Razi University

Cereal Biotechnology and Biochemistry

Online ISSN: 2783-5170

Homepage: https://cbb.razi.ac.ir

Cereal Biotechnology and Biochemistry

The effect of nitrogen application methods on some quantity and quality traits of grain of bread wheat commercial cultivars under rainfed and supplementary irrigation conditions

Rahman Rajabi [1]✉ Seyed Vahid Eslami [2], Majid Jami Al-Ahmadi [3], Reza Mohammadi [4] & mohsen saeidi [5]

[1]✉ Dryland Agricultural Research Sub-Institute, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran. E-mail: rajabi83@yahoo.com

[2] Department of Agronomy and Plant breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran. E-mail: sveslami@birjand.ac.ir

[3] Department of Agronomy and Plant breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran. E-mail: mja230@yahoo.com

[4] Dryland Agricultural Research Sub-Institute, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran. E-mail: mohammadi1973@yahoo.com

[5] Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran. E-mail: saeidi_mohsen@yahoo.com

ABSTRACT

Introduction: Nitrogen is a determining element in nutrition, plant growth, and its quantitative and qualitative performance. Considering the high cultivated area of dryland wheat in the country and the economical importance of this crop in dryland conditions, it is necessary to consider any solution to optimize the quantity and quality of this product.

Materials and methods: a strip split plot design based on RCBD with three replicates was conducted under rainfed and supplemental irrigation conditions during two cropping seasons (2016-17 and 2017-18) to evaluate the effect of Nitrogen (urea) applied by different foliar application treatments and top dressing fertilizer on grain yield, grain protein content, Zeleny number, and gluten index of wheat, 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.

Results: The results of a combined analysis of variance and mean comparison showed that foliar spraying of urea fertilizer in all three growth stages significantly increased grain yield, nitrogen content, the percentage of grain protein and grain hardness, Zeleny number and grain gluten index. The application of top dressing fertilizer in both rainfed and supplementary irrigation conditions on grain yield, grain protein and gluten index was also significant. The highest gluten index in rainfed conditions (24.08%) and supplementary irrigation (16.19%) was related to foliar application of urea during the grain filling stage. The highest index of gluten, grain hardness and Zeleny number in both rainfed and supplementary irrigation conditions belonged to Rijaw variety. Rijaw variety had the highest value with 27.3 and Azar-2 variety had the lowest gluten index value with 18.6. Foliar application of urea during the grain filling stage had the most contribution to the increase of grain protein and the control treatment had the least contribution. The highest amount of grain yield in rainfed conditions was 2907 and in supplementary irrigation conditions were 3957 kg, which compared to the control treatment (no application of vinegar fertilizer), increased the grain yield by 19 and 16% in both rainfed and supplementary irrigation conditions, respectively.

Conclusion: The results of this research showed that foliar application treatments and top dressing fertilizer in both rainfed conditions and supplementary irrigation were effective in improving quality traits. In this study, supplementary irrigation led to a significant increase in grain yield compared to rainfed conditions.

Keywords: Grain protein, Zeleny number, Gluten index.

Article Type: Research Article

Article history: Received: 15/04/2022, **Revised:** 20/05/2022, **Accepted:** 28/05/2022, **Published online:** 26/06/2022

Cite this article: Rajabi, R., Eslami, S. V., Jami Al-Ahmadi, M., Mohammadi, R. & saeidi, M. (2022). The effect of nitrogen application methods on some quantity and quality traits of grain of bread wheat commercial cultivars under rainfed and supplementary irrigation conditions, Cereal Biotechnology and Biochemistry. 1 (2). 171-193. DOI: 10.22126/cbb.2022.8048.1015

© The Author(s).

Publisher: Razi University

10.22126/cbb.2022.8048.1015

بیوتکنولوژی و بیوشیمی غلات
شاپا الکترونیکی: ۵۱۷۰-۲۷۸۳
Homepage: https://cbb.razi.ac.ir

تاثیر روش‌های مصرف نیتروژن بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی دانه ارقام تجاری گندم نان در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی

رحمان رجبی[۱] ✉ سید وحید اسلامی[۲]، مجید جامی الاحمدی[۳]، رضا محمدی[۴] و محسن سعیدی[۵]

[۱] ✉ موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، معاونت سرارود، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران. رایانامه: rajabi83@yahoo.com
[۲] دانشیار، دانشگاه بیرجند، دانشکده کشاورزی گروه زراعت و اصلاح نباتات،ایران. رایانامه: sveslami@birjand.ac.ir
[۳] دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران. رایانامه: mja230@yahoo.com
[۴] دانشیار، موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، معاونت سرارود، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران. رایانامه: mohammadi1973@yahoo.com
[۵] دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران. رایانامه: saeidi_mohsen@yahoo.com

چکیده

مقدمه: نیتروژن یک عنصر تعیین کننده در تغذیه، رشد گیاه و عملکرد کمی و کیفی آن محسوب می‌شود. سطح زیر کشت بالای گندم دیم در کشور و اهمیت ویژه اقتصادی گندم در شرایط دیم ایجاب می‌کند که هر گونه راهکاری برای بهینه سازی کمیت و کیفیت این محصول مد نظر قرار گیرد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش تأثیر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی کود اوره و کود سرک در مراحل مختلف نمو بر عملکرد دانه، پروتئین دانه، سختی دانه، عدد زلنی و شاخص گلوتن در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی بررسی شد. این تحقیق به صورت آزمایش کرت‌های خرد شده 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 (آب پاشی)، آبستنی، آبستنی+ پرشدن دانه و پرشدن دانه) در کرت‌های اصلی ب) چهار رقم گندم دیم در کرت‌های فرعی (به صورت عمودی) و تیمار کود سرک در دو سطح (عدم مصرف و مصرف کود سرک) در مرحله نمو پنجه‌زنی به عنوان عامل افقی.

یافته‌ها: نتایج تجزیه مرکب و مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که محلول پاشی کود اوره در هر سه مرحله رشدی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه، محتوای نیتروژن، درصد پروتئین دانه، سختی دانه، عدد زلنی و شاخص گلوتن دانه شد. کاربرد کود سرک نیز در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی بر عملکرد دانه، پروتئین دانه، نیتروژن دانه و شاخص گلوتن معنی‌دار بود. بیشترین شاخص گلوتن در شرایط دیم (۲۴/۰۸ درصد) و آبیاری تکمیلی (۱۶/۱۹ درصد) مربوط به محلول پاشی در مرحله پرشدن دانه بود. بیشترین شاخص گلوتن، سختی دانه و عدد زلنی در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی متعلق به رقم ریژاو بود. رقم ریژاو با ۲۷/۳ بیشترین مقدار و رقم آذر-۲ با ۱۸/۶ از کمترین مقدار شاخص گلوتن برخوردار بود. محلول‌پاشی در مرحله پرشدن دانه بیش‌ترین سهم در افزایش پروتئین دانه و تیمار شاهد کم‌ترین نقش را داشت. بیشترین مقدار عملکرد دانه در شرایط دیم ۲۹۰۷ و در شرایط آبیاری تکمیلی ۳۹۵۷ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد کود سرک) به‌ترتیب باعث افزایش ۱۹ و ۱۶ درصد عملکرد دانه در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی شد.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد محلول‌پاشی اوره و کاربرد کود سرک در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی در بهبود صفات کیفی مؤثر بود. بیش‌ترین افزایش پروتئین دانه، سختی دانه، عدد زلنی و شاخص گلوتن در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی مربوط به محلول پاشی در زمان پرشدن دانه بود. در این پژوهش آبیاری تکمیلی منجر به افزایش قابل ملاحظه عملکرد دانه نسبت بـه شرایط دیم شد.

واژه‌های کلیدی: پروتئین دانه، عدد زلنی، شاخص گلوتن.

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

نوع مقاله: دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲۶ **اصلاح:** ۱۴۰۱/۰۲/۳۰ **پذیرش:** ۱۴۰۱/۰۳/۰۷، **انتشار آنلاین:** ۱۴۰۱/۰۴/۰۷

استناد: رجبی، ر.، اسلامی، س. و.، جامی الاحمدی، م.، محمدی، ر. و سعیدی، م. (۱۴۰۱). تاثیر روش‌های مصرف نیتروژن بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی دانه ارقام تجاری گندم نان در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی. بیوتکنولوژی و بیوشیمی غلات. ۱ (۲). ۱۷۱-۱۹۳. DOI: 10.22126/cbb.2022.8048.1015

ناشر: دانشگاه رازی

© نویسندگان.

