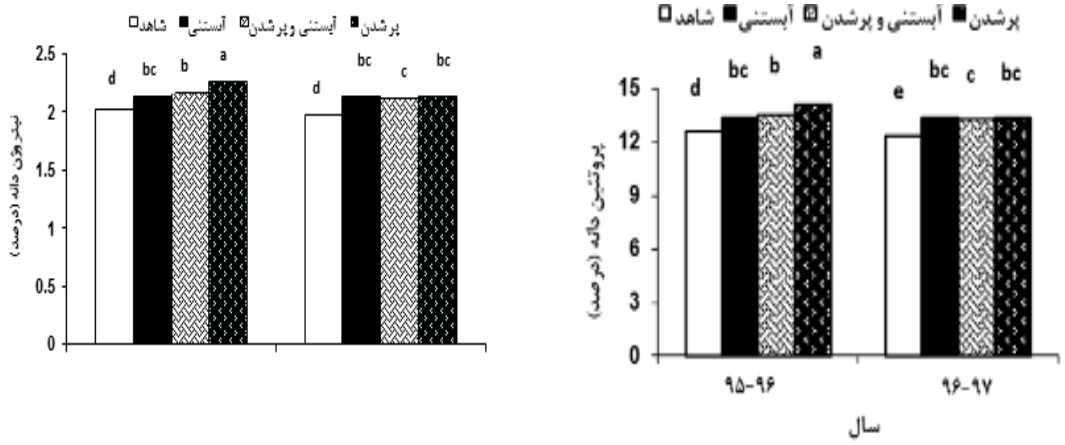
متابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		عملکرد دانه	پروتئین دانه	عملکرد پروتئین دانه	نیتروژن دانه	شاخص برداشت نیتروژن	انتقال مجدد نیتروژن	کارایی انتقال مجدد نیتروژن	سهم انتقال مجدد نیتروژن از نیتروژن دانه
آزمون بارتلت		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
سال	۱	۶۳۰۸۸۴۰۰**	۱۳/۷۹*	۷۰۴۲۵۳۲**	۰/۳۵*	۷/۴۸**	۱۰۷۵/۷۶*	۷۷۲/۲۷**	۱۸۴/۱۶*
تکرار در سال	۴	۳۲۱۹۲۴	۱/۹۳	۱۰۳۷۱/۹	۰/۵۲	۲/۰۰	۱۵۰/۷۴	۲۱۵/۶۹	۳۰/۶۵
سرک	۱	۱۴۵۸۰۳۰۰**	۱/۸۹*	۳۱۲۵۴۰**	۰/۵۰*	۰/۹۴**	۴۲۴/۹۳**	۳۸۱/۷۱**	۷۴/۷۷**
سال*سرک	۱	۱۳۷۴۳/۹**	۰/۲۵^{ns}	۱۶۲/۹۲**	۰/۹۴**	۰/۶۴**	۱/۸۷^{ns}	۲۹/۸۶**	۰/۷۸^{ns}
خطا	۴	۴۸۳۱۸۵	۰/۷۹	۱۰۶۶۶۴/۴۰	۰/۲۱	۱/۸۴	۶۳/۲۴	۱۱۴/۸۳	۱۱/۸۸
محلول‌پاشی	۳	۶۹۱۷۵۴۰**	۷/۵۷**	۱۶۲۵۶۱**	۰/۱۹**	۳۰/۹۷*	۳۰۶/۰۸*	۲۵/۱۱^{ns}	۳۸/۶۳*
سال *محلول‌پاشی	۳	۱۶۰۱۸۷**	۰/۶۹**	۸۱۷۴/۸۴**	۰/۱۸**	۰/۴۷**	۷/۰۴^{ns}	۴/۹۱^{ns}	۰/۴۳^{ns}
خطا	۱۲	۲۸۷۸۶۹	۰/۵۵	۴۲۰۹/۱۱	۰/۱۴	۷/۲۶	۶۵/۹۵	۱۹۶/۶۰	۱۶/۶۷
سرک*محلول‌پاشی	۳	۱۵۳۸۶۷^{ns}	۰/۴۹^{ns}	۹۷۷۴/۴۷**	۰/۱۲**	۰/۱۳**	۶۷/۹۳^{ns}	۵۳/۷۰^{ns}	۱۲/۰۳**
سال*سرک*محلول‌پاشی	۳	۴۸۳۵۴۷^{ns}	۱/۴۷^{ns}	۱۴۳۸۹/۶^{ns}	۰/۳۷**	۲/۹۹**	۴۱/۳۱^{ns}	۸۳/۳۱**	۵/۸۵^{ns}
خطا	۱۲	۲۶۷۰۲۷	۰/۳۲	۴۵۴۱/۹۵	۰/۸۱	۱/۳۶	۴۷/۲۹	۷۹/۳۴	۱۳/۶۰
رقم	۳	۲۹۱۲۰۴۰**	۲۲/۹۴**	۶۳۲۱۷/۳**	۰/۵۸**	۵۰/۲۵**	۱۴۹۷/۹۸**	۲۴۳۲/۵۸**	۲۳۳/۴۲**
سال*رقم	۳	۴۴۳۶۰۱^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۴۹۲۳/۰۴^{ns}	۰/۴۶^{ns}	۴/۱۹^{ns}	۲۴/۲۳^{ns}	۱۶۸/۳۱^{ns}	۸/۸۲^{ns}
سرک*رقم	۳	۴۶۲۵۰/۸^{ns}	۰/۷۶^{ns}	۴۴۵۲/۹^{ns}	۰/۱۹^{ns}	۰/۷۸^{ns}	۱۲/۹۲^{ns}	۱۸/۸۰^{ns}	۱/۱۵^{ns}
سال*سرک*رقم	۳	۱۲۳۸۸/۷^{ns}	۰/۱۴^{ns}	۱۱۲۰/۶۸^{ns}	۰/۳۵^{ns}	۰/۹۵^{ns}	۶/۳۱^{ns}	۲۵/۹۲^{ns}	۲/۰۸^{ns}
محلول‌پاشی*رقم	۹	۱۲۲۱۲۲^{ns}	۱/۳۸^{ns}	۵۹۵۱/۹۹^{ns}	۰/۳۷^{ns}	۳/۰۰^{ns}	۲۵/۳۱^{ns}	۴۰/۹۱^{ns}	۶/۴۵^{ns}
سال*محلول‌پاشی*رقم	۹	۲۵۵۵۸۹^{ns}	۰/۲۰^{ns}	۶۴۴۱/۶۱^{ns}	۰/۵۶^{ns}	۱/۱۶^{ns}	۸/۸۱^{ns}	۲۷/۵۸^{ns}	۱/۷۴^{ns}
سرک*محلول‌پاشی*رقم	۹	۲۳۵۵۸۶^{ns}	۰/۶۹^{ns}	۲۳۷۵/۸۱^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۱/۳۸^{ns}	۱۱/۳۹^{ns}	۳۶/۸۱^{ns}	۴/۳۳^{ns}
سال* سرک* محلول‌پاشی*رقم	۹	۱۶۷۶۳۹^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۴۲۱۲/۹۵^{ns}	۰/۶۴^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۳/۶۰^{ns}	۷/۷۵^{ns}	۰/۴۰^{ns}
خطا	۹۶	۲۳۴۸۲۳	۰/۶۹	۴۷۷۸/۷	۰/۱۸	۱/۶۰	۱۷/۷۴	۵۵/۱۳	۵/۶۰
ضریب تغییرات (درصد)		۱۳/۲	۶/۸	۱۵/۳	۶/۸	۱/۵	۱۹/۴	۱۷/۹	۲۱/۶

