Vol 26, No. 1, Spring 2024

University of Tehran Press

Journal of Crops Improvement

Online ISSN: 2345-6957

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

The Effect of Combined Use of Nitrogen Fertilizer and Sugarcane Residue Compost on Wheat Grain Qualitative Traits and Yield under Terminal Heat Stress Conditions in Ahwaz

Masoumeh Makvandi[1] | Abdul Mahdi Bakhshandeh[2] | Ali Moshatati[3]✉ | Mohammad Reza Moradi Telavat[4] | Aydin Khodaei Joghan[5]

1. Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran. E-mail: Makvandi.M@asunrukh.ac.ir
2. Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran. E-mail: Amehdibakhshandeh@asunrukh.ac.ir
3. Corresponding Author, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran. E-mail: A.Moshatati@asnrukh.ac.ir
4. Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran. E-mail: Moraditelavat@asnrukh.ac.ir
5. Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran. E-mail: Aydin.Khodaei@asnrukh.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 05 May 2023
Received in revised form 23 October 2023
Accepted 21 November 2023
Published online 13 March 2024

Keywords:
Khuzestan
Organic fertilizer
Plant growth promoting rhyzobacteria
Sowing date
Urea

ABSTRACT

Objective: Considering that the compost of sugarcane residues softens the soil texture and the use of plant growth stimulating bacteria increases the plant's tolerance against abiotic stress, including heat stress. To assess the combined effect of nitrogen fertilizer with sugarcane residue and growth-promoting bacteria on the qualitative traits and yield of wheat grain under terminal heat stress conditions, an experiment was carried out as split-split plots in the form of a randomized complete block design with three replications in the cropping season of 2021-2022 at the research farm of Khuzestan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

Methods: The experimental factors included three sowing dates: 22 November, 11 December, and 31 December in the main plots; six combination of nitrogen with compost including control, 100% nitrogen, 75% nitrogen+ 25% compost, 50% nitrogen+ 50% compost, 25% nitrogen+ 75% compost, and 100% compost in sub-plots, as well as two levels of application and without application of bacteria in the sub sub-plots.

Results: Mean comparisons showed that the combined use of 50% nitrogen + 50% compost with bacterial application increased the characteristics of grain filling duration and grain filling rate, grain protein percentage, and wet gluten. Also, the highest seed yield (5864 kg/ha) was obtained on the first planting date and combined consumption of 50% nitrogen + 50% compost and the lowest amount (1115 kg/ha) was obtained on the third planting date and the control treatment.

Conclusion: In general, the combined use of nitrogen fertilizer and compost with growth-promoting bacteria could reduce the negative effect of terminal heat stress on the measured plant traits.

Cite this article: Makvandi, M., Bakhshandeh, A. M., Moshatati, A., Moradi Telavat, M. R., & Khodaei Joghan, A. (2024). The Effect of Combined Use of Nitrogen Fertilizer and Sugarcane Residue Compost on Wheat Grain Qualitative Traits and Yield under Terminal Heat Stress Conditions in Ahwaz. *Journal of Crops Improvement*, 26 (1), 51-74. DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2023.358472.2810

Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2023.358472.2810

دوره بیست و ششم، شماره اول، بهار ۱۴۰۳

انتشارات دانشگاه تهران

به‌زراعی کشاورزی

شاپا الکترونیکی: ۲۳۴۵-۶۹۵۷

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

اثر مصرف تلفیقی کود نیتروژنی و کمپوست بقایای نیشکر بر صفات کیفی و عملکرد دانه گندم تحت شرایط تنش گرمای آخر فصل اهواز

معصومه مکوندی[۱] | عبدالمهدی بخشنده[۲] | علی مشتطی[۳]✉ | محمد رضا مرادی تلاوت[۴] | آیدین خدایی جوقان[۵]

۱. گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران. رایانامه: Makvandi.M@asunrukh.ac.ir

۲. گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران. رایانامه: Amehdibakhshandeh@asunrukh.ac.ir

۳. نویسنده مسئول، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران. رایانامه: A.Moshatati@asnrukh.ac.ir

۴. گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران. رایانامه: Moraditelavat@asnrukh.ac.ir

۵. گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران. رایانامه: Aydin.Khodaei@asnrukh.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۱۵
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۸/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۳۰
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۲/۲۳

کلیدواژه‌ها:
اوره
باکتری محرک رشد گیاه
تاریخ کاشت
خوزستان
کود آلی

چکیده

هدف: اثر مصرف تلفیقی کود نیتروژنه با کمپوست بقایای نیشکر و باکتری محرک رشد بر صفات کیفی و عملکرد گندم در شرایط تنش گرمای آخر فصل اهواز بررسی شد.

روش پژوهش: آزمایشی به‌صورت کرت‌های دو بار خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عوامل آزمایشی شامل سه تاریخ کاشت یکم آذرماه، ۲۰ آذرماه و ۱۰ دی‌ماه در کرت‌های اصلی؛ شش سطح مصرف تلفیقی نیتروژن با کمپوست شامل شاهد، ۱۰۰ درصد نیتروژن، ۷۵ درصد نیتروژن+ ۲۵ درصد کمپوست، ۵۰ درصد نیتروژن+ ۵۰ درصد کمپوست، ۲۵ درصد نیتروژن+ ۷۵ درصد کمپوست و ۱۰۰ درصد کمپوست در کرت‌های فرعی و دو سطح کاربرد و عدم کاربرد باکتری در کرت‌های فرعی فرعی بود.

یافته‌ها: مقایسه میانگین نشان داد که مصرف تلفیقی ۵۰ درصد نیتروژن+ ۵۰ درصد کمپوست با کاربرد باکتری باعث افزایش صفات طول دوره و سرعت پر شدن دانه، درصد پروتئین دانه و گلوتن مرطوب شد. هم‌چنین بیش‌ترین عملکرد دانه (۵۸۶۴ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت اول و مصرف تلفیقی ۵۰ درصد نیتروژن+ ۵۰ درصد کمپوست و کم‌ترین مقدار آن (۱۱۱۵کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت سوم و تیمار شاهد حاصل شد.

نتیجه‌گیری: مصرف تلفیقی کود نیتروژن و کمپوست با باکتری محرک رشد توانست اثر منفی ناشی از تنش گرمای انتهای فصل بر صفات گیاهی اندازه‌گیری‌شده را کاهش دهد.

استناد: مکوندی، معصومه؛ بخشنده، عبدالمهدی؛ مشتطی، علی؛ مرادی تلاوت، محمدرضا و خدایی جوقان، آیدین (۱۴۰۳). اثر مصرف تلفیقی کود نیتروژنی و کمپوست بقایای نیشکر بر صفات کیفی و عملکرد دانه گندم تحت شرایط تنش گرمای آخر فصل اهواز. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۶ (۱)، ۵۱-۷۴.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2023.358472.2810

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

۱. مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) مهم‌ترین گیاه زراعی جهان است که مقدار قابل‌توجهی از پروتئین، ویتامین‌ها و فیبرهای غذایی برای تعداد زیادی از مردم را تأمین می‌کند (شوری[1] و هی[2]، ۲۰۱۵). براساس آمارنامه کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی، در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹، سطح زیر کشت گندم ۵/۲۶ میلیون هکتار و میزان تولید آن ۱۱/۱۳ میلیون تن بود که استان خوزستان با تولید ۱/۳۶ میلیون تن، مقام اول تولید را داشت (احمدی و همکاران، ۱۳۹۸).