مقدمه

گندم نان(*Triticum aestivum* L.) یکی از غلات و مهم‌ترین منبع غذایی در سراسر جهان می‌باشد. بر اساس گزارش سازمان خواروبار و کشاورزی جهان (فائو)، میزان تولید جهانی گندم در سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۱۸ برابر با ۷۶۶/۴ میلیون تن بوده است که ۴/۸ درصد معادل ۳۴/۸ میلیون تن نسبت به سال گذشته افزایش داشته است. گندم از لحاظ میزان تولید در رده سوم اهمیت قرار دارد و به طور متوسط ۴۵-۴۰ درصد از کل کالری و ۵۰ درصد از کل پروتئین در رژیم غذایی انسان را فراهم می‌کند (FAO, 2019). گندم در بین غلات بیشترین سازگاری را با شرایط اقلیمی متفاوت دارا می‌باشد بطوری که این گیاه در سراسر دنیا از کرانه‌های قطبی تا حوالی استوا کشت می‌شود (Joudi *et al*., 2014). بر اساس گزارش وزارت جهاد کشاورزی در سال ۹۷-۱۳۹۶ سطح زیر کشت کل محصولات زراعی حدود ۱۱ میلیون هکتار با ۸۱ میلیون تن تولید بوده است. از این مقدار حدود ۵۳ درصد به صورت آبی و ۴۷ درصد به صورت دیم (به ترتیب با ۹۱ و ۹ درصد سهم از تولید کل) کشت شده‌اند. سطح زیر کشت گندم در سال زراعی مذکور حدود ۵/۴ میلیون هکتار بوده که حدود ۲ میلیون هکتار آن به صورت آبی و ۳/۴ میلیون هکتار آن به صورت دیم بوده است. میزان تولید کل گندم در این سال زراعی، ۱۳/۳ میلیون تن بوده است. از این مقدار ۸/۴ میلیون تن در اراضی آبی و ۴/۹ میلیون تن در اراضی دیم تولید شده است (Agricultural Statistics, 2019). عمده‌ترین عامل محدود کننده رشد در دیم‌زارها آب و مواد غذایی است (Li *et al*, 2009) در شرایط محدودیت آب در مناطق خشک، آبیاری تکمیلی حائز اهمیت بسزایی است (Mohseni, 2011). در نواحی خشک بین عملکرد واقعی و عملکرد پتانسیل در گندم شکاف بزرگی وجود دارد (Sadras & 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. ژنوتیپ یکی از مهم‌ترین آنهاست. علاوه بر ژنوتیپ فاکتورهای محیطی در طی فصل رشد و تکنیک‌های کاشت روی کیفیت دانه اثر گذار هستند (Hellemans *et al*, 2018). کود نیتروژن نقش اساسی در کیفیت دانه گندم بازی می‌کند. زمان، نوع، مقدار مصرف و نحوه استفاده از کود نیتروژن از اهمیت زیادی برخوردار است (Ransom *et al*, 2016). نیتروژن یکی از ماکرومولکول‌های مهم در تولید گندم است و نقش بسزایی در ترکیب پروتئین‌های گندم دارد و مهم‌ترین عامل محدود کننده توسعه مرفولوژیکی و شکل‌گیری اندام‌های گیاهی و عملکرد در گندم می‌باشد (Makino, 2011). ازآنجا که نیتروژن مورد استفاده در خاک می‌تواند از طریق عواملی مختلف مانند آبشویی و یا تصعید از دسترس گیاه خارج شود و عرضه نیتروژن از خاک، ریشه، گره ها با ساقه به خاطر

تنش های محیطی و پیری محدود می‌گردد، محلول‌پاشی اوره از طریق شاخ و برگ می‌تواند عامل مؤثری در افزایش کیفیت و کمیت غلات دانه‌ای همچون گندم باشد (Mohammadi *et al*, 2013).

مقایسه کاربرد خاکی و محلول‌پاشی اوره با غلظت های 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 (Parvezkhan *et al*, 2009). با توجه به نتایج پژوهش های انجام گرفته بر روی گندم دیم در کشور، مصرف کود های نیتروژنی به صورت سرک در مناطق سرد دیم‌خیز به دلیل مواجه شدن با تنش های 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 & Valizadeh, 2004). نتایج مطالعات که روی گندم انجام گرفته نشان می‌دهد افزایش مصرف نیتروژن و محلول‌پاشی آن در مراحل پایانی رشد باعث افزایش درصد پروتئین دانه می‌گردد. قاسم زاده و شریفی (Qasemzadeh & Sharifi, 2009) مصرف اوره را با غلظت سه درصد نیتروژن خالص در هکتار ارزیابی کرده و میزان افزایش پروتئین دانه گندم را در حدود سه در صد گزارش کرده‌اند. درصد پروتئین گندم متغیر و از ۸ تا ۱۶ درصد می باشد. مشخص است که خواص رئولوژیکی خمیر بستگی به ماده چسبنده و قابلیت کشش گلوتن دارد .میزان پروتئین گندم تأثیر مستقیمی بر کیفیت نان دارد و افزایش پروتئین می تواند ضایعات نان را به حداقل برساند. با توجه به اینکه در کشور ما بیشتر از نان‌های پهن استفاده می شود و پروتئین‌های گندم به ویژه گلوتن و گلیادین نقش زیادی در افزایش کیفیت این قبیل نان‌ها دارند، پایداری، دوام و کیفیت نان پهن در مصرف و کاهش ضایعات آن نیز اهمیت بسزایی داشته، که این امر ناشی از افزایش پروتئین مورد اشاره می‌باشد. زمان، دوام نگهداری نان و خاصیت کشش خمیر به پروتئین‌های گلوتنین و گلیادین بستگی دارد (Pascut *et al*, 2004).این خاصیت خمیر بستگی به گلوتن و اثرات متقابل حاصل از شبکه پروتئینی دارد (Bejosano & Waniska, 2004). به عقیده کمبل و همکاران (Campbell *et al*, 2001) سختی دانه عاملی کلیدی برای طبقه‌بندی گندم و کیفیت محصولات می‌باشد. در این زمینه، چسبندگی بین گرانول‌های نشاسته و پروتئین احاطه کننده مهم‌ترین تفاوت فیزیکی بین اندوسپرم گندم‌های سخت و نرم را ایجاد می‌نمایند. با توجه به سطح زیر کشت بالای گندم دیم در کشور و اهمیت ویژه اقتصادی گندم در شرایط دیم ایجاب می‌کند که هر گونه راهکاری برای بهینه سازی کمیت و کیفیت این محصول مد نظر قرار گیرد. با توجه به مطالب ذکر شده، هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر مصرف کود نیتروژن به صورت سرک و محلول‌پاشی در مراحل مختلف نمو بر ویژگی‌های مرتبط با کیفیت نانوایی ارقام جدید گندم دیم در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی است.

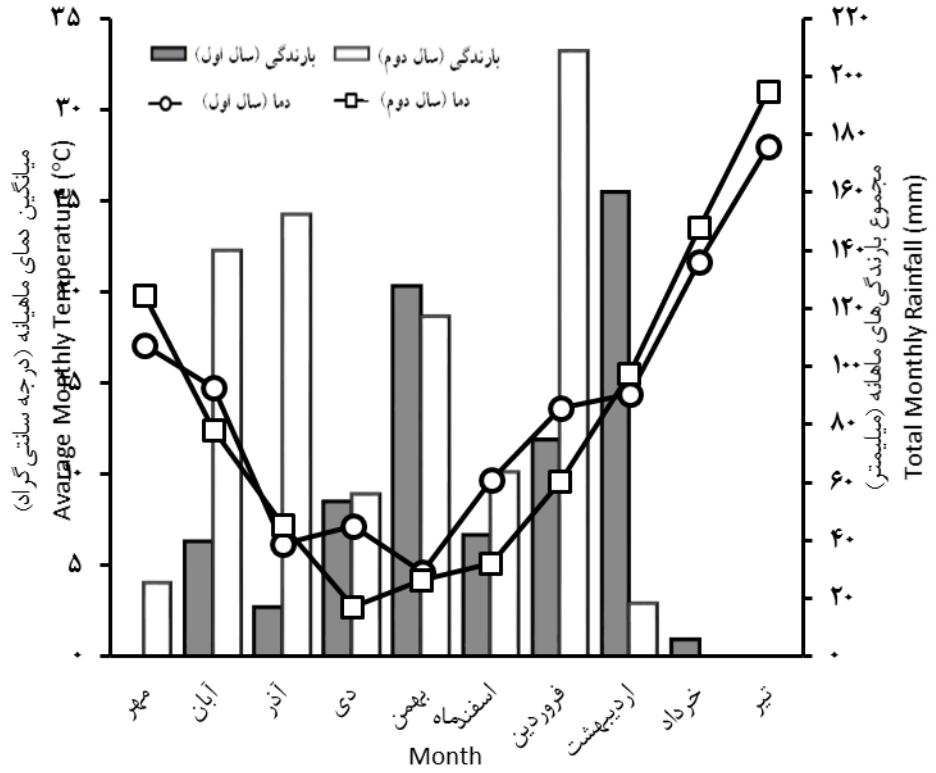
مواد و روش‌ها

این تحقیق در دو سال زراعی۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ و به صورت دو آزمایش جداگانه در دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی در مزرعه تحقیقاتی معاونت مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود کرمانشاه، به صورت طرح کرت‌های خرد شده نواری (استریپ اسپلیت پلات) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش عبارت بودند از: الف) محلول‌پاشی 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 (منشأ ارقام موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور) در کرت‌های فرعی (به صورت عمودی) و ج) تیمار کود سرک اوره در دو سطح شامل: ۱) ۴۰ کیلوگرم در هکتار (دستورالعمل فنی مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم) و ۲) عدم مصرف کود سرک به صورت افقی در مرحله پنجه‌زنی (کد ۲۳ زادوکس). قبل از پیاده سازی نقشه طرح، نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری تهیه و به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد (جدول ۱). آمار هواشناسی سال‌های زراعی انجام آزمایش نیز در نمودار۱ ارائه شده است.