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۴- میانگین صفت‌های مربوط به عملکرد و کیفیت دانه در چهار رقم گندم در شرایط دیم

تیمار		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	پروتئین دانه (درصد)	عملکرد پروتئین دانه (کیلوگرم در هکتار)	نیتروژن دانه (درصد)	شاخص برداشت نیتروژن (درصد)	انتقال مجدد نیتروژن (میلی‌گرم در ده بوته)	کارایی انتقال مجدد نیتروژن (درصد)	سهم انتقال مجدد نیتروژن از نیتروژن دانه (درصد)
سال	۱۳۹۵-۹۶	۲۴۵۹/۴۸	۱۳/۴۱	۳۳۴/۳۸	۲/۱۵	۸۷/۸۱	۴۰/۱۵	۵۴/۷۶	۱۸/۵۶
	۱۳۹۶-۹۷	۲۸۸۴/۲۳	۱۳/۰۸	۳۸۳/۴۷	۲/۰۹	۸۷/۰۲	۳۳/۹۸	۵۱/۳۷	۱۶/۰۶
LSD (0.05)		۲۵۷/۰۴	۰/۳۸	۲۸/۷۳	۰/۰۶	۱/۱۱	۲/۷۸	۳/۸۹	۱/۵۰
کود اوره	سرک	۲۹۰۶/۶۹	۱۳/۳۸	۳۹۳/۰۰	۲/۱۴	۸۷/۶۰	۳۹/۶۸	۵۴/۵۵	۱۸/۳۸
	عدم سرک	۲۴۳۷/۰۲	۱۳/۱۱	۳۲۴/۸۴	۲/۱۰	۸۷/۲۴	۳۴/۴۵	۵۱/۵۸	۱۶/۲۳
LSD (0.05)		۳۵۳/۸۶	۰/۲۳	۵۳/۶۹	۰/۰۴	۰/۴۲	۱/۹۰	۱/۴۶	۰/۶۰
محلول‌پاشی	شاهد (آب‌پاشی)	۲۲۸۱/۰۸	۱۲/۴۹	۲۸۵/۰۲	۲/۰۰	۸۶/۹۴	۳۲/۶۳	۵۳/۷۱	۱۶/۱۱
	مرحله آبستنی	۲۹۵۶/۹۵	۱۳/۳۴	۳۹۴/۶۰	۲/۱۳	۸۷/۱۵	۳۷/۷۸	۵۳/۳۷	۱۷/۵۸
	مرحله آبستنی و پرشدن دانه	۲۶۴۳/۱۸	۱۳/۳۹	۳۶۹/۷۹	۲/۱۴	۸۷/۵۰	۳۵/۹۳	۵۱/۹۴	۱۶/۶۴
	مرحله پرشدن دانه	۲۸۰۶/۲۲	۱۳/۷۶	۳۸۶/۳۲	۲/۲۰	۸۸/۰۷	۴۱/۹۳	۵۳/۲۱	۱۸/۹۰
LSD (0.05)		۲۸۲/۰۷	۰/۱۷	۴۱/۳۲	۰/۰۳	۰/۸۲	۲/۴۵	۲/۴۲	۱/۰۸
رقم	آذر-۲	۲۴۷۲/۰۰	۱۲/۶۲	۳۰۳/۱۶	۲/۰۲	۸۶/۹۰	۳۰/۲۲	۴۹/۰۴	۱۴/۹۰
	ریژاو	۲۶۷۱/۱۰	۱۴/۳۲	۳۸۳/۵۰	۲/۲۹	۸۸/۳۹	۴۷/۴۵	۵۸/۷۷	۲۰/۶۱
	باران	۲۷۵۵/۳۳	۱۲/۸۳	۳۴۶/۹۷	۲/۰۵	۸۷/۰۸	۳۲/۵۳	۵۰/۴۴	۱۵/۷۳
	پراو	۲۷۸۸/۹۹	۱۳/۲۰	۳۶۶/۲۶	۲/۱۱	۸۷/۲۹	۳۸/۰۷	۵۳/۶۰	۱۷/۹۹
LSD (0.05)		۱۸۴/۷۲	۰/۲۱	۲۶/۰۹	۰/۰۳	۰/۵۳	۲/۰۷	۲/۱۳	۰/۸۶