وقوع تنش گرمای آخر فصل در خوزستان باعث کاهش پنج تا ۴۰ درصدی عملکرد دانه گندم در سال‌های مختلف می‌شود. در این استان گندم به‌دلیل شرایط آب‌وهوایی و تابش مناسب در فصول پاییز و زمستان، رشد رویشی مناسبی داشته و پتانسیل عملکرد بالایی دارد، اما به‌دلیل افزایش ناگهانی دما در ماه‌های اسفند و فروردین، گیاه در فاصله مرحله گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک، با تنش گرمای آخر فصل مواجه شده و عملکرد و کیفیت آن کاهش می‌یابد (مشتطی[3] و موسوی، ۲۰۱۹). به‌منظور مقابله با این مشکل، انتخاب رقم مناسب و تطبیق فنولوژی آن با تاریخ کاشت مطلوب به‌عنوان یکی از راه‌کارهای اصلی پیشنهاد می‌شود (آنجوم[4] و همکاران، ۲۰۱۰). براساس نتایج سیاحی و همکاران (۱۳۹۶)، تأخیر در کاشت و وقوع تنش گرمای آخر فصل باعث کاهش عملکرد دانه گندم شد.

عنصر نیتروژن یکی از محدودکننده‌ترین عناصر غذایی است و نقش مهمی را در کمیت و کیفیت گیاهان بازی می کند (راعی و همکاران، ۱۳۹۸) و به همین علت به‌صورت کود شیمیایی در سطح وسیعی مصرف می‌شود (دو[5] و همکاران، ۲۰۱۷). یکی از مخاطرات اصلی در بخش کشاورزی، استفاده بی‌رویه از کودهای نیتروژن‌دار است. مصرف بیش از حد این کودها علاوه بر افزایش هزینه‌های تولید، سبب آلودگی محیط زیست، افزایش آسیب‌پذیری محصول و افزایش خطر برای سلامت انسان می‌شود (باقری، ۱۳۹۰). بروز مشکلات اقتصادی و زیست‌محیطی ناشی از مصرف زیاد از حد کودهای شیمیایی نیتروژنی در نتیجه فرایندهایی چون تصعید آمونیاک، دنیتریفیکاسیون و آبشویی نیترات باعث شده که کمپوست‌ها و سامانه‌های زیستی تثبیت‌کننده نیتروژن به‌عنوان بخشی از برنامه‌های کشاورزی پایدار به‌عنوان جایگزین کودهای شیمیایی مدنظر باشند (راعی و همکاران، ۱۳۹۲؛ امیریوسفی و همکاران، ۱۴۰۱).

بقایای نیشکر با داشتن مواد مغذی می‌توانند به‌عنوان یک کود آلی در کشاورزی استفاده شوند (چوهان[6] و همکاران، ۲۰۱۱). یکی از روش‌های استفاده از پسماندهای نیشکر، کمپوست‌کردن آن‌ها ست. کمپوست بقایای نیشکر ماده آلی پیت مانندی است که باعث نرمی بافت خاک و افزایش تهویه، جذب رطوبت و ظرفیت نگهداری آب می‌شود. کربن آلی موجود در کمپوست، عناصر غذایی را به‌آرامی و به‌طور یکنواخت در خاک آزاد کرده و گیاه را قادر به جذب عناصر غذایی می‌نماید (ثواقبی فیروزآبادی و علیخانی، ۱۳۹۳).

استفاده از پتانسیل زیستی خاک یا جامعه مفید میکروبی اعم از باکتری‌ها و قارچ‌ها به‌عنوان یک راه‌کار امیدبخش در کشاورزی پایدار مطرح است (ساریخانی و امینی، ۱۳۹۹). اخیرا به نقش ریزجانداران در سازگاری گیاهان نسبت به تنش‌های محیطی توجه بیش‌تری شده است (ایست[7]، ۲۰۱۳). این راهبرد یعنی استفاده از باکتری‌های محرک رشد گیاه[8] جهت افزایش تحمل گیاهان زراعی در برابر تنش‌های غیرزنده از جمله تنش خشکی نه‌تنها آسان، بلکه کم‌هزینه و

---

1. Shewry
2. Hey
3. Moshatati
4. Anjum
5. Dou
6. Chauhan
7. East
8. Plant growth promoting rhizobacteria: PGPR

اقتصادی است (کیم[1] و همکاران، ۲۰۱۲). باکتری‌های محرک رشد گیاه می‌توانند با تثبیت نیتروژن، تولید مواد تنظیم‌کننده رشد گیاه، تولید آنزیم ACC دی آمیناز، افزایش قابلیت جذب عناصر مختلف، تولید ویتامین‌ها و سایر مواد محرک رشد، موجب افزایش رشد گیاه شوند (سعادت و همکاران، ۱۳۹۴). کود زیستی نیتروکسین حاوی باکتری‌های محرک رشد گیاه شامل باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن (مخلوطی از گونه‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم) و حل‌کننده فسفات (باسیلوس و سودوموناس) است.

با توجه به اثر تنش گرمایی آخر فصل بر کاهش تولید گندم در خوزستان و همچنین اثر کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش مصرف کودهای آلی و زیستی بر پایداری و سلامت بوم نظام‌های زراعی، این آزمایش با هدف بررسی اثر مصرف تلفیقی کود شیمیایی نیتروژن با کود آلی کمپوست بقایای نیشکر و کاربرد باکتری محرک رشد در شرایط تنش گرمایی آخر فصل بر صفات کیفی و عملکرد دانه گندم، طراحی و اجرا شد.

۲. پیشینه پژوهش

در خصوص کاربرد کود کمپوست، صافی و همکاران (۱۴۰۰) گزارش کردند که بیش‌ترین طول دوره پرشدن دانه تریتیکاله در شرایط کاربرد ۴۰ تن در هکتار کود کمپوست بقایای نیشکر و کم‌ترین مقدار آن در شرایط عدم کاربرد کود کمپوست به‌دست آمد. کاظم‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی اثر کودهای آلی و نیتروژنی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و کیفیت نان گندم گزارش کردند که تیمار مصرف تلفیقی کود آلی لجن فاضلاب، کمپوست زباله شهری و کود دامی با نیتروژن نسبت به تیمار شاهد، درصد گلوتن مرطوب دانه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. آل‌کثیر زارع و همکاران (۱۳۹۷) با بررسی اثر مقادیر کود اوره و فیلترکیک نیشکر بر عملکرد و پارامترهای عملکردی گندم نان گزارش کردند که بیش‌ترین عملکرد دانه در تیمار ۶۰ تن در هکتار فیلترکیک نیشکر و کم‌ترین مقدار آن در تیمار شاهد حاصل شد.

نتایج آزمایشی نشان داد که کاربرد باکتری محرک رشد از طریق افزایش میزان آسیمیلاسیون، موجب بهبود نقل و انتقال مواد به دانه شده و سرعت پرشدن دانه را افزایش داد (عباسپور، ۱۳۹۲). جیریایی و همکاران (۱۳۹۴) بیان نمودند که کاربرد مایکوریزا، وزن هکتولیتر دانه گندم را افزایش داد. حسن پور و زند (۱۳۹۳) بیان نمودند که اثر تلقیح بذر بر درصد پروتئین دانه معنی‌دار شد و بیش‌ترین درصد پروتئین دانه (۱۱/۸ درصد) از تیمار تلقیح هم‌زمان با قارچ مایکوریزا و باکتری ازتوباکتر به‌دست آمد.