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

Table 1- Some physical and chemical characteristics of the soil where the experiment was conducted in the two years of the experiment in the Sararood region of Kermanshah

سال	رس	سیلت	شن	کربن آلی	ازت	پتاسیم قابل جذب	فسفرقابل جذب	منگنز	آهن	روی	مس
Year	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	Organic carbon (%)	N (%)	K(ppm)	P (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
1395-96	23.4	71.4	5.2	0.93	0.09	668	13	8.56	1.44	2.32	2.34
1396-97	24.1	69.8	6.1	1.12	0.12	540	11.2	12.6	5.2	1.54	0.54



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

Figure 1- Rainfall statistics and average monthly temperature of crop years 1395-1396 and 1396-1397 of Sararood Agricultural Research Station

برای کشت از زمینی که سال قبل آیش بوده و روی آن عملیات آماده‌سازی انجام شده بود، استفاده شد. در فصل آیش و در پاییز زمین ابتدا با گاوآهن برگردان‌دار شخم خورد و 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 به صورت 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 شش 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) به صورت آبیاری بارانی انجام شد. در هر مرحله آبیاری تکمیلی، به اندازه ۳۰ میلی‌متر آبیاری صورت گرفت.

برای تعیین عملکرد دانه، در هر کرت، ابتدا بوته‌های موجود در یک متر مربع از هر کرت از سطح زمین برداشت شد. سپس پس از بوجاری و جدا نمودن دانه‌ها عملکرد دانه در متر مربع نیز محاسبه شد برای اندازه گیری پروتئین دانه از روش Near Infrared و با دستگاه Inframatic perten مدل ۰۸۹۲۰۰ استفاده شد. تجزیه وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزارآماری SAS 9.4 رسم نمودارها در محیط Excel انجام شد.

برای مقایسه میانگین‌ها در صفات مورد بررسی از روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

پس ازاطمینان از نرمال بودن داده ها، آزمون بارتلت به منظور بررسی یکنواختی واریانس سال‌ها صورت گرفت که نتایج حاکی از این بود که واریانس محیط‌ها یکسان است (مقدر آماره کای-دو برای شرایط دیم و آبیاری تکمیلی به ترتیب برابر با۲۷/۵۲ و ۴۲/۴۶ و هر دو غیرمعنی دار). سپس در ادامه تجزیه واریانس صفات مورد بررسی انجام شد. با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس مقایسه میانگین‌ها انجام شد (جدول های ۲ و۳). با بررسی مقایسه میانگین‌ها، مشاهده شد که بیشترین عملکرد دانه در شرایط دیم (۲۸۸۴کیلوگرم 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 ۴/۷ درصد بارش‌ها در پاییز، ۵۴/۴ درصد در زمستان و ۴۰/۹ درصد در بهار به وقوع پیوسته است در حالی که در سال دوم پراکنش بارندگی در زمستان 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 دادکه 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 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 باعث افزایش ۱۹ و ۱۶ درصد عملکرد دانه در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی شد. افزایش عملکرد دانه در اثر افزایش مقدار کود نیتروژن ممکن است به علت تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به قسمت‌های زایشی باشد (Cheema & 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 بودکه به ترتیب باعث افزایش ۲۹ و ۲۷ درصد عملکرد دانه در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی شده است. (جدول‌های ۴ و ۵).

ساراندون و جیانیبلی (Gianibelli & Sarandon, 1990) در آزمایشات خود مشاهده نمودند که در صورت عدم مصرف نیتروژن در زمان کاشت، محلول‌پاشی اوره در آخر مرحله پنجه‌زنی، باعث افزایش عملکرد دانه و عملکرد زیست توده به ترتیب به میزان ۴۸ و ۳۰ درصد گردیده است. سالوا (Salwa, 1994) نیز افزایش معنی‌دار عملکرد دانه را در نتیجه محلول‌پاشی نیتروژن گزارش کرده است. در نتایج وی عملکرد در تیمار بدون محلول‌پاشی ۴/۳۸ تن در هکتار و در تیمار محلول‌پاشی اوره به میزان شش درصد در مرحله تورم خوشه به شش تن در هکتار رسیده است. میانگین عملکرد دانه با آبیاری تکمیلی و شرایط دیم به ترتیب ۳۶۸۲ و ۲۶۷۲ کیلوگرم در هکتار بود و آبیاری تکمیلی منجر به افزایش قابل ملاحظه عملکرد دانه نسبت به شرایط دیم (۱۰۱۰ کیلوگرم در هکتار) شد. اختلاف ارقام مورد بررسی 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 کیلو گرم 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). پلتونن (Peltonen, 1993) گزارش کرده که محلول‌پاشی ۱۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در اواخر مرحله خوشه در غلاف باعث افزایش عملکرد دانه و درصد پروتئین شده است. عملکرد دانه به عنوان مهم‌ترین پارامتر جهت بررسی ژنوتیپ‌ها در برنامه‌های اصلاحی در نظر گرفته می‌شود. این صفت یک صفت پیچیده است که تحت تأثیر ژنتیک و محیط قرار می‌گیرد.

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

Table 2- Bartlett's test and analysis of variance (mean square) of the effect of foliar spraying treatments of urea fertilizer in different stages of development and urea fertilizer on traits related to grain quality in four wheat cultivars under rainfed conditions

منابع تغییرات	میانگین مربعات Mean Squares						
	درجه آزادی	عملکرد دانه	پروتئین دانه	نیتروژن دانه	سختی دانه	عدد زلنی	شاخص گلوتن
S.O.V	df	Grain yield	Grain protein	Gain nitrogen	Grain hardness	Zeleny number	Gluten index
سال Year	1	8659800**	5.43^{ns}	0.14^{ns}	350.28^{ns}	28.26*	136.9^{ns}
تکرار در سال Replication*Year	4	412821	0.89	0.023	38.89	290.13	19.57
سرک Top dressing	1	10588200*	3.43*	0.088*	21.33^{ns}	0.28^{ns}	31.63*
سال × سرک Year* Top dressing	1	87615^{ns}	0.019^{ns}	0.005^{ns}	0.52^{ns}	68.88^{ns}	23.16^{ns}
خطا Error	1	782344	0.33	0.009	29.49	26.44^{ns}	8.76
محلول‌پاشی Foliar spraying	4	4045830**	13.86**	0.35*	151.10*	573.64**	167.62**
سال × محلول‌پاشی Year* Foliar spraying	3	450930^{ns}	1.18**	0.03^{ns}	11.25^{ns}	269.23**	9.39^{ns}
خطا Error	3	402239	0.15	0.004	26.94	35.30	7.60
سرک × محلول‌پاشی Top dressing * Foliar spraying	12	226422^{ns}	0.61^{ns}	0.016^{ns}	16.21^{ns}	11.55^{ns}	5.64^{ns}
سال × سرک × محلول‌پاشی Year* Top dressing * Foliar spraying	3	138875^{ns}	0.18^{ns}	0.005^{ns}	20.06^{ns}	13.09^{ns}	3.82^{ns}
خطا Error	3	400107	0.41	0.01	19.44	42.64	3.40
رقم Variety	12	97124**	27.62**	0.071	128.93**	350.39**	715.88**
سال × رقم Year* Variety	3	87158^{ns}	0.12^{ns}	0.003^{ns}	13.53^{ns}	89.74**	2.73^{ns}
سرک × رقم Top dressing * Variety	3	4299.4^{ns}	055^{ns}	0.001^{ns}	12.77^{ns}	73.34*	11.07^{ns}
سال × سرک × رقم Year* Top dressing * Variety	3	70743.1^{ns}	0.40ns	0.001^{ns}	14.59^{ns}	2.64^{ns}	3.86^{ns}
محلول‌پاشی × رقم Foliar spraying* Variety	3	116137^{ns}	0.64*	0.016*	12.98^{ns}	12.90^{ns}	8.53^{ns}
سال × محلول‌پاشی × رقم Year* Foliar spraying* Variety	9	131073^{ns}	0.39^{ns}	0.01^{ns}	19.20^{ns}	19.10^{ns}	2.56^{ns}
سرک × محلول‌پاشی × رقم Top dressing * Foliar spraying* Variety	9	111436^{ns}	0.22^{ns}	0.006^{ns}	13.82^{ns}	8.12^{ns}	1.94^{ns}
سال × سرک × محلول‌پاشی × رقم Year* Top dressing * Foliar spraying* Variety	9	52928.3^{ns}	0.15^{ns}	0.004^{ns}	14.81^{ns}	11.04^{ns}	3.11^{ns}
خطا Error	96	207869	0.27	0.007	16.68	20.03	4.68
ضریب تغییرات (درصد)(%CV)		17.1	4.0	4.0	6.2	10.1	10.0
آزمون بارتلت (Bartlett's test)		ns	ns	ns	ns	ns	ns

**،*و^{ns} به ترتیب دارای اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد و غیرمعنی دار

**, * and ^{ns}, indicate a significant difference at 1% probability level, 5% probability level and no significant difference, respectively.