الف ب

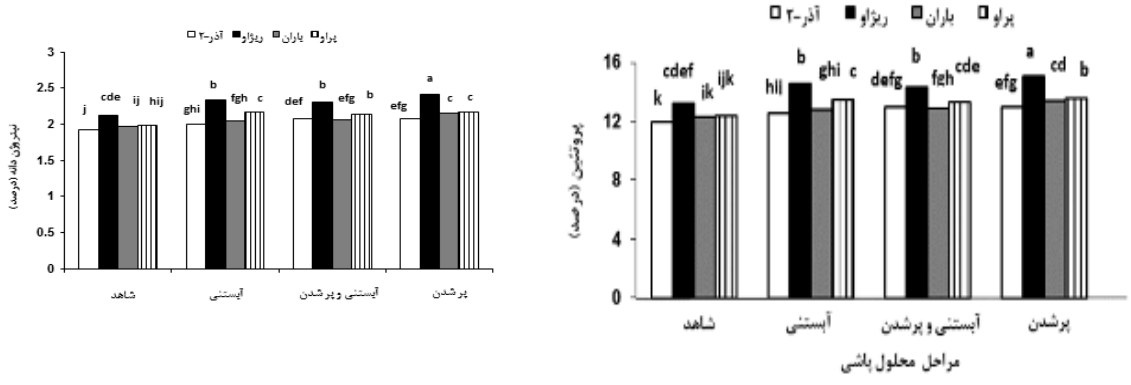


شکل ۲- الف: اثر متقابل سال و محلول‌پاشی کود اوره بر درصد پروتئین، ب: درصد نیتروژن دانه در شرایط دیم

جدول ۵- میانگین صفت‌های مربوط به عملکرد و کیفیت دانه در چهار رقم گندم در شرایط آبیاری تکمیلی

تیمار		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	پروتئین دانه (درصد)	عملکرد پروتئین دانه (کیلوگرم در هکتار)	نیتروژن دانه (درصد)	شاخص برداشت نیتروژن (درصد)	انتقال مجدد نیتروژن (میلی‌گرم در ده بوته)	کارایی انتقال مجدد نیتروژن (درصد)	سهم انتقال مجدد نیتروژن از نیتروژن دانه (درصد)
سال	۱۳۹۵	۳۱۰۸/۵۶	۱۲/۵۲	۴۴۳/۷۶	۲/۰۰	۸۶/۸۰	۲۴/۰۸	۴۳/۴۴	۱۱/۹۱
	۱۳۹۶	۴۲۵۵/۰۱	۱۲/۰۰	۴۵۷/۵۸	۱/۹۲	۸۷/۱۹	۱۹/۳۵	۳۹/۴۳	۹/۹۵
LSD (0.05)		۱۸۸/۴۶	۰/۵۰	۱۶۶/۸۹	۰/۳۶	۰/۵۴	۳/۱۸	۴/۲۹	۱/۳۸
کود اوره	سرک	۳۹۵۷/۳۵	۱۲/۴۱	۴۹۱/۸۱	۱/۹۹	۸۶/۹۲	۲۳/۲۰	۴۲/۸۴	۱۱/۵۶
	عدم سرک	۳۴۰۶/۲۱	۱۲/۱۱	۴۰۹/۸۶	۱/۹۴	۸۷/۰۶	۲۰/۲۳	۴۰/۰۲	۱۰/۳۱
LSD (0.05)		۲۷۸/۱۰	۰/۲۹	۴۳/۳۴	۰/۴۷	۰/۵۴	۳/۱۸	۴/۲۹	۱/۳۸
محلول‌پاشی	شاهد (آب‌پاشی)	۳۱۲۶/۸۲	۱۱/۷۰	۳۶۷/۱۸	۱/۸۶	۸۷/۶۷	۱۸/۵۵	۴۰/۴۲	۹/۸۱
	مرحله آبستنی	۳۹۵۷/۵۵	۱۲/۳۰	۴۸۶/۲۹	۱/۹۷	۸۷/۳۵	۲۱/۸۸	۴۲/۰۹	۱۱/۰۲
	مرحله آبستنی و پرشدن دانه	۳۷۵۳/۰۶	۱۲/۳۸	۴۵۶/۰۴	۱/۹۸	۸۷/۱۲	۲۱/۷۰	۴۱/۷۵	۱۰/۸۸
	مرحله پرشدن دانه	۳۸۸۹/۷۱	۱۲/۶۶	۴۹۳/۸۳	۲/۰۳	۸۵/۸۴	۲۴/۷۳	۴۱/۴۷	۱۲/۰۱
LSD (0.05)		۲۳۸/۶۳	۰/۳۷	۲۹/۰۳	۰/۵۹	۱/۲۰	۳/۶۱	۶/۲۴	۱/۸۲
رقم	آذر-۲	۳۳۸۵/۰۱	۱۱/۶۷	۳۹۷/۷۵	۱/۸۷	۸۷/۱۱	۱۸/۴۴	۳۹/۳۶	۹/۸۸
	ریژاو	۳۵۸۹/۵۴	۱۳/۳۴	۴۷۴/۸۷	۲/۱۳	۸۸/۱۶	۲۹/۰۳	۵۰/۲۸	۱۳/۷۶
	باران	۳۹۴۶/۱۲	۱۱/۷۵	۴۶۳/۳۷	۱/۸۸	۸۵/۶۷	۱۶/۴۴	۳۳/۲۲	۸/۶۵
	پراو	۳۸۰۶/۴۶	۱۲/۲۸	۴۶۷/۳۴	۱/۹۶	۸۷/۰۳	۲۲/۹۵	۴۲/۸۸	۱۱/۴۲
LSD (0.05)		۱۹۶/۳۳	۰/۲۹	۲۸/۱۶	۰/۴۷	۰/۵۱	۱/۷۱	۳/۰۱	۰/۹۶