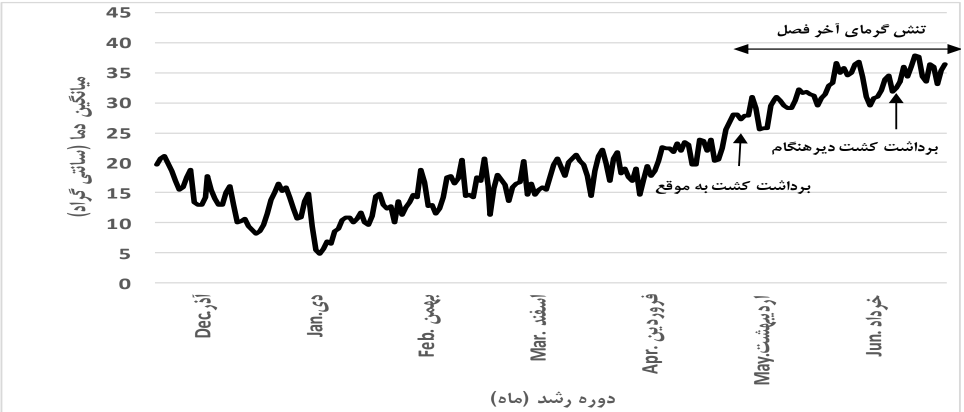
۳. روش‌شناسی پژوهش

این آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در ملاثانی در ۳۵ کیلومتری شمال‌شرقی اهواز و در حاشیه شرقی رودخانه کارون با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۸ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۸۸ دقیقه و ارتفاع ۲۲ متر از سطح دریا اجرا شد. براساس آمار هواشناسی بلندمدت، شهر ملاثانی با داشتن متوسط بارندگی سالیانه حدود ۲۱۳ میلی‌متر، میانگین سالانه دمای حداقل، متوسط و حداکثر به‌ترتیب ۹/۵، ۲۳ و ۳۶ درجه سانتی‌گراد، از لحاظ اقلیمی جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک است (جدول ۱ و شکل ۱).

1. Kim

جدول ۱. میانگین ماهانه دمای حداقل، متوسط و حداکثر و بارندگی در دوره رشد گندم در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰

ماه	دمای حداقل (درجه سانتی‌گراد)	دمای متوسط (درجه سانتی‌گراد)	دمای حداکثر (درجه سانتی‌گراد)	بارندگی (میلی‌متر)
آذر	۱۰/۷	۱۷/۲	۲۳/۷	۴۴/۱
دی	۶/۵	۱۲/۵	۱۸/۲	۶۵/۱
بهمن	۷/۸	۱۳/۶	۲۰/۶	۱۳/۴
اسفند	۱۱/۷	۱۸/۴	۲۱/۵	۴/۳
فروردین	۱۴/۷	۲۳/۶	۳۲/۵	۰
اردیبهشت	۲۰/۱	۲۷/۷	۳۶/۳	۰
خرداد	۲۳/۸	۳۴/۰	۴۴/۱	۰



شکل ۱. میانگین دما در طول دوره رشد گندم در اهواز در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰

این آزمایش به‌صورت کرت‌های دو بار خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل اول: تاریخ کاشت (جهت اعمال تنش گرمایی آخر فصل) در سه سطح یکم آذرماه، ۲۰ آذرماه و ۱۰ دی‌ماه به‌عنوان عامل اصلی در کرت‌های اصلی؛ عامل دوم: نسبت‌های مختلف مصرف تلفیقی کود شیمیایی نیتروژنه (اوره) با کود آلی کمپوست بقایای نیشکر در کرت‌های فرعی در شش سطح شامل شاهد (بدون نیتروژن و کمپوست)، ۱۰۰ درصد نیتروژن، ۷۵ درصد نیتروژن+ ۲۵ درصد کمپوست، ۵۰ درصد نیتروژن+ ۵۰ درصد کمپوست، ۲۵ درصد نیتروژن+ ۷۵ درصد کمپوست و ۱۰۰ درصد کمپوست در کرت‌های فرعی و عامل سوم: کود نیتروکسین حاوی باکتری‌های محرک رشد گیاه در دو سطح کاربرد و عدم کاربرد در کرت‌های فرعی فرعی بود. درصد جایگزینی نیتروژن و کمپوست بر مبنای نیاز گندم به نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) محاسبه و براساس تیمار، میزان مصرف نیتروژن و کمپوست محاسبه و مصرف شد (لطفی آینه و همکاران، ۱۳۹۳). ابتدا به‌منظور تحریک جوانه‌زنی علف‌های هرز و کنترل مطلوب‌تر آن‌ها و تأمین رطوبت مناسب جهت انجام عملیات شخم، قبل از آماده‌سازی فیزیکی زمین، قطعه زمین آزمایش، آبیاری قبل از شخم (ماخار) شد. دو تا سه هفته بعد از آبیاری و با کاهش رطوبت خاک مزرعه، شخم نیمه‌عمیق با گاوآهن برگردان‌دار و پس از آن جهت خردکردن کامل کلوخه‌ها و تسطیح زمین دو مرحله دیسک در جهت عمود بر هم انجام شد. قبل از کاشت، نمونه‌برداری از خاک جهت ارزیابی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک صورت گرفت (جدول ۲). هم‌چنین کود کمپوست بقایای نیشکر از شرکت کشت و صنعت کارون شوشتر تهیه و خصوصیات شیمیایی و فیزیکی آن اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

جدول ۲. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک (صفر تا ۳۰ سانتی‌متر) و کمپوست بقایای نیشکر

مشخصات فیزیکی و شیمیایی	خاک	کمپوست بقایای نیشکر
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	۲/۶	۴/۱
پی‌اچ	۷/۹	۸/۸
ماده آلی (درصد)	۰/۴	۵۳/۵
نیتروژن (درصد)	۰/۰۳	۰/۹۵
فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۱۲	۵۰
پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۱۱۹	۱۰۵۰
وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۱/۲۱	–
بافت	لوم رسی سیلتی	–