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

Table 3 - Bartlett's test and analysis of variance (mean square) of the effect foliar application of urea fertilizer treatments in different growth stages and top dressing fertilizer on traits related to grain quality in four wheat cultivars under supplementary irrigation conditions

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات Mean Squares					
		عملکرد دانه	پروتئین دانه	نیتروژن دانه	سختی دانه	عدد زلنی	شاخص گلوتن
Sources	df	Grain yield	Grain protein	Grain nitrogen	Grain hardness	Zeleny number	Gluten index
سال Year	1	6388400**	13.79*	0.35*	520.06**	6979.51**	25.56^{ns}
تکرار در سال Replication*Year	4	221924	1.93	0.52	17.14	4.44	308.20
سرک Top dressing	1	14580300**	1.89*	0.50*	74.50*	3.28^{ns}	17.24^{ns}
سال × سرک Year* Top dressing	1	13744^{ns}	0.25^{ns}	0.94^{ns}	44.53*	2.87^{ns}	0.41^{ns}
خطا Error	4	483185	0.79	0.21	5.25	17.56	3.98
محلول‌پاشی Foliar spraying	3	6917540**	7.57**	0.19**	294.65**	703.76**	117.32**
سال × محلول‌پاشی Year* Foliar spraying	3	160187^{ns}	0.69^{ns}	0.18^{ns}	15.47^{ns}	55.54^{ns}	1.35^{ns}
خطا Error	12	287869	0.55	0.14	13.72	38.20	1.57
سرک × محلول‌پاشی Top dressing * Foliar spraying	3	153867^{ns}	0.49^{ns}	0.12^{ns}	40.39**	72.39^{ns}	7.28^{ns}
سال × سرک × محلول‌پاشی Year* Top dressing * Foliar spraying	3	483547^{ns}	1.47^{ns}	0.37^{ns}	36.56**	33.69^{ns}	2.76^{ns}
خطا Error	12	267027	0.32	0.81	6.00	29.74	8.23
رقم Variety	3	2912040**	22.94**	0.58**	228.13**	149.06**	108.71**
سال × رقم Year* Variety	3	443601^{ns}	0.18^{ns}	0.46^{ns}	53.69**	240.83**	0.68^{ns}
سرک × رقم Top dressing * Variety	3	46250.8^{ns}	0.76^{ns}	0.19^{ns}	31.92^{ns}	14.77^{ns}	48.58**
سال × سرک × رقم Year* Top dressing * Variety	3	12388.7^{ns}	0.14^{ns}	0.35^{ns}	18.70^{ns}	1.30^{ns}	0.74^{ns}
محلول‌پاشی × رقم Foliar spraying* Variety	9	122122^{ns}	1.38^{ns}	0.37^{ns}	25.21**	39.90^{ns}	18.42^{ns}
سال × محلول‌پاشی × رقم Year* Foliar spraying* Variety	9	255589^{ns}	0.20^{ns}	0.56^{ns}	9.51^{ns}	31.45^{ns}	0.42^{ns}
سرک × محلول‌پاشی × رقم Top dressing * Foliar spraying* Variety	9	235586^{ns}	0.69^{ns}	0.18^{ns}	8.85^{ns}	10.58^{ns}	21.64^{ns}
سال × سرک × محلول‌پاشی × رقم Year* Top dressing * Foliar spraying* Variety	9	167639^{ns}	0.25^{ns}	0.64^{ns}	5.43^{ns}	10.32^{ns}	1.00^{ns}
خطا Error	96	234823	0.69	0.18	12.27	21.13	13.64
ضریب تغییرات(درصد) (%CV)		13.2	6.8	6.8	5.8	12.9	23.9
آزمون بارتلت (Bartlett's test)		ns	ns	ns	ns	ns	ns

**،*و^{ns} به ترتیب دارای اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد و غیرمعنی دار

**, * and ^{ns}, indicate a significant difference at 1% probability level, 5% probability level and no significant difference, respectively .

جدول ۴-مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارهای سال، کود اوره، زمان محلول پاشی و رقم بر صفت‌های مربوط به عملکرد و کیفیت دانه در چهار رقم گندم در شرایط دیم

Table 4- Comparison of average simple effects of traits includes year, urea fertilizer, foliar spraying time and variety related to grain yield and quality in four wheat cultivars under rainfed conditions

شاخص گلوتن (درصد) Gluten index (%)	عدد زلنی Zeleny number	سختی دانه Grain hardness	نیتروژن دانه (درصد) Grain nitrogen (%)	پروتئین دانه (درصد) Grain protein (%)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg/ha)		تیمار Treatment
22.46	44.02	67.40	2.15	13.41	2459.48	۹۶-۱۳۹۵ 2016-2017	سال Year
20.77	44.79	64.70	2.09	13.08	2884.23	۹۷-۱۳۹۶ 2017-2018	
1.77	6.81	2.49	0.06	0.38	257.07		LSD(0.05)
22.02	44.39	65.72	2.14	13.38	2906.69	سرک Top dressing	کود اوره Urea fertilizer
21.21	44.42	66.38	2.10	13.11	2437.02	عدم سرک Non top dressing	
1.18	2.06	2.17	0.04	0.23	353.86		LSD(0.05)
19.56	39.66	64.26	2.00	12.49	2281.08	شاهد(آب پاشی) Control	محلول پاشی foliar spraying
21.19	44.98	65.06	2.13	13.34	2956.95	مرحله آبستنی Booting Stage	
21.64	45.02	66.58	2.14	13.39	2643.18	مرحله آبستنی و پر شدن دانه Booting + Grain filling Stage	
24.08	47.98	68.29	2.20	13.76	2806.22	مرحله پر شدن دانه Grain filling Stage	
1.23	2.64	2.31	0.03	0.17	282.07		LSD(0.05)
18.62	41.09	65.83	2.02	12.62	2472.00	آذر-۲ Azar-2	رقم variety
27.26	47.67	68.42	2.29	14.32	2671.10	ریژاو Rijaw	
19.83	44.09	64.76	2.05	12.83	2755.33	باران Baran	
20.77	44.76	65.18	2.11	13.20	2788.99	پراو Paraw	
0.88	44.02	1.65	0.03	0.21	184.72		LSD(0.05)

LSD: حداقل تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد

LSD: least significant difference at the 5% level

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارهای سال، کود اوره، زمان محلول‌پاشی و رقم بر صفت‌های مربوط به عملکرد و کیفیت دانه در چهار رقم گندم در شرایط آبیاری تکمیلی

Table 5- Comparison of average simple effects of traits includes year, urea fertilizer, foliar spraying time and variety related to grain yield and quality in four wheat cultivars under supplementary irrigation conditions

شاخص گلوتن (درصد) Gluten index (%)	عدد زلنی Zeleny number	سختی دانه Grain hardness	نیتروژن دانه (درصد) Grain nitrogen (%)	پروتئین دانه (درصد) Grain protein (%)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg/ha)		تیمار Treatment
15.79	29.47	62.44	2.00	12.52	3108.56	۱۳۹۵ 2016	سال Year
15.06	41.53	59.15	1.92	12.00	4255.01	۱۳۹۶ 2017	
0.80	1.68	0.92	0.36	0.50	188.46		LSD(0.05)
15.73	35.63	61.42	1.99	12.41	3957.35	سرک Top dressing	کود اوره Urea fertilizer
15.13	35.37	60.17	1.94	12.11	3406.21	عدم سرک Non top dressing	
0.80	1.68	0.92	0.47	0.29	278.10		LSD(0.05)
13.29	30.50	57.33	1.86	11.70	3126.82	شاهد(آب پاشی) Control	محلول‌پاشی Foliar spraying
15.32	35.45	61.14	1.97	12.30	3957.55	مرحله آبستنی Booting Stage	
16.19	36.25	61.55	1.98	12.38	3753.06	مرحله آبستنی و پر شدن دانه Booting + Grain filling Stage	
16.90	39.79	63.21	2.03	12.66	3889.71	مرحله پر شدن دانه Grain filling Stage	
0.56	2.75	1.65	0.59	0.37	238.63		LSD(0.05)
14.46	33.63	59.15	1.87	11.67	3385.01	آذر-۲ Azar-2	رقم variety
17.62	35.54	63.69	2.13	13.34	3589.54	ریژاو Rijaw	
14.42	34.97	59.08	1.88	11.75	3946/12	باران Baran	
15.21	37.86	61.26	1.96	12.28	3806.46	پراو Paraw	
1.50	1.86	1.42	0.47	0.29	196.33		LSD(0.05)