الف ب



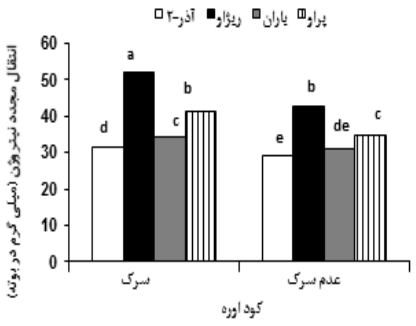
شکل ۳ - الف: اثر متقابل رقم و محلول‌پاشی کود اوره بر درصد پروتئین، ب: درصد نیتروژن دانه در شرایط دیم

انتقال مجدد نیتروژن به دانه از اندام‌های هوایی

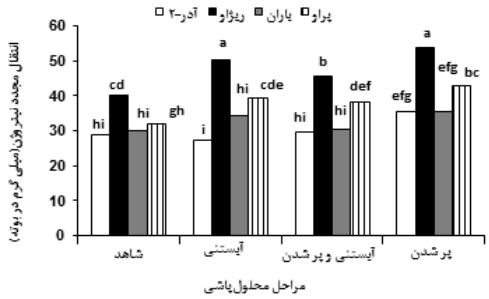
نیتروژن موردنیاز دانه‌ی در حال نمو از طریق انتقال مجدد نیتروژن جذب شده پیش از گرده‌افشانی و به وسیله تجمع نیتروژن جذب‌شده در طی پرشدن دانه تأمین می‌گردد. در شرایط دیم اثر ساده سال، کود سرک، محلول‌پاشی و اثر متقابل کود ســـرک در رقم بر میزان انتقال مجدد نیتروژن

در سطح احتمال یک درصد، و در شرایط آبیاری تکمیلی، اثر ساده سال و محلول‌پاشی در سطح احتمال پنج درصد و رقم در سطح احتمال یک درصد بر میزان انتقال مجدد نیتروژن معنی‌دار بود (جدول‌های ۲ و ۳). در شرایط آبیاری تکمیلی، میزان تغییرات انتقال مجدد از ۱۸/۶ میلی‌گرم در بوته در حالت شاهد تا ۲۴/۷ میلی‌گرم در بوته در شرایط محلول‌پاشی در زمان پرشدن دانه متغیر بود (جدول ۵). اثر متقابل محلول‌پاشی در رقم در شرایط دیم نشان داد بیشترین انتقال مجدد نیتروژن به میزان ۴۷/۵ میلی‌گرم در ۱۰ بوته مربوط به تیمار محلول‌پاشی در مرحله پرشدن دانه و رقم ریژاو و کمترین میزان آن به مقدار ۳۰/۲ میلی‌گرم در ۱۰ بوته مربوط به تیمار شاهد (آب‌پاشی) و رقم آذر-۲ بود (شکل ۴- ب). بین ارقام نیز از لحاظ انتقال مجدد نیتروژن در شرایط آبیاری تکمیلی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($p<0/01$) (جدول ۳). بیشترین انتقال مجدد با ۲۹/۰۳ متعلق به رقم ریژاو و کمترین آن با ۱۸/۴۴ مربوط به رقم آذر-۲ بود (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش کود سرک و رقم در شرایط دیم نیز نشان داد بیشترین انتقال مجدد به شرایط کاربرد کود سرک و رقم پراو (۵۲ میلی‌گرم در ۱۰ بوته)، و کمترین مقدار آن (۳۰/۱ میلی‌گرم در ۱۰ بوته) به رقم باران در شرایط عدم کاربرد کود سرک اختصاص داشت (شکل ۴- الف). درصد تغییرات انتقال مجدد نیتروژن در چهار رقم آذر-۲، ریژاو، باران و پراو در شرایط مصرف کود سرک اوره نسبت به عدم مصرف آن به ترتیب ۷/۶، ۲۱/۶، ۱۰/۶ و ۱۸/۲ درصد بود. آمار بلندمدت هواشناسی منطقه و نتایج آزمایش حاضر نشان می‌دهد نوع تنش منطقه، تنش انتهایی بوده و ارقام بیشترین تنش را در دوره زایشی تحمل می‌کنند. اهمیت انتقال مجدد نیتروژن برای گیاه گندم که در شرایط آب و هوایی خشک و نیمه‌خشک رشد می‌کند قابل‌ملاحظه است؛ زیرا در این شرایط، پس از مرحله گلدهی، تنش خشکی جذب نیتروژن از خاک را محدود می‌سازد (Kirda *et al.*, 2001). به‌این‌ترتیب، درصد پروتئین دانه به مقدار زیادی به انتقال مجدد نیتروژن ذخیره‌شده در اندام‌های رویشی وابسته است.