کود کمپوست بقایای نیشکر توزین و در مرحله قبل از کاشت در کرت‌های آزمایشی موردنظر پخش شده و توسط دستگاه کولتیواتور با خاک مخلوط شد. باکتری‌های محرک رشد مورداستفاده در این آزمایش (با نام تجاری نیتروکسین)، شامل باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن (مخلوطی از گونه‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم) و حل‌کننده فسفات (باسیلوس و سودوموناس) است که از شرکت فناوری زیستی مهر آسیا تهیه شد. تعداد سلول زنده در هر گرم مایه تلقیح ترکیب نیتروکسین $۱۰^{۸}$ عدد باکتری زنده است. در تیمارهای کاربرد باکتری‌های محرک رشد، طبق راهنمای محصول، در زمان قبل از کاشت بذور با مایه تلقیح باکتری آغشته شدند. مقدار مصرف نیتروژن در تیمار ۱۰۰ درصد شیمیایی، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره بود که به‌صورت یک‌سوم قبل از کاشت، یک‌سوم در مرحله پنجه‌زنی و یک‌سوم در مرحله ساقه‌رفتن مصرف شد (لطفی آینه و همکاران، ۱۳۹۳). هر کرت فرعی به طول ۳ متر و عرض ۲ متر (با مساحت ۶ مترمربع) و شامل ۱۰ خط کشت به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از هم بود. فاصله بین کرت‌های اصلی و فرعی نیم متر و فاصله بین بلوک‌ها ۲ متر در نظر گرفته شد. بذرهای گندم (رقم چمران۲) با تراکم ۴۰۰ بذر در مترمربع به‌روش دستی در عمق حدود سه سانتی‌متری به‌صورت مسطح در کف شیار قرار گرفت. رقم چمران ۲؛ بهاره، نسبتاً زودرس و نسبت به خوابیدگی، ریزش دانه، زنگ زرد و قهوه‌ای و گرمای آخر فصل متحمل بوده و برای مناطق گرم و خشک جنوب کشور مثل استان خوزستان مناسب است (ملیحی‌پور و همکاران، ۱۳۹۹). آبیاری متناسب با نیاز گیاه، رطوبت خاک و شرایط آب‌وهوایی انجام شد. کنترل علف‌های هرز به‌صورت دستی و بدون استفاده از علف‌کش انجام شد. پس از رسیدن گیاه به مرحله رسیدگی کامل، برداشت با در نظر گرفتن اثر حاشیه از ۲ مترمربع انجام و عملکرد دانه در بوته و در هکتار براساس رطوبت ۱۴ درصد از طریق توزین نهایی عملکرد دانه در سطح برداشتی و تبدیل آن به هکتار اندازه گیری شد. فاصله بین گرده‌افشانی (ظهور ۵۰ درصد پرچم‌های کرت) تا رسیدگی فیزیولوژیک به‌عنوان طول دوره پرشدن دانه منظور شد. متوسط سرعت پرشدن دانه از تقسیم وزن تک‌دانه به طول دوره پرشدن دانه برحسب میلی‌گرم بر روز محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری وزن هکتولیتر، ابتدا استوانه مدرج یک لیتری را برداشته و وزن آن را با ترازو توزین کرده و یادداشت شد. سپس استوانه مدرج با دانه‌هایی که از قبل ناخالصی‌های واضح جدا شده، پر گردید و بعد دوباره با ترازو وزن شد. وزن به‌دست‌آمده در فرمول تعیین وزن هکتولیتر قرار گرفت و محاسبات برحسب کیلوگرم انجام شد. این آزمون با استفاده از روش مصوب ۵۵-۱۰ انجمن شیمیدانان غلات آمریکا (۲۰۰۰) انجام شد.

رابطه ۱) وزن هکتولیتر =(وزن بشر و گندم – وزن بشر خالی)×۱۰۰

جهت محاسبه درصد پروتئین از رابطه زیر استفاده شد:

رابطه ۲) درصد پروتئین= درصد نیتروژن ×۵/۷

درصد نشاسته دانه، با استفاده از روش فنل- اسیدسولفوریک اندازه‌گیری شد. برای این منظور با اضافه‌کردن الکل‌اتیلیک به نمونه گیاهی و سپس سانتریفیوژ آن، مقدار نشاسته کربوهیدرات‌های محلول با قراردادن مواد باقیمانده نمونه در آب جوش استخراج شد. نمونه‌ها پس از به حجم رسیدن و قرارگرفتن در مجاورت فنل و اسیدسولفوریک، با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۸۵ نانومتر اندازه‌گیری شد (میشل دوبوا[1] و همکاران، ۱۹۶۵). گلوتن مرطوب با استفاده از دستگاه گلوتوماتیک و براساس استاندارد ملی شماره ۲-۹۶۳۹ (باقری، ۱۳۹۰) و گلوتن خشک براساس روش ۳۸-۱۰ مصوب انجمن شیمیدانان غلات آمریکا (۲۰۰۰) اندازه‌گیری شد. میزان فسفر دانه توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (امامی، ۱۳۷۵) و میزان پتاسیم دانه به‌روش خاکسترگیری خشک با اسیدکلریدریک اندازه‌گیری شد (کلوت[2]، ۱۹۸۶). برای تجزیه آماری داده‌ها و مقایسه میانگین به‌روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD)[3] در سطح ۵ درصد، از نرم‌افزار تجزیه آماری SAS (9.4) استفاده شد.

۴. یافته‌های پژوهش

تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت و اثر مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود آلی کمپوست بقایای نیشکر و باکتری محرک رشد بر تمامی صفات موردبررسی معنی‌دار شد. برهم‌کنش دوجانبه تاریخ کاشت و مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست بقایای نیشکر بر تمامی صفات به‌جز گلوتن مرطوب و گلوتن خشک معنی‌دار بود. برهم‌کنش دوجانبه تاریخ کاشت و باکتری محرک رشد بر صفات سرعت پرشدن دانه، وزن هکتولیتر، درصد گلوتن خشک، درصد نشاسته دانه، پتاسیم دانه و عملکرد دانه معنی‌دار گردید. برهم‌کنش دوجانبه مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود آلی و باکتری محرک رشد بر صفات درصد پروتئین دانه و پتاسیم دانه و هم‌چنین برهم‌کنش سه‌جانبه تاریخ کاشت و مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود آلی کمپوست بقایای نیشکر و باکتری محرک رشد بر صفات میزان فسفر دانه، پتاسیم دانه و عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۳).

۴. ۱. طول دوره پرشدن دانه

تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت، کاربرد تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست و باکتری محرک رشد بر طول دوره پرشدن دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین تاریخ کاشت نشان داد که بیش‌ترین طول دوره پرشدن دانه (۵۳/۶۹ روز) در تاریخ کاشت اول و کم‌ترین آن (۳۸/۸۶ روز) در تاریخ کاشت سوم حاصل شد (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست نشان داد که بیش‌ترین طول دوره پرشدن دانه (۴۷/۵۰ روز) و کم‌ترین آن (۴۳/۶۶ روز) به‌ترتیب به تیمار مصرف تلفیقی ۵۰ درصد نیتروژن+ ۵۰ درصد کمپوست و شاهد تعلق گرفت (جدول ۵). به‌طوری‌که تیمار مصرف تلفیقی ۵۰ درصد نیتروژن+ ۵۰ درصد کمپوست نسبت به شاهد باعث افزایش حدود ۹ درصدی طول دوره پرشدن دانه شد. در رابطه با اثر باکتری محرک رشد، بیش‌ترین طول دوره پرشدن دانه (۴۶/۰۳ روز) و کم‌ترین آن (۴۵/۶۱ روز)، به‌ترتیب به کاربرد و عدم کاربرد باکتری محرک رشد تعلق گرفت (جدول ۶).