LSD: حداقل تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد

LSD: least significant difference at the 5% level

نتیجه گیری

اثر کاربرد کود سرک و همچنین اثر تیمار محلول‌پاشی بر

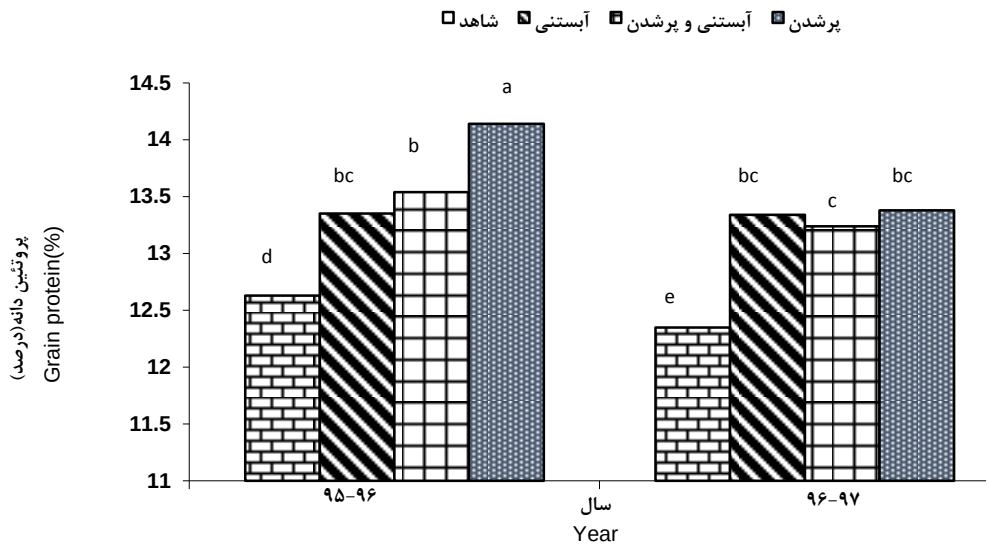
محتوای پروتئین دانه و نیتروژن دانه

محتوای نیتروژن و درصد پروتئین دانه در هر دو شرایط دیم

و آبیاری تکمیلی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول‌های ۲ و ۳). با مشاهده میانگین‌ها در بین تیمارهای محلول‌پاشی، ملاحظه گردید که با محلول‌پاشی محتوای نیتروژن و درصد پروتئین دانه افزایش پیدا کرد. اثر سال در شرایط آبیاری تکمیلی تأثیر معنی‌داری بر روی محتوای نیتروژن دانه و درصد پروتئین دانه گذاشت اما اثر سال در شرایط دیم تأثیر معنی‌داری بر روی محتوای نیتروژن دانه و درصد پروتئین دانه نداشت ولی اثر متقابل سال در محلول‌پاشی بر محتوای درصد پروتئین دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول‌های ۲ و ۳). اثر متقابل سال در محلول‌پاشی در شرایط دیم نشان دادکه بیشترین درصد پروتئین دانه به میزان ۱۴/۱ درصد متعلق به سال اول و محلول‌پاشی در زمان پرشدن دانه و کمترین مقدار آن ۱۲/۴ درصد مربوط به سال دوم و تیمار شاهد (آب پاشی) بود (شکل ۲- الف). با توجه به شکل ۱ در حالی که بارندگی بیشتر بوده محلول‌پاشی در مرحله پر شدن و آبستنی و پر شدن تأثیر گذار نبوده است. دلیل این امر بالا رفتن عملکرد دانه و افزایش بیشتر نشاسته نسبت به پروتئین است. شاه و همکاران (Shah *et al.*, 2017) اثر محلول‌پاشی اوره در مراحل قبل و بعد از گرده افشانی گندم را بررسی کردند و دریافتند که محلول‌پاشی بعد از گرده افشانی وزن هزار دانه و کیفیت آرد حاصل از این دانه‌ها را افزایش می‌دهد. اختلاف بین ارقام مورد بررسی 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 ۴ و ۵). همچنین بررسی اثر متقابل محلول‌پاشی در رقم در شرایط دیم نشان داد که بیشترین مقدار نیتروژن دانه به میزان ۲/۴۱ درصد مربوط به تیمار محلول‌پاشی در مرحله پرشدن دانه و رقم ریژاو و کمترین مقدار آن به مقدار ۱/۹۲ درصد به تیمار شاهد (آب پاشی) و رقم آذر-۲ مربوط بود (شکل ۳ ب). بررسی اثر متقابل محلول‌پاشی در رقم نشان داد که بیشترین مقدار پروتئین دانه به میزان ۱۵/۰۹ درصد مربوط به تیمار محلول‌پاشی در مرحله پرشدن دانه و رقم ریژاو و کمترین مقدار آن به مقدار ۱۲ درصد به تیمار شاهد (آب پاشی) و رقم آذر-۲ مربوط بود (شکل ۲- الف).کونیگ و همکاران (Koenig *et al*, 2011) غلظت پروتئین دانه ژنوتیپ‌های مختلف گندم دیم در تیمارهای مختلف مصرف نیترون معدنی (صفر الی ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) را ۹ الی ۱۵ درصد گزارش نموده اند که با افزایش میزان نیتروژن مصرفی درصد پروتئین دانه نیز در ژنوتیپ‌های گندم دیم افزایش یافته است. در مطالعات مختلف اثر مثبت کاربرد نیتروژن در مرحله خوشه‌دهی و گرده افشانی 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). رانسون و همکاران (Ranson *et al*, 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 بلی و وودارد (Woodard &. Bly, 2003) اظهار داشته‌اند که محلول‌پاشی اوره سبب افزایش معنی‌دار محتوای پروتئین دانه گندم شده است. قاسم زاده و شریفی (Qasemzadeh & Sharifi, 2009) کود اوره را با غلظت ۳ درصد نیتروژن خالص در هکتار استفاده کردند و میزان افزایش پروتئین دانه گندم را در حدود ۳ درصد گزارش کردند.



شکل ۲- اثر متقابل سال و محلول‌پاشی کود اوره بر درصد پروتئین دانه در شرایط دیم

Figure 2- Interaction of year and foliar application of urea fertilizer on protein percentage in rainfed conditions.

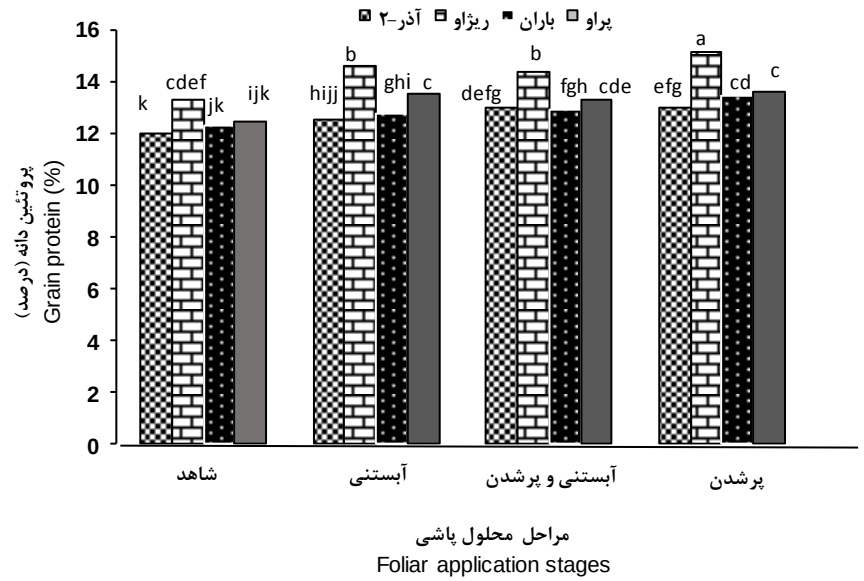
: حداقل تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصدLSD

LSD: least significant difference at the 5% level

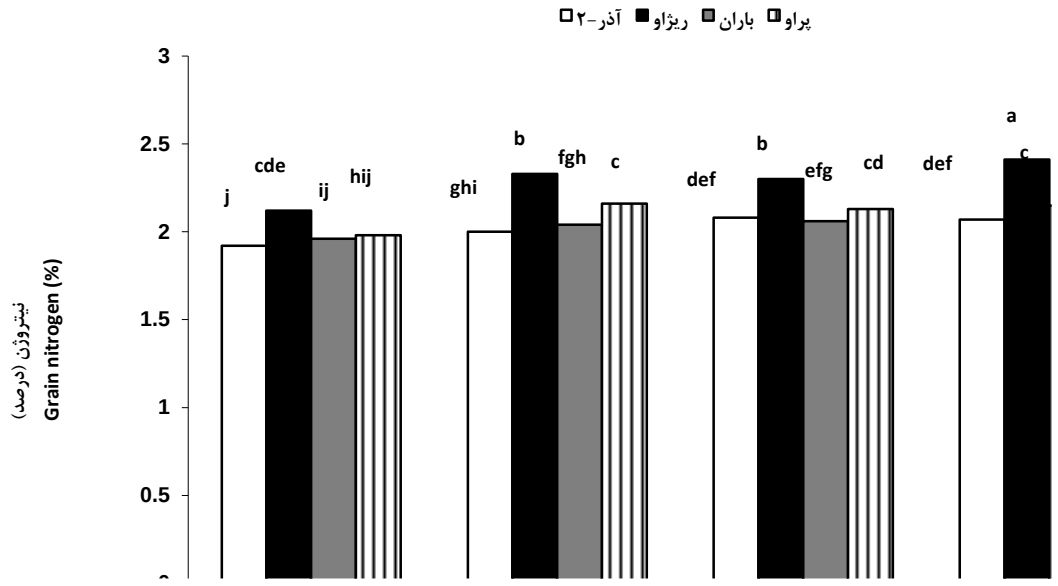
ارقام دارای حروف مشترک از لحاظ آماری اختلاف معنی داری ندارند.