الف



ب



شکل۴ -الف: اثر متقابل رقم و کود سرک اوره، ب: اثر متقابل رقم و محلول‌پاشی بر انتقال مجدد نیتروژن دانه شرایط دیم

کارایی انتقال مجدد نیتروژن

میزان انتقال مجدد نیتروژن به کارایی انتقال مجدد نیتروژن از اندام‌های هوایی بستگی دارد. بیشترین و کمترین درصد انتقال مجدد نیتروژن مربوط به تیمار محلول‌پاشی در مرحله پرشدن دانه و تیمار شاهد (آب‌پاشی) بود. اما از نظر این صفت بین تیمار شاهد و تیمار محلول‌پاشی در مرحله آبستنی و مرحله آبستنی و پرشدن دانه، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲۰). Radmehr و همکاران (1997) نیز در بررسی تأثیر تقسیط نیتروژن در انتقال مجدد آن گزارش کردند تقسیط این کود کارایی انتقال مجدد نیتروژن را افزایش می‌دهد. محلول‌پاشی موجب کاهش تعداد سنبلچه عقیم می‌گردد و از این طریق با افزایش عملکرد، نیاز به نیتروژن را افزایش داده و انتقال مجدد نیتروژن و کارایی استفاده از آن را بالا می‌برد. تنوع ژنتیکی برای جذب و یا کارایی بهره‌برداری از نیتروژن در گندم گزارش شده است (Papakosta and Gagianas, 1991). اختلاف ارقام موردمطالعه از نظر این صفت در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی معنی‌دار بود ($p<0/01$). در هر دو شرایط رقم ریژاو

دارای بیشترین کارایی انتقال مجدد و رقم آذر-۲ از کمترین میزان کارایی انتقال مجدد برخوردار بود (جدول‌های ۴ و ۵). در گزارش‌های مختلف به تفاوت موجود بین ارقام مختلف از نظر کارایی انتقال مجدد اشاره شده است. برای مثال Papakosta و Gagianas (1991) کارایی انتقال مجدد نیتروژن را از ۶۰/۹ تا ۸۰/۷ درصد و Przulj و Momcilovic (2001) از ۲۷ تا ۶۶ درصد گزارش کرده‌اند. میزان انتقال مجدد نیتروژن و کارایی آن به رطوبت خاک، رقم و قسمت‌های مختلف گیاه زراعی وابسته می‌باشد و ارقام با کارایی بالاتر انتقال مجدد نیتروژن بیشتر موردتوجه می‌باشند. در پژوهش حاضر، همان‌طور که نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان می‌دهد، گستره‌ی تغییرات میزان انتقال مجدد نیتروژن بیشتر از تغییرات محتوای نیتروژن دانه و در نتیجه پروتئین دانه بوده است (جدول‌های ۴ و ۵). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در برخی از ارقام، نقش آسیمیلاسیون جاری نیتروژن پس از گل‌دهی، بالاتر از انتقال مجدد می‌باشد و بین انتقال مجدد نیتروژن و سهم آسیمیلاسیون نیتروژن پس از گل‌دهی یک رابطه‌ی جبرانی وجود دارد؛ این امر باعث ثبات نسبی درصد پروتئین دانه در ارقام مختلف می‌گردد.

شاخص برداشت نیتروژن

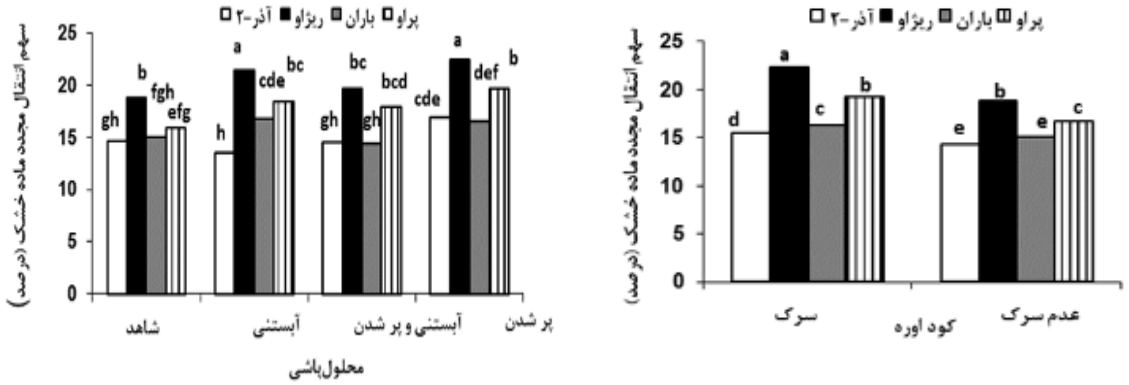
در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی، اثر ساده محلول‌پاشی ($p<۰/۰۵$) و اثر ساده رقم بر شاخص برداشت نیتروژن معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$). سال تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت نیتروژن نداشت. تیمارهای محلول‌پاشی تأثیری معنی‌دار بر شاخص برداشت نیتروژن داشتند (جدول‌های ۲ و ۳). در شرایط دیم کمترین شاخص برداشت (۸۶/۹ درصد) به تیمار شاهد (آب‌پاشی) و بیشترین آن (۸۸/۱ درصد) به محلول‌پاشی در زمان پرشدن دانه مربوط بود (جدول ۴). ارقام موردمطالعه، ازنظر شاخص برداشت نیتروژن به‌طور معنی‌داری متفاوت بودند. به‌طوری‌که در شرایط دیم رقم ریزاو با ۸۸/۳ در صد دارای بیشترین و رقم آذر-۲ با ۸۶/۹ درصد دارای کمترین میزان شاخص برداشت نیتروژن بود و در شرایط آبیاری تکمیلی نیز رقم ریزاو با ۲/ ۸۸ در صد دارای بیشترین و رقم پراو با ۸۷ در صد دارای کمترین میزان شاخص برداشت نیتروژن بود (جدول‌های ۴ و ۵). مقدار پروتئین دانه در گندم حدود ۱۲ در صد و پروتئین کاه و کلش کمتر از ۲ در صد است. بنابراین به‌طور متوسط محتوای پروتئین دانه در حدود ۷ برابر کاه و کلش است. شاخص برداشت نیتروژن، بخشی از نیتروژن بوته است که به دانه وارد شده است. کاهش شاخص برداشت نیتروژن به‌وا سطه باقی‌ماندن نیتروژن در ساقه و عدم انتقال مواد پرورده به دانه است. Xu و همکاران (2005) شاخص برداشت نیتروژن را در دو رقم گندم تحت پنج شدت متفاوت تنش خشکی از ۷۳ تا ۸۱ درصد گزارش کردند که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