1. Michel Dubois
2. Klute
3. Least Significant Difference

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کمپوست نیشکر و باکتری محرک رشد در شرایط تنش گرمای آخر فصل برای صفات اندازه‌گیری‌شده گندم

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		طول دوره پرشدن دانه	سرعت پرشدن دانه	وزن هکتولیتر دانه	درصد پروتئین دانه	گلوتن مرطوب
تکرار	۲	۱/۰۰	۰/۰۰۶	۶/۲۱	۰/۲۱	۰/۰۰۳
تاریخ کاشت	۲	۲۰۰۲/۴۸**	۰/۱۳**	۶۶۵/۶۷**	۲/۵۱**	۱۶۲/۷۰**
خطای الف	۴	۱/۶۴	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹	۰/۰۳	۰/۰۱
مصرف تلفیقی نیتروژن با کمپوست	۵	۴۲/۳۴**	۰/۰۷**	۴۰۴/۱۰**	۱۱/۰۸**	۱/۲۳**
تاریخ کاشت× مصرف تلفیقی نیتروژن با کمپوست	۱۰	۰/۴۴ns	۰/۰۰۳**	۵/۵۸**	۰/۰۳**	۰/۰۱ns
خطای ب	۳۰	۰/۲۷	۰/۰۰۰۶	۰/۷۶*	۰/۰۰۸	۰/۰۱
باکتری محرک رشد	۱	۴/۸۹**	۰/۰۳**	۳۰/۶۶**	۱/۲۴**	۰/۰۶*
تاریخ کاشت× باکتری محرک رشد	۲	۰/۰۳ns	۰/۰۰۰۹*	۱/۲۵*	۰/۰۰۳ns	۰/۰۰۵ns
مصرف تلفیقی نیتروژن با کمپوست× باکتری محرک رشد	۵	۰/۰۳ns	۰/۰۰۰۵*	۰/۰۶ns	۰/۰۱ns	۰/۰۲ns
تاریخ کاشت× مصرف تلفیقی نیتروژن با کمپوست× باکتری محرک رشد	۱۰	۰/۰۷ns	۰/۰۰۰۲ns	۰/۱۶ns	۰/۰۰۷ns	۰/۰۰۶ns
خطای پ	۳۶	۰/۲۶	۰/۰۰۰۲	۰/۳۸	۰/۰۰۵	۰/۰۱
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱/۱۳	۱/۷۶	۰/۸۷	۰/۶۳	۰/۴۵

ns، * و **: به‌ترتیب نشان‌دهنده اختلاف غیر معنی دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ادامه جدول ۳. تجزیه واریانس اثر مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کمپوست نیشکر و باکتری محرک رشد در شرایط تنش گرمای آخر فصل برای صفات اندازه‌گیری‌شده گندم

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		گلوتن خشک	نشاسته دانه	فسفر دانه	پتاسیم دانه	عملکرد دانه
تکرار	۲	۰/۰۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۰۵	۳۱۴۸/۵۴
تاریخ کاشت	۲	۱۴/۹۳**	۵۴۸/۵۸**	۲۸/۴۱**	۲۸۵/۷۰**	۱۹۶۴۴۹۴۵/۰۲**
خطای الف	۴	۰/۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۵	۳۵۶۰/۶۶
مصرف تلفیقی نیتروژن با کمپوست	۵	۱/۲۳**	۹/۰۷**	۰/۶۴**	۱۰/۱۲**	۱۹۹۸۰۸۷۹/۳۸**
تاریخ کاشت× مصرف تلفیقی نیتروژن با کمپوست	۱۰	۰/۰۱ns	۰/۰۲**	۰/۰۰۵**	۰/۲۷**	۲۵۶۵۰۷/۴۷**
خطای ب	۳۰	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۲ns	۰/۰۰۳	۴۸۳۰/۰۲
باکتری محرک رشد	۱	۰/۰۶*	۰/۳۲**	۰/۰۵**	۰/۸۳**	۹۶۵۸۲۸/۲۸**
تاریخ کاشت× باکتری محرک رشد	۲	۰/۰۰ns	۰/۰۰۵**	۰/۰۰۰۰۳ns	۰/۰۱**	۶۱۴۷۸/۳۹**
مصرف تلفیقی نیتروژن با کمپوست× باکتری محرک رشد	۵	۰/۰۲ns	۰/۰۰۱ns	۰/۰۰۰۵ns	۰/۰۱**	۲۶۸۵/۶۱ns
تاریخ کاشت× مصرف تلفیقی نیتروژن با کمپوست× باکتری محرک رشد	۱۰	۰/۰۰۶ns	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۰۳ns	۰/۰۱**	۱۶۳۱۵/۲۰*
خطای پ	۳۶	۰/۰۱	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۲	۶۹۲۴/۶
ضریب تغییرات (درصد)	-	۰/۸۵	۰/۰۴	۰/۵۳	۰/۲۰	۲/۳۶

ns، * و **: به‌ترتیب نشان‌دهنده اختلاف غیر معنی دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ٤. مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت برای طول دوره پر شدن دانه، گلوتن مرطوب و گلوتن خشک

تاریخ کاشت	طول دوره پرشدن دانه (روز)	گلوتن مرطوب (درصد)	گلوتن خشک (درصد)
۱ آذر	۵۳/۶۹a	۲۰/۴۲c	۱۱/۴۲c
۲۰ آذر	۴۴/۹۱b	۲۲/۳۳b	۱۲/۳۳b
۱۰ دی	۳۸/۸۶c	۲۴/۶۶a	۱۲/۶۶a

در هر ستون، میانگین‌هایی که حرف مشترک دارند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست برای طول دوره پر شدن دانه، گلوتن مرطوب و گلوتن خشک

مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست	طول دوره پر شدن دانه (روز)	گلوتن مرطوب (درصد)	گلوتن خشک (درصد)
شاهد	۴۳/۶۶d	۲۲/۱۲e	۱۱/۷۸e
۱۰۰ درصد نیتروژن	۴۶/۴۴b	۲۲/۵۵b	۱۲/۲۲b
۷۵ درصد نیتروژن+ ۲۵ درصد کمپوست	۴۶/۶۶b	۲۲/۷۱a	۱۲/۳۸a
۵۰ درصد نیتروژن+ ۵۰ درصد کمپوست	۴۷/۵۰a	۲۲/۷۸a	۱۲/۴۵a
۲۵ درصد نیتروژن+ ۷۵ درصد کمپوست	۴۶/۵۰b	۲۲/۴۰c	۱۲/۰۶c
۱۰۰ درصد کمپوست	۴۴/۱۶c	۲۲/۲۴d	۱۱/۹۱d

در هر ستون، میانگین‌هایی که حرف مشترک دارند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

۴. ۲. سرعت پرشدن دانه

تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت، مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست، باکتری محرک رشد، برهم‌کنش تاریخ کاشت و مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست، برهم‌کنش تاریخ کاشت و باکتری محرک رشد و برهم‌کنش مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست و باکتری محرک رشد بر سرعت پرشدن دانه معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین برهم‌کنش تاریخ کاشت و مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست برای صفت سرعت پرشدن دانه (جدول ۶) نشان داد که در تاریخ کاشت اول، بیش‌ترین مقدار این صفت (۰/۸۵ میلی‌گرم در روز) از مصرف تلفیقی ۵۰ درصد نیتروژن+ ۵۰ درصد کمپوست و کم‌ترین مقدار آن (۰/۷۴ میلی‌گرم در روز) از تیمار شاهد حاصل شد. در تاریخ کاشت دوم، بیش‌ترین مقدار این صفت (۰/۹۷ میلی‌گرم در روز) در مصرف تلفیقی ۵۰ درصد نیتروژن+ ۵۰ درصد کمپوست و کم‌ترین مقدار آن (۰/۸۲ میلی‌گرم در روز) به تیمار شاهد مربوط بود. هم‌چنین در تاریخ کاشت سوم، بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار سرعت پرشدن دانه (۱/۰۳ و ۰/۸۳ میلی‌گرم در روز) به‌ترتیب به تیمار مصرف تلفیقی ۵۰ درصد نیتروژن+ ۵۰ درصد کمپوست و شاهد مربوط بود. به‌طور کلی، مقایسه میانگین برهم‌کنش مصرف تلفیقی کود نیتروژن و کود کمپوست در باکتری محرک رشد نشان داد که بیش‌ترین (۰/۹۶) و کم‌ترین (۰/۷۷) مقدار این صفت به‌ترتیب از تیمار مصرف تلفیقی ۵۰ درصد کود نیتروژن+ ۵۰ درصدکمپوست با کاربرد باکتری محرک رشد و تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ۷).