Numbers with the same letter don't have significant difference

الف



ب



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

Figure 3 - (a) Interaction effect of cultivar and foliar application of urea fertilizer on protein percentage and (b) grain nitrogen percentage in rainfed conditions.

LSD: حداقل تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد

LSD: least significant difference at the 5% level

ارقام دارای حروف مشترک از لحاظ آماری اختلاف معنی داری ندارند.

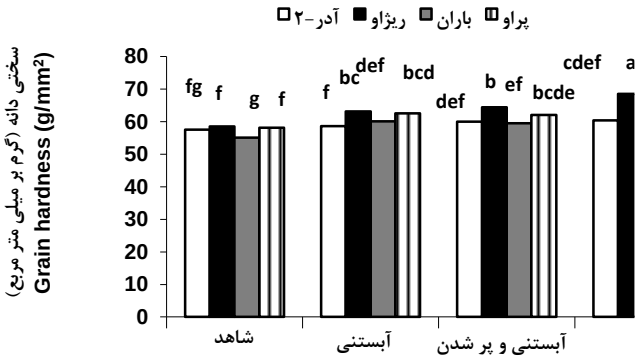
Numbers with the same letter don’t have significant difference

سختی دانه

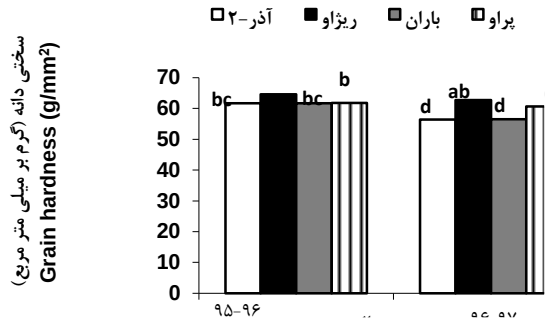
یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده کیفیت گندم و نوع مصرف آن، سختی یا نرمی بافت آندوسپرم است. نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر تیمارها بر صفات سختی دانه، عدد زلنی و شاخص گلوتن در جداول ۲ و ۳ ارائه شده است. نتایج نشان داد در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی اثر ساده سال بر عدد زلنی و شاخص گلوتن از لحاظ آماری معنی‌دار نبود ولی اثر ساده سال در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی بر سختی دانه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. اثر سال تأثیر معنی‌داری بر سختی دانه گذاشت، به طوری که مقدار این صفت در شرایط دیم از ۶۷/۴ درصد در سال اول تا ۶۴/۷ درصد در سال دوم متغیر بود (جداول ۴ و۵). همچنین بین تیمارهای مختلف محلول‌پاشی از نظر این صفات در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی به ترتیب تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد وجود داشت. در شرایط دیم تیمار محلول‌پاشی در مرحله پرشدن دانه با ۶۸/۳ درصد بیشترین سختی دانه و تیمار شاهد (آب پاشی) با ۶۴/۳ درصد کمترین میزان سختی دانه را نشان دادند (جداول ۴ و۵). کاظمی و عزت احمدی (Kazemi & Ezzat Ahmadi, 1379) گزارش کردند نیتروژن نه تنها باعث افزایش پروتئین می‌شود، بلکه سختی دانه و شیشه‌ای بودن آن را نیز افزایش می‌دهد. شریف‌الحسینی و قاسم زاده (Sharif alhasani & GHasemzade ganjee,. 2009) گزارش کردند که تقسیط کود نیتروژنه اثر معنی‌داری (در سطح یک درصد) بر سختی دانه ارقام گندم دوروم داشته است. بطوری که در اثر تقسیط نیتروژن، میزان سختی از ۵۹/۸ به ۶۱/۵۴ و ۶۲/۸ افزایش یافت. ارقام مورد مطالعه به طور معنی‌داری از نظر سختی دانه، از نظر سختی دانه اختلاف معنی داری نشان دادند. در شرایط دیم رقم ریژاو با ۶۸/۴ بیشترین سختی دانه و رقم پراو با ۶۴/۸ کمترین سختی دانه را دارا بود (جدول۴). در شرایط آبیاری تکمیلی اثر متقابل دوگانه محلول‌پاشی در رقم نشان داد که بیشترین سختی دانه مربوط به تیمار محلول‌پاشی در مرحله پرشدن دانه و رقم ریژاو (۶۸٪/۶) و کمترین آن مربوط به شاهد و رقم باران (۵۵٪/۱) بود (شکل ۴ الف). سختی دانه یکی از صفات مهم در گندم است که کیفیت نهایی دانه گندم را تعیین می‌کند. شاخص سختی دانه یک صفت ژنتیکی است که تحت تأثیر شرایط محیطی قرار نمی‌گیرد (Kizilgeci *et al*, 2019). همچنین مقایسه میانگین اثر متقابل سال در رقم نشان داد که بیشترین سختی دانه مربوط به سال اول و تیمار کود سرک و کمترین سختی دانه مربوط به سال دوم و عدم مصرف کود سرک بود (شکل ۴). در شرایط آبیاری تکمیلی مقایسه میانگین اثر متقابل سال، کود سرک و محلول‌پاشی نشان داد که بیشترین سختی دانه با میزان ۶۴/۹٪ مربوط به تیمار کود سرک و محلول‌پاشی در مرحله پرشدن دانه در سال اول، و کمترین آن با ۵۳/۵٪ مربوط به عدم کاربرد کود سرک و تیمار شاهد در سال دوم بود (جدول ۶). دلویچی

(Delwiechie, 2000) معتقد است که سختی دانه صفتی ژنتیکی است، ولی بروز آن به میزان زیاد تحت تأثیر شرایط غالب محیطی طی مرحله پرشدن دانه و شرایط قبل از آسیاب کردن قرار می‌گیرد. گندم‌های نان به دلیل ساختار ژنتیکی خود سختی پائین‌تری نسبت به گندم‌های دوروم دارند. سختی دانه یک فاکتور مهم در ارزیابی مطلوب گندم می‌باشد. گندم‌های نرم بسیار شکستنی هستند، در حالی که گندم‌های سخت شبکه پروتئین و نشاسته در داخل آندوسپرم کاملا محکم به هم متصل شده اند (Rao *et al*, 2010).

الف



ب



شکل ۴ (الف)- اثر متقابل محلول‌پاشی کود اوره و رقم (ب) -اثر متقابل سال و رقم بر عدد سختی دانه بر سختی دا نه چهار رقم گندم در شرایط آبیاری تکمیلی

Figure 4 (A) - Interaction effect of foliar spraying of urea fertilizer and variety (B) - Interaction effect of year and variety on grain hardness number on grain hardness of four wheat cultivars under supplementary irrigation conditions

LSD: حداقل تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد

LSD: least significant difference at the 5% level

ارقام دارای حروف مشترک از لحاظ آماری اختلاف معنی داری ندارند.