سهم انتقال مجدد نیتروژن

در شرایط دیم سهم انتقال مجدد نیتروژن تحت تأثیر اثر سال قرار نگرفت اما در اثر متقابل کود سرک در رقم و محلول‌پاشی در رقم اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول‌های ۲ و ۳). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل کود سرک و رقم نشان داد در بین ارقام موردمطالعه رقم ریزاو در شرایط کاربرد کود سرک با ۲۲/۴ درصد بیشترین و رقم آذر-۲ در شرایط عدم کاربرد کود سرک با ۱۴/۳ درصد کمترین میزان سهم انتقال مجدد نیتروژن را نشان دادند (شکل ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل محلول‌پاشی در رقم نشان داد که بیشترین سهم انتقال مجدد نیتروژن به رقم ریزاو در تیمار محلول‌پاشی در مرحله پرشدن دانه با ۲۲/۵ درصد و کمترین آن به رقم آذر-۲ با ۱۳/۶ درصد در شرایط شاهد بود (شکل ۴). در شرایط آبیاری تکمیلی، سهم انتقال مجدد نیتروژن تحت تأثیر اثر سال قرار گرفت. دامنه تغییرات سهم انتقال مجدد نیتروژن از ۱۱/۹۱ درصد در سال اول تا ۹/۹۵ درصد در سال دوم متغیر بود که ۱۶ درصد نسبت به سال دوم برتری نشان داد. همچنین مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی نشان داد بیشترین سهم انتقال مجدد به تیمار محلول‌پاشی در مرحله پر شدن دانه (۱۲/۰۱ درصد) و کمترین آن (۹/۸۲ درصد) به تیمار شاهد اختصاص داشت (جدول ۴). به نظر می‌رسد افزایش میزان نیتروژن باعث افزایش سهم توزیع مواد فتوسنتزی به دانه شده است. افزایش سهم انتقال مجدد با افزایش نیتروژن به دلیل افزایش تجمع ماده‌خشک در اندام‌های رویشی در مرحله گرده‌افشانی است. Perez و همکاران (1983) پس از مطالعه روی گندم گزارش نمودند تجمع و انتقال مجدد نیتروژن از اندام‌های رویشی به دانه، منبع مهمی در تعیین عملکرد و کیفیت دانه می‌باشد. ایشان گزارش کردند در بین اندام‌های مختلف رویشی، به ترتیب

برگ‌ها، پوشینه‌ها، ساقه‌ها و غلاف‌ها مهم‌ترین منابع برای انتقال مجدد نیتروژن به دانه هستند. در بین ارقام موردمطالعه، رقم ریژاو با ۱۳/۷۶ درصد بیشترین و رقم باران با ۸/۶۵ درصد کمترین میزان سهم انتقال مجدد نیتروژن را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). نتایج این پژوهش با گزارش Ahmadi و همکاران (2004) نیز مطابقت داشت. حرکت مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن یا محل‌های مصرف مبتنی بر تولید مواد فتوسنتزی منبع، ازیک‌طرف و ظرفیت مخزن از طرف دیگر دو عامل تعیین‌کننده می‌باشند که در صورت عدم تعادل بین آن‌ها، عملکرد کاهش پیدا می‌کند. هنگامی که قدرت منبع در تولید مواد فتوسنتزی کاهش می‌یابد، سهم ترکیباتی که مجدداً به حرکت درآمده و به دانه منتقل می‌شوند، افزایش می‌یابد. بنابراین می‌توان گفت افزایش مصرف مقادیر نیتروژن نقش مهمی در افزایش سهم انتقال مجدد در تأمین مواد فتوسنتزی دانه داشته است.

الف ب



شکل ۵- الف: اثر متقابل رقم و کود سرک اوره، ب: اثر متقابل رقم و محلول‌پاشی کود اوره بر سهم انتقال مجدد ماده‌خشک در شرایط دیم

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد محلول‌پاشی اوره و کاربرد کود سرک در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی در بهبود صفات کیفی گندم مؤثر بود. بررسی صفات کیفی نشان داد در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی کاربرد کود اوره به صورت سرک و محلول‌پاشی اوره باعث افزایش معنی‌دار پروتئین دانه، نیتروژن دانه، انتقال مجدد نیتروژن اندام‌های هوایی، کارآیی و سهم انتقال مجدد نیتروژن دانه شد. بیش‌ترین افزایش پروتئین دانه در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی مربوط به محلول‌پاشی در زمان پرشدن دانه بود. هم‌چنین نتایج این مطالعه نشان داد محلول‌پاشی در مرحله پر شدن دانه در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی به ترتیب باعث افزایش ۲۵ و ۲۸ درصدی انتقال مجدد نیتروژن نسبت به تیمار شاهد شد. در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی، بیشترین میزان انتقال مجدد نیتروژن مربوط به رقم ریژاو و کمترین میزان آن متعلق به رقم آذر-۲ بود. میانگین عملکرد دانه در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی در سال زراعی دوم، نسبت به سال زراعی اول حدود ۳۰ درصد افزایش یافت. میانگین عملکرد دانه با آبیاری تکمیلی و شرایط دیم به ترتیب ۳۶۸۲ و ۲۶۷۲ کیلوگرم در هکتار بود و آبیاری تکمیلی منجر به افزایش قابل‌ملاحظه عملکرد دانه نسبت به شرایط دیم (۱۰۱۰ کیلوگرم در هکتار) شد. در شرایط دیم، رقم پراو با ۲۷۸۹ کیلوگرم در هکتار و در شرایط آبیاری تکمیلی رقم باران با ۳۹۴۶ کیلوگرم در هکتار بالاترین میزان عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از معاونت مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود به‌جهت در اختیار گذاشتن امکانات و تجهیزات مورد نیاز این پژوهش قدردانی می‌شود.