۴. ۳. وزن هکتولیتر دانه

تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت، مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست و باکتری محرک رشد گیاه بر صفت وزن هکتولیتر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. هم‌چنین بر هم‌کنش تاریخ کاشت و مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست و برهم‌کنش تاریخ کاشت و باکتری محرک رشد گیاه بر این صفت معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین برهم‌کنش تاریخ کاشت و مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست به‌روش برش‌دهی فیزیکی نشان داد که در تاریخ کاشت اول، دوم و سوم؛ بیش‌ترین (۸۳/۸۵، ۷۶/۸۶ و ۷۳/۲۶ کیلوگرم در ۱۰۰ لیتر) و کم‌ترین (۶۹/۱۸، ۶۵/۱۶ و ۶۲/۳۵ کیلوگرم در ۱۰۰ لیتر) وزن هکتولیتر به‌ترتیب به تیمار مصرف تلفیقی ۵۰ درصد نیتروژن+ ۵۰ درصد

کمپوست با باکتری محرک رشد و تیمار شاهد مربوط بود (جدول ۶). مقایسه میانگین برهم‌کنش تاریخ کاشت و باکتری محرک رشد نشان داد که در هر سه تاریخ کاشت اول، دوم و سوم؛ تیمار کاربرد باکتری محرک رشد نسبت به شاهد باعث افزایش وزن هکتولیتر شد (جدول ۸).

جدول ٦. مقایسه میانگین برهم‌کنش تاریخ کاشت و مصرف کود نیتروژن با کود کمپوست برای سرعت پرشدن دانه، وزن هکتولیتر، درصد پروتئین دانه و فسفر دانه

تاریخ کاشت	مصرف تلفیقی نیتروژن با کمپوست	سرعت پرشدن دانه (میلی‌گرم در روز)	وزن هکتولیتر (کیلوگرم در ۱۰۰ لیتر)	پروتئین دانه (درصد)	فسفر دانه (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
۱ آذر	شاهد	۰/۷۴d	۶۹/۱۸f	۱۰/۴۴f	۴/۰۴f
	۱۰۰ درصد نیتروژن	۰/۸۰b	۷۷/۲۳c	۱۱/۸۵c	۴/۲۵c
	۷۵ درصد نیتروژن+ ۲۵ درصد کمپوست	۰/۸۴a	۸۱/۱۰b	۱۲/۲۰c	۴/۳۸b
	۵۰ درصد نیتروژن+ ۵۰ درصد کمپوست	۰/۸۵a	۸۳/۸۵s	۱۲/۸۳a	۴/۴۷a
	۲۵ درصد نیتروژن+ ۷۵ درصد کمپوست	۰/۷۷c	۷۳/۴۶d	۱۱/۶۱d	۴/۱۶d
	۱۰۰ درصد کمپوست	۰/۷۹b	۷۰/۹۹e	۱۱/۱۸e	۴/۱۰e
۲۰ آذر	شاهد	۰/۸۲e	۶۵/۱۶f	۱۰/۸۰f	۳/۲۵f
	۱۰۰ درصد نیتروژن	۰/۹۰c	۷۱/۲۶c	۱۲/۲۳c	۳/۶۰c
	۷۵ درصد نیتروژن+ ۲۵ درصد کمپوست	۰/۹۵b	۷۴/۶۹b	۱۲/۴۷b	۳/۷۳b
	۵۰ درصد نیتروژن+ ۵۰ درصد کمپوست	۰/۹۷a	۷۶/۸۶a	۱۲/۸۷a	۳/۸۳a
	۲۵ درصد نیتروژن+ ۷۵ درصد کمپوست	۰/۸۴de	۶۹/۳۶d	۱۱/۷۵d	۳/۵۲d
	۱۰۰ درصد کمپوست	۰/۸۲e	۶۷/۶۴e	۱۱/۴۰e	۳/۴۰e
۱۰ دی	شاهد	۰/۸۳e	۶۲/۳۵f	۱۱/۰۲f	۲/۲۲f
	۱۰۰ درصد نیتروژن	۰/۹۵c	۶۸/۰۸c	۱۲/۳۹c	۲/۵۲c
	۷۵ درصد نیتروژن+ ۲۵ درصد کمپوست	۰/۹۹b	۷۰/۶۰b	۱۲/۸۰b	۲/۶۳b
	۵۰ درصد نیتروژن+ ۵۰ درصد کمپوست	۱/۰۳a	۷۳/۲۶a	۱۳/۲۱a	۲/۷۳a
	۲۵ درصد نیتروژن+ ۷۵ درصد کمپوست	۰/۸۲e	۶۶/۱۸d	۱۲/۱۰d	۲/۴۱d
	۱۰۰ درصد کمپوست	۰/۸۹d	۶۴/۱۰e	۱۱/۷۶e	۲/۳۱e

در هر ستون، میانگین‌هایی که حرف مشترک دارند، براساس آزمون LSDدر سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر مصرف تلفیقی کود نیتروژن و کود کمپوست با باکتری محرک رشد گیاه برای سرعت پرشدن دانه

مصرف تلفیقی نیتروژن با کمپوست	باکتری محرک رشد	سرعت پر شدن دانه (میلی‌گرم در روز)
شاهد	کاربرد	۰/۸۲f
	عدم کاربرد	h۰/۷۷
۱۰۰ درصد نیتروژن	کاربرد	d۰/۹۰
	عدم کاربرد	e۰/۸۷
۷۵ درصد نیتروژن+ ۲۵ درصد کمپوست	کاربرد	b۰/۹۴
	عدم کاربرد	c۰/۹۱
۵۰ درصد نیتروژن+ ۵۰ درصد کمپوست	کاربرد	a۰/۹۶
	عدم کاربرد	b۰/۹۴
۲۵ درصد نیتروژن+ ۷۵ درصد کمپوست	کاربرد	f۰/۸۳
	عدم کاربرد	g۰/۷۹
۱۰۰ درصد کمپوست	کاربرد	f۰/۸۶
	عدم کاربرد	f۰/۸۳

در هر ستون، میانگین‌هایی که حرف مشترک دارند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۸. مقایسه میانگین برهم‌کنش تاریخ کاشت و باکتری محرک رشد گیاه برای سرعت پرشدن دانه و وزن هکتولیتر

تاریخ کاشت	باکتری محرک رشد گیاه	سرعت پرشدن دانه (میلی‌گرم در روز)	وزن هکتولیتر (کیلوگرم در ۱۰۰ لیتر)
۱ آذر	کاربرد	۰/۸۱a	۷۶/۷۱a
	عدم کاربرد	۰/۷۹b	۷۵/۲۲b
۲۰ آذر	کاربرد	۰/۹۲a	۷۲/۴۴a
	عدم کاربرد	۰/۸۷b	۶۹/۶۸b
۱۰ دی	کاربرد	۰/۹۴a	۶۷/۸۱a
	عدم کاربرد	۰/۹۰b	۶۷/۰۴b