Numbers with the same letter don't have significant difference

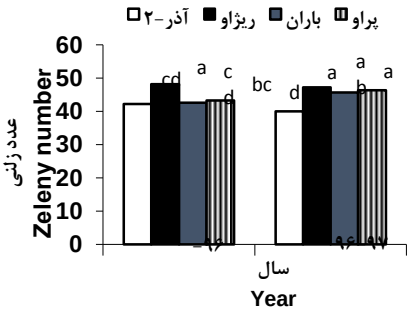
عدد زلنی

عدد زلنی یک فاکتور مهم است که به ما اطلاعاتی در مورد کیفیت گلوتن آرد گندم می‌دهد از نظر عدد زلنی در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی تیمار محلول‌پاشی در مرحله پرشدن دانه به ترتیب با ۴۸ و ۸/ ۳۹ بیشترین و تیمار شاهد نیز با ۳۹/۷ و ۳۰/۵ کمترین عدد زلنی را نشان دادند (جداول ۴ و ۵). همچنین در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی برهمکنش اثر سال و رقم بر عدد زلنی معنی‌دار بود. بر همکنش سال در رقم در شرایط آبیاری تکمیلی نشان داد که بیشترین عدد زلنی به میزان ۴۴/۸ مربوط به سال اول و

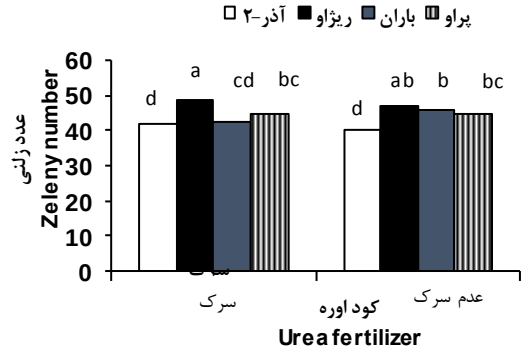
رقم ریژاو و کمترین مقدار آن به میزان ۳۵/۳ نیز مربوط به رقم ریژاو در سال دوم بود (شکل ۶-الف) و در شرایط دیم نیز بر همکنش سال و رقم نشان دادکه بیشترین عدد زلنی در سال اول مربوط به رقم ریژاو و کمترین مقدار آن بمربوط به رقم آذر-۲ در سال دوم بود. (شکل ۵ الف). همچنین بر همکنش رقم در کود سرک اوره در شرایط دیم نشان دادکه بیشترین عدد زلنی در هر دو شرایط مصرف و عدم مصرف کود سرک به رقم ریژاو تعلق داشت (شکل ۵ ب). رقم ریژاو در بین چهار رقم مورد بررسی در این بررسی از بیشترین میزان پروتئین دانه برخوردار بود.

رجبی هشت جین و همکاران (Rajabi hashtjin *et al,* 2013) همبستگی مثبت و معنی‌داری بین درصد پروتئین با عدد زلنی، سختی دانه، گلوتن مرطوب و خشک گزارش کردند. مسعودی فر و محمدخانی (Masoudi Far & Mohammad Khani, 2014) در آزمایش دیگری گزارش کردند که بین عدد زلنی و صفات درصد پروتئین، حجم نان و سختی دانه همبستگی معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد، اما همبستگی بین عدد زلنی با درصد گلوتن خشک در سطح یک درصد بالا می‌باشد.

الف



ب



شکل ۵- (الف) اثرمتقابل سال و رقم و (ب)-اثرمتقابل رقم و کود سرک اوره بر عدد زلنی چهار رقم گندم در شرایط دیم

Figure 5- (A) The interaction effect of year and cultivar and (B) the interaction effect of cultivar and urea fertilizer on Zeleny number of four wheat cultivars under dry conditions.

LSD: حداقل تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد

LSD: least significant difference at the 5% level

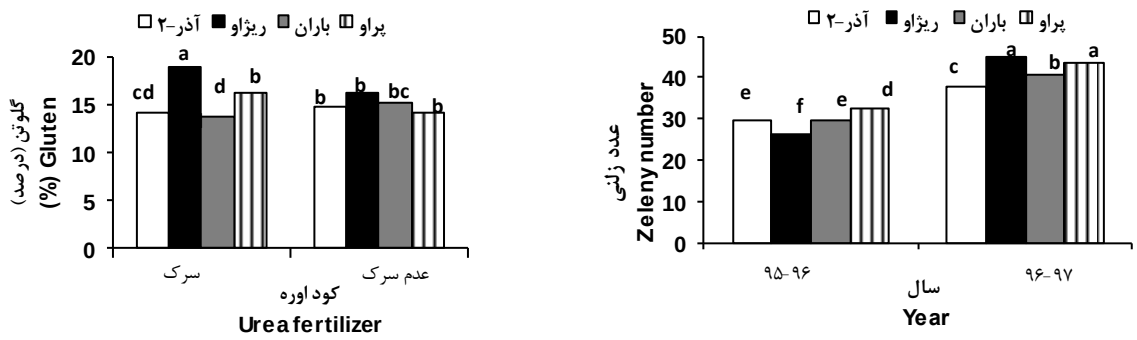
ارقام دارای حروف مشترک از لحاظ آماری اختلاف معنی داری ندارند.

Numbers with the same letter don't have significant difference

شاخص گلوتن

در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی اثر محلول‌پاشی روی شاخص گلوتن معنی‌دار بود (جداول۲ و ۳). مقایسه میانگین مراحل محلول‌پاشی در شرایط دیم نشان داد که دامنه تغییرات شاخص گلوتن نیز از ۱۹/۶ در شرایط شاهد (آب پاشی) تا ۲۴/۱ در شرایط محلول‌پاشی در مرحله پرشدن دانه و در شرایط آبیاری تکمیلی از از ۱۳/۳ در شرایط شاهد (آب پاشی) تا ۱۶/۹ در شرایط محلول‌پاشی در مرحله پرشدن دانه متغیر بود. (جدول۴). یکی از پارامترهای مهم جهت تعیین مرغوبیت گندم، میزان گلوتن آن است، زیرا خمیر حاصل از آردی که از لحاظ گلوتن غنی است به دلیل داشتن حالت کشدار قادر است که گازهای ناشی از تخمیر را بیشتر در خود نگهداری نماید و برای همین، خمیر بهتر آماده سازی شده و حجمش بیشتر می گردد؛ بنابراین، کیفیت پخت نان به طور عمده به دو فاکتور کیفیت و کمیت گلوتن خمیر نان بستگی دارد (Delcour *et al*, 2012). از نظر شاخص گلوتن رقم ریژاو با ۲۷/۳ بیشترین مقدار و رقم آذر-۲ با ۱۸/۶ کمترین مقدار این شاخص را نشان داد. همان طوری که ذکر شد این رقم از نظر شاخص گلوتن و سختی دانه نیز به عنوان برترین رقم شناخته شد. اکثر گندم‌هایی که سختی دانه بالایی دارند دارای درصد پروتئین بیشتری نیز هستند (Arzani, 2002). در آزمایشی که توسط خزایی و همکاران (Khazaei *et al*, 2012) بر روی سه لاین گندم انجام شد بین لاین‌های گندم تفاوت معنی‌داری از نظر این صفت مشاهده شد. میزان گلوتن این لاین‌ها ۴۰/۳۴، ۱۳/۴۱ و ۱۸/۵۲ بود. همچنین در آزمایشی که توسط درخشانی و همکاران (Derakhshani, *et al*, . 2016) بر روی تعدادی از ارقام و ژنوتیپ های پیشرفته گندم دیم انجام شد عدد زلنی و سختی دانه در رقم آذر-۲ به ترتیب ۳۴و ۵۸/۲۵ و در رقم ریژاو ۵۳/۵ و ۵۷/۰۵ بود. اثر متقابل کود سرک در رقم نشان داد که در شرایط آبیاری تکمیلی بیشترین شاخص گلوتن با ۱۷/۹ مربوط به رقم ریژاو و کاربرد کود سرک و کمترین آن با ۱۳/۹ مربوط به رقم آذر-۲ و عدم کاربرد کود سرک بود (شکل ۶ ب). دوریک و همکـاران (Duric *et al*, 2010) اظهار داشتند که با افزایش مصرف کود نیتروژن مقدار گلوتن مرطـوب در ارقـام گنـدم افـزایش می یابد اما واکنش ارقام مختلف متفاوت اسـت. مهم‌ترین خصوصیات مرتبط با کیفیت گندم شامل وزن حجمی، سختی دانه و محتوای گلوتن هستند (Kobata *et al*, 1992). مقدار گلوتن در درجه اول به شرایط آب و هوایی و میزان نیتروژن خاک بستگی دارد و کیفیت آن تابع فاکتورهای ژنتیکی است (Finney & Barmore, 1948).

الف ب



شکل ۶-(الف) اثر متقابل سال و رقم بر عدد زلنی و (ب) - اثر متقابل رقم و کود سرک اوره بر شاخص گلوتن چهار رقم گندم در شرایط آبیاری تکمیلی

Figure 6-(a) Interaction effect of year and variety on Zeleny number and (b) interaction effect of variety and urea fertilizer on gluten number of four wheat cultivars under supplementary irrigation conditions

LSD: حداقل تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد

LSD: least significant difference at the 5% level

ارقام دارای حروف مشترک از لحاظ آماری اختلاف معنی داری ندارند.

Numbers with the same letter don't have significant difference

جدول **۵- برهمکنش سه گانه سال، کود سرک اوره و محلول‌پاشی کود اوره بر سختی دانه در شرایط آبیاری تکمیلی**

Table 5- The triple interaction of year, top dressing urea fertilizer and foliar application of urea fertilizer on grain hardness in supplementary irrigation conditions

سختی دانه در سال دوم Grain hardness in the second year	سختی دانه در سال اول Grain hardness in the first year	تیمارها Treatments	
53.41 h	59.94 de	شاهد Control	سرک Top dressing
61.19 cd	62.25 bc	آبستنی Booting	
62.30 bc	63.22 abc	آبستنی و پر شدن Booting + Grain Filling	
64.13 ab	64.92 a	پر شدن Grain Filling	
56.33 g	59.65 def	شاهد Control	عدم سرک Non top dressing
58.53 ef	62.58 bc	آبستنی Booting	
57.53 fg	62.98 abc	آبستنی و پر شدن Booting + Grain Filling	
59.79 de	63.99 ab	پر شدن Grain Filling	

ارقام دارای حروف مشترک از لحاظ آماری اختلاف معنی داری ندارند.