منابع

Ahmadi, A., siosemardeh, A. and Zali, A. 2004. Comparison of storage and retransfer capacity of photosynthetic materials and their contribution to yield in four wheat cultivars under optimal I rrigation and drought stress conditions. Agricultural Sciences, 35(4): 913-921. (In Persian).

Allahverdiyev, T.I. 2016. Impact of soil water deficit on some physiological parameters of durum and bread wheat genotypes. Agriculture and Forestry, 62(1): 131-144.

Bly, A.G. and Woodard, H.J. 2003. Foliar nitrogen application timing influence on grain yield and protein concentration of hard red winter and spring wheat. Agronomy, 95(2): 335-338.

Cheema, M.A., Saleem, M. and Malik, M.A.A. 2001. Effect of row spacing and nitrogen management of agronomic traits and oil quality of canola (*Brassica napus* L.). Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 38:15-18.

Comastri, A., Janni, M., Simmonds, J., Uauy, C., Pignone, D., Nguyen, H.T. and Marmiroli, N. 2018. Heat in wheat: exploit reverse genetic techniques to discover new alleles within the Triticum durum sHsp26 family. Frontiers in Plant Science, 9:1-16.

Cox, M.C., Qualset, C.O. and Rains, D.W. 1986. Genetic variation for nitrogen assimilation and translocation in wheat. III. Nitrogen translocation in relation to grain yield and protein 1. Crop Science, 26(4): 737-740.

Dick, C.D., Thompson, N.M., Epplin, F.M. and Arnall, D.B. 2016. Managing late-season foliar nitrogen fertilization to increase grain protein for winter wheat. Agronomy, 108(6): 2329-2338.

Faizi Asl, W., Valizadeh, G.R. 2004. The effect of urea foliar application time on quantitative and qualitative characteristics of Sardari wheat in rainfed conditions. Agricultural Sciences, 2(35): 301-311. (In Persian).

Fealegari, H., Ghobadi, M., Mohammadi, G. and Jalali-Honarmand, S. 2017. Investigation of physiological traits of wheat cultivars under different levels of nitrogen and irrigation. Plant Technology Production, 16: 97-109. (In Persian).

Golik, S.I., Chidichimo, H.O. and Sarandón, S.J. 2005. Biomass production, nitrogen accumulation and yield in wheat under two tillage systems and nitrogen supply in the Argentine Rolling Pampa. Agricultural Sciences, 1(1): 36-41.

Havlin, J.L. 2020. Soil: Fertility and nutrient management. In Landscape and land capacity. CRC Press, p15: 251-265.

Hellemans, T., Landschoot, S., Dewitte, K., Van Bockstaele, F., Vermeir, P., Eeckhout, M. and Haesaert, G. 2018. Impact of crop husbandry practices and environmental conditions on wheat composition and quality: a review. Agricultural and Food Chemistry, 66(11): 2491-2509.

Kamiji, Y., Pang, J., Milroy, S.P. and Palta, J.A. 2014. Shoot biomass in wheat is the driver for nitrogen uptake under low nitrogen supply, but not under high nitrogen supply. Field Crops Research, 165: 92-98.

Khan, P., Memon, M.Y., Imtiaz, M. and Aslam, M. 2009. Response of wheat to foliar and soil application of urea at different growth stages. Pakistan Journal of Botany, 41(3): 1197-1204.

Kirda, C., Derici, M.R. and Schepers, J.S. 2001. Yield response and N-fertiliser recovery of rainfed wheat growing in the Mediterranean region. Field Crops Research, 71(2): 113-122.

Koenig, R.T., Cogger, C.G. and Bary, A.I. 2011. Dryland winter wheat yield, grain protein, and soil nitrogen responses to fertilizer and biosolids applications. Applied and Environmental Soil Science, 2011: 1-9.

Li, S.X., Wang, Z.H., Malhi, S.S., Li, S.Q., Gao, Y.J. and Tian, X.H. 2009. Nutrient and water management effects on crop production, and nutrient and water use efficiency in dryland areas of China. Advances in Agronomy, 102: 223-265.

Makino, A. 2011. Photosynthesis, grain yield, and nitrogen utilization in rice and wheat. Plant physiology, 155(1): 125-129.

Maqsood, M.A., Rahmatullah, S.H.A.M.S.A., Kanwal, T., Aziz, A.M. and Ashraf, M., 2009. Evaluation of Zn distribution among grain and straw of twelve indigenous wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Pakistan Journal of Botany, 41(1): 225-231.

Masoni, A., Ercoli, L., Mariotti, M. and Arduini, I. 2007. Post-anthesis accumulation and remobilization of dry matter, nitrogen and phosphorus in durum wheat as affected by soil type. European Journal of Agronomy, 26(3): 179-186.

Moein, F., Kalantari, K., Asadi, A. and Kurd Alivand, S. 2021. Factors affecting wheat waste from the perspective of villagers in Shush. Space Economy and Rural Development, 10(36): 99-118.