در هر ستون، میانگین‌هایی که حرف مشترک دارند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

۴. ۴. درصد پروتئین دانه

تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت، مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست، باکتری محرک رشد و برهم‌کنش تاریخ کاشت و مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست بر درصد پروتئین دانه معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین برهم‌کنش تاریخ کاشت و مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست (جدول ۶) نشان داد که در تاریخ کاشت اول، دوم و سوم به‌ترتیب، بیش‌ترین (۱۲/۸۳، ۱۲/۸۷، ۱۳/۲۱) و کم‌ترین (۱۰/۴۴، ۱۰/۸۰، ۱۱/۸۳) درصد پروتئین دانه در مصرف تلفیقی ۵۰ درصد نیتروژن+ ۵۰ درصدکود کمپوست و شاهد بود. در تاریخ کاشت اول، تیمار مصرف تلفیقی ۵۰ درصد نیتروژن+ ۵۰ درصد کمپوست نسبت به شاهد باعث افزایش حدود ۲۲ درصدی این صفت شد. مقایسه میانگین باکتری محرک رشد نشان داد که بیش‌ترین درصد پروتئین دانه (۱۲/۰۵ درصد) و کم‌ترین آن (۱۱/۸۳ درصد) به‌ترتیب مربوط به تیمار کاربرد و عدم کاربرد باکتری محرک رشد بود (جدول ۹).

جدول ۹. مقایسه میانگین اثر مصرف باکتری محرک رشد گیاه برای طول دوره پرشدن دانه، گلوتن خشک

باکتری محرک رشد گیاه	طول دوره پرشدن دانه (روز)	گلوتن خشک (درصد)
کاربرد	۴۶/۰۳a	۱۲/۱۶a
عدم کاربرد	۴۵/۶۱b	۱۲/۱۱b

در هر ستون، میانگین‌هایی که حرف مشترک دارند، براساس آزمون LSDدر سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

۴. ۵. گلوتن مرطوب

تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت، مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست و باکتری محرک رشد بر صفت گلوتن مرطوب معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین تاریخ کاشت نشان داد که بیش‌ترین (۲۴/۶۶ درصد) و کم‌ترین (۲۰/۴۲ درصد) گلوتن مرطوب به‌ترتیب به تاریخ کاشت سوم و اول تعلق داشت (جدول ۴). تأخیر در کاشت و وقوع تنش گرمای آخر فصل، باعث افزایش درصد گلوتن مرطوب دانه شد. مقایسه میانگین مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست نشان داد که بیش‌ترین (۲۲/۷۸ درصد) و کم‌ترین (۲۲/۱۲ درصد) مقدار این صفت به‌ترتیب به تیمار مصرف تلفیقی ۵۰ درصد کود نیتروژن+ ۵۰ درصد کود کمپوست و تیمار شاهد مربوط بود (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر باکتری محرک رشد نشان داد که کاربرد باکتری محرک رشد گیاه نسبت به شاهد عدم کاربرد آن، باعث افزایش درصد گلوتن مرطوب دانه شد (جدول ۹).

۴. ۶. گلوتن خشک

تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت، مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست و باکتری محرک رشد بر صفت درصد گلوتن خشک معنی‌دار شد (جدول ۳). براساس مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت، بیش‌ترین (۱۲/۶۶ درصد) و کم‌ترین

(۱۱/۴۲ درصد) درصد گلوتن خشک به‌ترتیب مربوط به تاریخ کاشت سوم و اول بود (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست نشان داد که بیش‌ترین درصد گلوتن خشک (۲۲/۷۸ درصد) به تیمار مصرف تلفیقی ۵۰ درصد کود نیتروژن+ ۵۰ درصد کود کمپوست و کم‌ترین مقدار این صفت (۲۲/۱۲ درصد) به تیمار شاهد تعلق گرفت (جدول ۵). هم‌چنین مقایسه میانگین اثر باکتری محرک رشد بر این صفت نشان داد که بیش‌ترین (۱۲/۱۶ درصد) و کم‌ترین (۱۲/۱۱ درصد) مقدار این صفت به تیمار کاربرد و عدم کاربرد باکتری محرک رشد تعلق گرفت (جدول ۹).

۴. ۷. درصد نشاسته دانه

تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت، مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست، باکتری محرک رشد و هم‌چنین برهم‌کنش تاریخ کاشت در مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست، برهم‌کنش تاریخ کاشت در باکتری محرک رشد و برهم‌کنش سه‌گانه تاریخ کاشت در مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست در باکتری محرک رشد بر درصد نشاسته دانه معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین برهم‌کنش تاریخ کاشت در مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست در باکتری محرک رشد (جدول ۱۰) نشان داد که در تاریخ کاشت اول، دوم و سوم به‌ترتیب، بیش‌ترین درصد نشاسته دانه (۷۲/۴۲، ۶۸/۶۳، ۶۸/۷۰ درصد) از تیمار شاهد و کم‌ترین مقدار آن (۷۰/۵۰، ۶۶/۷۰، ۶۲/۵۰ درصد) از تیمار ۱۰۰ درصد کود نیتروژن حاصل شد. در تاریخ کاشت اول، تیمار ۱۰۰ درصد نیتروژن و عدم کاربرد باکتری نسبت به شاهد و کاربرد باکتری باعث کاهش حدود ۳ درصدی این صفت شد.

۴. ۸. فسفر دانه

تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت، مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست و باکتری محرک رشد و هم‌چنین برهم‌کنش تاریخ کاشت در مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست بر صفت فسفر دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش تاریخ کاشت در مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست نشان داد که در تاریخ کاشت اول، دوم و سوم به‌ترتیب بیش‌ترین (۴/۴۷، ۳/۸۳، ۲/۷۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کم‌ترین (۴/۰۴، ۳/۲۵، ۲/۲۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مقدار فسفر دانه به‌ترتیب در تیمار مصرف تلفیقی ۵۰ درصد کود نیتروژن+ ۵۰ درصد کود کمپوست و تیمار شاهد بود (جدول ۶). فسفر دانه در تیمار مصرف تلفیقی ۵۰ درصد کود نیتروژن+ ۵۰ درصد کود کمپوست نسبت به تیمار شاهد ۰/۰۱ افزایش داشت. مقایسه میانگین اثر باکتری محرک رشد نشان داد که بیش‌ترین (۳/۴۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کم‌ترین (۳/۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مقدار این صفت به‌ترتیب به تیمار کاربرد و عدم کاربرد باکتری محرک رشد مربوط بود (جدول ۹).