Figures with common letters do not have statistically significant differences.

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد محلول‌پاشی اوره و کاربرد کود سرک در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی در بهبود صفات کیفی مؤثر بود. بررسی صفات کیفی نشان داد که در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی کاربرد کود اوره بصورت سرک و محلول پاشی اوره باعث افزایش معنی دار عملکرد دانه، پروتئین دانه،، نیتروژن دانه، سختی دانه، عدد زلنی و شاخص گلوتن دانه شد. بیش‌ترین افزایش پروتئین دانه، سختی دانه عدد زلنی و شاخص گلوتن در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی مربوط به محلول پاشی در زمان پرشدن دانه بود. هم‌چنین نتایج این مطالعه نشان داد بیشترین شاخص گلوتن و سختی دانه در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی مربوط به محلول پاشی در مرحله پرشدن دانه بود. در بین ارقام از نظر شاخص گلوتن نیز در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی بیشترین میزان شاخص گلوتن مربربوط به رقم ریژاو و کمترین میزان آن در شرایط دیم متعلق به رقم آذر-۲ و در شرایط آبیاری تکمیلی مربوط به رقم باران بود. در شرایط دیم تیمار محلول‌پاشی در مرحله پرشدن دانه بیشترین سختی دانه و تیمار شاهد (آب پاشی) با ۶۴/۳ درصد کمترین میزان سختی دانه را نشان دادند. از نظر عدد زلنی در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی تیمار محلول‌پاشی در مرحله پرشدن دانه به ترتیب با ۴۸ و ۸/ ۳۹ بیشترین و تیمار شاهد نیز با ۳۹/۷ و ۳۰/۵ کمترین عدد زلنی را نشان دادند. میانگین عملکرد دانه بـا آبیاری تکمیلی و شرایط دیم به ترتیـب ۳۶۸۲ و ۲۶۷۲ کیلوگرم در هکتار بود و آبیاری تکمیلـی منجر به افزایش قابل ملاحظه عملکرد دانه نسبت بـه شـرایط دیـم شـد.

References

Ahmadi, K., Ebadzadeh, H. R., Hatami, F., Abdshah, H., & Kazemian, A. Agricultural Statistics of the Crop. Crop Products. 1397-98. 1:1-89: www.gisoom.com/book/I

Allahverdiyev, T. 2016. Impact of soil water deficit on some physiological parameters of durum and bread wheat genotypes. Agricultural and Forestly/Poljoprivreda I Sumarstvo, 62(1), 1-16.

Bejosano, F & Waniska, R. 2004. Functionality of bicarbonate leaveners in wheat flour tortillas, Cereal Chemistry, 81, 77-79.

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

Campbell, K. G., Finney, P. L., Bergam, C. J., Gualberto, D. G., Anderson, J. A., Giroux, M. J., Siritunga, D., Zhu, J., Gendre, F., Roue, C., Verel, A., & Sorrells, M. E. 2001. Quantitative trait loci associated with milling and baking quality in soft × hard wheat cross. Crop Science, 41, 1275-1285.

Delcour, J. A., Joye, I. J., Pareyt, B., WilderjansBrijs, E., & Lagrain, B. 2012. Wheat gluten functionality as a quality determinant in cereal-based food products. Annual review of food science and technology, 3, 469-492.

Delwiechie, S. R. 2000. Wheat endosperm compressive strength properties as affected by moisture. Transactions of the ASAE, 43, 365-373.

Derakhshani, F., Golkari, S., & Sadeghzadeh, B. 2016. Evaluation of allelic diversity of glutenin subunits with high molecular weight by SDS-PAGE method in promising varieties and lines of dryland wheat. Agricultural Science Research Journal in Dry Areas, 1 (2), 232-222.

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

Duric, V., Kondic -Spika, A., Hristov, N., & Popov-Raljic, J. 2010. The effects of nitrogen nutrition and glutenin composition on the gluten quality in wheat genotypes. Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly, 16(1), 73-78.

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. Iranian Journal of Agricultural Sciences. 2, (35) 311-301.

FAO. (2019). FAO Cereal Supply and Demand Brief. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/. Accessed 5 December 2019.

Finney, K. F., & Barmore, M. A. 1948. Loaf volum and protein content of hard winter and spring wheats. Cereal Chemistry, 25, 291-312.

Golik, S. I., Chidichimo, H. O., Sarandon, S. J. 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 Science, 1(1), 36-41.

Hellemans, T., Landschoot, S., Dewitte, K., Van Bockstaele, F., Vermeir, P., Eeckhout M., & Haesaert, G. 2018. Impact of crop husbandry practices and environmental conditions on wheat composition and quality. A Review Journal of Agriculture Food Chemistry, 66, 2491-2509.

Joudi, M., Ahmadi, A., Mohammadi, V., Abbasi, A., & Mohammadi, H. 2014. Genetic changes in agronomic and phonologic traits of Iranian wheat cultivars grown in different environmental conditions. Euphytica, 196(2), 237-249.

Kamiji, Y., Pang, J., Milroy, S., & Palta, J. 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.

Kazemi, M., & Ezzat Ahmadi, M. 1379. Investigating the effect of different times of urea spraying on yield and yield components and protein percentage in blue wheat. Final report of Gorgan Agricultural Research Center.

Khazaei, M., Tedin, A., & Houshmand, S. 2012. Heritability and relationship between traits related to durum wheat grain quality using a population of recombinant pure lines. Journal of Production and Processing of Agricultural and Horticultural Products, 3 (9), 135-123.

Kizilgeci, F., Yildirim, M., & Hossain, A. 2019. Evaluation of growth, yield, quality and physiological parameters of eleven Australian bread wheat (Triticum aestivum L.) cultivars grown under the ecological condition of Diyarbakir, Turkey. International Journal of Agriculture Environment Food Science, 3(1), 34-40.

Kobata, T., Palta, J. A., & Saide, M. B. 1992. Rate of development of post – anthesis water deficit and grain felling of spring wheat. Crop Science, 32, 1238-1241.

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

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

Makino, A. 2011. Photosynthesis, grain yield, and nitrogen utilization in rice and wheat. Plant Physiology, 155, 125-129.

Masoudi Far, A., & Mohammad Khani, A. 2014. Investigating plant density on the quality characteristics of Kohdasht variety wheat under Gonbad rainfed conditions. Iran biology magazine, 18 (1), 76-69.

Mohammadi, S., Peyghambarnejad, S., & Arefi, S. 2013. Effect of foliar urea nutrition at different developmental stages on grain yield and protein content of two rainfed wheat cultivars. Iranian Journal of Crop Research, 10, 207-213. [In Persian with English summary].

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

Parvezkhan, M., Imtiaz, Y., & 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.

Pascut, S., Kelekci, K., & Waniska, R. 2004. Effects of wheat protein fractions on flour tortilla quality. Cereal Chemistry, 81: 38-43.

Peltonen, J. 1993. Interaction of late season foliar spray of urea and fungicide mixture in wheat production. Journal of Agronomy and crop Science, 17, 296-308.

Qaseminejad, M., Fathi, Q., & Hossinpour. M. 2000. Determining the role of nitrogen on quantitative and qualitative characteristics of three durum wheat cultivars in northern Khuzestan. Abstract of the articles of the 6th Iranian Congress of Agriculture and Plant Breeding, Page 542.

Rajabi hashtjin, M., Agaei sarbze, M., Fotokiyan, M., & Mohammadi. M. 2013. Evaluation of quality traits in durum wheat and bread baking. Journal of Biotechnology Crops, 4: 33-34.

Ransom, J., Simsek, S., Schatz, B., Eriksmoen, E., Mehring, G., & Mutukwa, I. 2016. Effect of a Post-Anthesis Foliar Application of Nitrogen on Grain Protein durum wheat and bread baking. Journal of Biotechnology Crops, 4, 33-34.

Rao, B. N., Pozniak, C. J., Hucl, P. J., & Briggs, C. 2010. Baking quality of emmer-derived durum wheat breeding lines. Journal of Cereal Science, 51, 299-304.

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

Salwau, M. I. M. 1994. Effect of soil and foliar application of nitrogen levels on yield and yield components of wheat (Triticum aestivum L.). Field Crop Abstract, 49, 21-92.

Sarandon, S. J. & 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., & 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 Physiologies Plantarum, 39(119), 1-10.

Sharif Al-Hosseini, M., Qasimzadeh., M. & Ganjaei, A. 2018. The effects of division and foliar application of nitrogen fertilizer on quantitative and qualitative yield of two varieties of durum wheat. Journal of soil and water science research, 23 (1), 1-10.

Technical guidelines for dry wheat cultivation in the temperate climate of the country. 1400. Department of grain research and resource management. https://dari.areeo.ac.ir/.

United Nations. http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/. Accessed 5 December 2019.

Zadokes, J. C., Chang, T. T., & Konzak, C. F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research, 14, 415-421.