Mohammadi, S., Peyghambarnejad, S. and Arefi, S. 2013. Effect of foliar urea nutrition at different developmental stages on grain yield and protein content of two rainfed wheat cultivars. Crop Research, 10: 207-213. (In Persian).

Montazar, A. and Mohseni, M. 2011. Influence of supplemental irrigation and applied nitrogen on wheat water productivity and yields. Agricultural Science, 3(1): 78-88.

Momoh, E.J., Song, W.J., Li, H.Z., and Zhou, W.J. 2004. Seed yield and quality responses of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) to plant density and nitrogen fertilization. Indian Journal of Agricultural Science, 74: 420-424.

Papakosta, D.K. and Gagianas, A.A. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling. Agronomy, 83(5): 864-870.

Przulj, N. and Momcilovic, V. 2001. Genetic variation for dry matter and nitrogen accumulation and translocation in two-rowed spring barley a. Dry matter translocation. European Journal of Agronomy, 15: 241-254.

Perez, P., Martinez-Carrasco, R. and Puente, L.S.D.L. 1983. Uptake and distribution of nitrogen in wheat plants supplied with different amounts of nitrogen after stem elongation. Annals of Applied Biology, 102(2): 399-406.

Peltonen, J. 1993. Interaction of late season foliar spray of urea and fungicide mixture in wheat production. Agronomy and Crop Science, 170(5): 296-308.

Rabiee, M., Kavoosi, M. and Tousi kehal, P. 2010. Effect of nitrogen fertilizer levels and their application time on yield and yield component of repessed in paddy fields of Guilan. In: Proceedings of the 11th Iranian crop science congress, Tehran, Shahid Beheshti University, 24-26 Jul., 308-309. (In Persian).

Radmehr, M., Lotfali Ayeneh, G. and Kajbaf, A. 1997. Effect of planting date on growth and yield of plateau wheat in Khuzestan climate. The process of accumulation and redistribution of photosynthetic material. Seedling and Seed Magazine, 13(2): 22-33.

Ransom, J., Simsek, S., Schatz, B., Eriksmoen, E., Mehring, G. and Mutukwa, I. 2016. Effect of a post-anthesis foliar application of nitrogen on grain protein and milling and baking quality of spring wheat. American Journal of Plant Sciences, 7(17): 2505-2514.

Sadras, V.O. and Angus, J.F. 2006. Benchmarking water-use efficiency of rainfed wheat in dry environments. Australian Journal of Agricultural Research, 57(8): 847-856.

Sarandon, S.J. and Gianibelli, M.C. 1990. Effect of foliar urea spraying and nitrogen application at sowing upon dry matter and nitrogen distribution in wheat (*Triticum aestivum* L.). Agronomy, 10: 183-189.

Shah, A.N., Yang, G., Tanveer, M. and Iqbal, J. 2017. Leaf gas exchange, source–sink relationship, and growth response of cotton to the interactive effects of nitrogen rate and planting density. Acta Physiologiae Plantarum, 39(5): 1-10.

Smith, C.J., Fereney, J.R., Sherlock, R.R. and Galbally, I.E. 1991. The fate of urea nitrogen applied in foliar sprsy to wheat heading. Fertilizer Research, 28: 129-138.

Xu, Z.Z., Yu, Z.W., Wang, D. and Zhang, Y.L. 2005. Nitrogen accumulation and translocation for winter wheat under different irrigation regimes. Agronomy and Crop Science, 191(6): 439-449.

Zadoks, J.C., Chang, T.T. and Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed research, 14(6): 415-421.

Plant Production and Genetics **تولید و ژنتیک گیاهی**

Vol. 3, No. 2, Autumn & Winter 2022, p. 189-204 **جلد ۳، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۱، صفحه ۲۰۴-۱۸۹**

Research Article DOI: 10.34785/J020.2022.001

The effects of times and method of urea fertilizer application on grain protein content and nitrogen remobilization under supplementary irrigation in dryland wheat

Rahman Rajabi*[1], Seyed Vahd Eslami[2], Majid Jami Al Ahmadi[2], Reza Mohammadi[3], Mohsen Saeidi[4]

1. Researcher of Dryland Agricultural Research Sub-Institute, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran

   Ph.D. graduate, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran

2. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran

3. Associate Professor, Dryland Agricultural Research Sub-Institute, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran

4. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Razi, Kermanshah, Iran

Received: 07-05-2022

Accepted: 04-07-2022

Abstract

Nitrogen plays an important role in increasing the quantitative and qualitative yield of wheat in dryland regions. To evaluate the effect of nitrogen (urea) by different foliar application treatments and top dressing fertilizer on grain protein and nitrogen remobilization of wheat, a strip split-plot design based on RCBD with three replicates was conducted under dryland and supplemental irrigation conditions during two growing seasons (2016-17 and 2017-18). Experimental treatments were: A: control (without application of N), foliar application of urea during booting, booting + grain filling and grain filling stages as the main plot, B: wheat cultivars as sub-plots, C: top dressing fertilizer including application and non-application (control) in strip factor were considered. The results of combined analysis of variance and mean comparisons showed that foliar application of urea fertilizer in all three growth stages significantly increased grain yield, nitrogen content, percentage and yield of grain protein and grain nitrogen remobilization of shoots. The application of top dressing fertilizer in both dryland and supplementary irrigation conditions was significant on grain protein yield. The highest grain protein yield in both dryland and supplementary irrigation conditions were 393 and 492 kg/ha, respectively. Foliar application at the grain filling stage had the largest role in the nitrogen remobilization to the grain and the control. Foliar application at the grain filling stage had the highest and control (without foliar application) had the lowest share of nitrogen remobilization to the grain.

Keywords: Remobilization, grain protein, foliar application, nitrogen

*Corresponding Author Email: Rajabi93@birjand.ac.ir