۴. ۹. پتاسیم دانه

تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت، مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست و باکتری محرک رشد و هم‌چنین برهم‌کنش تاریخ کاشت در مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست، برهم‌کنش تاریخ کاشت در باکتری محرک رشد و برهم‌کنش سه‌گانه تاریخ کاشت در مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست در باکتری محرک رشد بر پتاسیم دانه معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین برهم‌کنش تاریخ کاشت در مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست در باکتری محرک رشد نشان داد که در تاریخ کاشت اول، بیش‌ترین (۲۶/۵۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کم‌ترین (۲۳/۹۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مقدار پتاسیم دانه به‌ترتیب به تیمار مصرف تلفیقی ۵۰ درصد کود نیتروژن+ ۵۰ درصد کود

کمپوست و تیمار شاهد مربوط بود. در تاریخ کاشت دوم و سوم نیز بیش‌ترین (۲۳/۷۹ و ۲۰/۲۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کم‌ترین (۲۱/۸۸ و ۱۸/۲۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مقدار پتاسیم دانه به‌ترتیب به تیمار مصرف تلفیقی ۵۰ درصد کود نیتروژن+ ۵۰ درصد کود کمپوست و تیمار شاهد مربوط بود (جدول ۱۰). در تاریخ کاشت اول تیمار مصرف تلفیقی ۵۰ درصد نیتروژن+ ۵۰ درصد کمپوست و کاربرد باکتری نسبت به شاهد باعث افزایش حدود ۹ درصدی پتاسیم دانه شد.

جدول ۱۰. مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت، مصرف نیتروژن با کمپوست و باکتری محرک رشد گیاه برای نشاسته دانه، پتاسیم دانه و عملکرد دانه

تاریخ کاشت	مصرف تلفیقی نیتروژن با کمپوست	باکتری محرک رشد	نشاسته دانه (درصد)	پتاسیم دانه (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
۱ آذر	شاهد	کاربرد	۷۲/۴۲a	۲۴/۰۲g	۲۹۳۶/۴۷k
		عدم کاربرد	۷۲/۳۱b	۲۳/۹۵h	۲۷۰۵/۶۷k
	۱۰۰ درصد نیتروژن	کاربرد	۷۰/۶۰j	۲۲/۰۱c	۴۹۴۲/۳۰c
		عدم کاربرد	۷۰/۵۰k	۲۴/۹۹c	۴۶۳۶/۰۷e
	۷۵ درصد نیتروژن+ ۲۵ درصد کمپوست	کاربرد	۷۰/۹۲h	۲۵/۰۴c	۵۰۰۷/۱۳c
		عدم کاربرد	۷۰/۸۴i	۲۴/۹۲d	۴۸۰۰/۷۷d
	۵۰ درصد نیتروژن+ ۵۰ درصد کمپوست	کاربرد	۷۱/۲۳f	۲۶/۵۴a	۵۸۶۴/۴۰a
		عدم کاربرد	۷۱/۱۴g	۲۶/۱۲b	۵۴۶۲/۰۰b
	۲۵ درصد نیتروژن+ ۷۵ درصد کمپوست	کاربرد	۷۱/۶۰d	۲۴/۱۹e	۳۸۶۴/۶۳f
		عدم کاربرد	۷۱/۵۱e	۲۴/۱۱f	۳۶۲۷/۰۰g
	۱۰۰ درصد کمپوست	کاربرد	۷۱/۹۰c	۲۴/۱۷e	۳۲۷۷/۳۳h
		عدم کاربرد	۷۱/۸۴c	۲۴/۰۸f	۳۰۶۹/۱۳i
۲۰ آذر	شاهد	کاربرد	۶۸/۶۳a	۲۲/۰۵gef	۲۲۹۱/۵۷f
		عدم کاربرد	۶۸/۵۰b	۲۱/۸۸g	۲۰۶۶/۶۰g
	۱۰۰ درصد نیتروژن	کاربرد	۶۶/۷۹k	۲۲/۸۶c	۴۴۳۸/۷۰c
		عدم کاربرد	۶۶/۷۰l	۲۲/۵۲d	۴۴۸۳/۰۳bc
	۷۵ درصد نیتروژن+ ۲۵ درصد کمپوست	کاربرد	۶۷/۱۵i	۲۳/۱۸c	۴۶۳۲/۶۳b
		عدم کاربرد	۶۷/۰۳j	۲۳/۰۸c	۴۴۴۳/۱۰c
	۵۰ درصد نیتروژن+ ۵۰ درصد کمپوست	کاربرد	۶۷/۳۸g	۲۳/۷۹a	۴۸۷۳/۵۰a
		عدم کاربرد	۶۷/۳۰j	۲۳/۵۴b	۴۸۷۳/۸۷a
	۲۵ درصد نیتروژن+ ۷۵ درصد کمپوست	کاربرد	۶۷/۹۰e	۲۲/۶۳d	۳۲۴۵/۲۳d
		عدم کاربرد	۶۷/۸۰f	۲۲/۲۷e	۳۱۶۱/۳۰d
	۱۰۰ درصد کمپوست	کاربرد	۶۸/۳۳c	۲۲/۱۶ef	۲۷۱۸/۰۰e
		عدم کاربرد	۶۸/۲۰d	۲۲/۰۲gf	۲۵۶۴/۳۳e
۱۰ دی	شاهد	کاربرد	۶۴/۷۰a	۱۸/۳۲k	۱۱۹۳/۹۰i
		عدم کاربرد	۶۴/۶۰b	۱۸/۲۱l	۱۱۱۵/۸۳j
	۱۰۰ درصد نیتروژن	کاربرد	۶۲/۶۸k	۱۹/۴۰e	۳۳۹۳/۸۳c
		عدم کاربرد	۶۲/۵۰l	۱۹/۲۰f	۳۱۷۳/۸۷d
	۷۵ درصد نیتروژن+ ۲۵ درصد کمپوست	کاربرد	۶۳/۱۲i	۱۹/۹۴c	۳۶۹۴/۳۰a
		عدم کاربرد	۶۲/۹۱j	۱۹/۸۰d	۳۴۱۰/۸۰c
	۵۰ درصد نیتروژن+ ۵۰ درصد کمپوست	کاربرد	۶۳/۴۰g	۲۰/۲۸a	۳۷۲۳/۳۳a
		عدم کاربرد	۶۳/۲۹h	۲۰/۱۴b	۳۵۲۰/۵۳b
	۲۵ درصد نیتروژن+ ۷۵ درصد کمپوست	کاربرد	۶۳/۸۴e	۱۹/۰۴g	۲۶۹۹/۳۷e
		عدم کاربرد	۶۳/۷۵f	۱۸/۸۱h	۲۴۲۳/۹۳f
	۱۰۰ درصد کمپوست	کاربرد	۶۴/۲۴c	۱۸/۶۲i	۲۲۳۵/۰۷g
		عدم کاربرد	۶۴/۱۲d	۱۸/۴۵j	۲۰۸۹/۴۷h

در هر ستون، میانگین‌هایی که حرف مشترک دارند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

۴. ۱۰. عملکرد دانه

تجزیه واریانس داده‌های عملکرد دانه، حاکی از وجود بر هم‌کنش معنی‌دار بین عامل‌های تاریخ کاشت، مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست، برهم‌کنش تاریخ کاشت در باکتری محرک رشد و برهم‌کنش سه‌جانبه تاریخ کاشت در مصرف تلفیقی کود نیتروژن با کود کمپوست در باکتری محرک رشد بود (جدول ۳). براساس جدول مقایسه میانگین داده‌ها به روش برش‌دهی فیزیکی؛ در تاریخ کاشت اول، دوم و سوم به‌ترتیب بیش‌ترین عملکرد دانه (۵۸۶۴/۴۰، ۴۸۷۳/۸۳ و ۳۷۲۳/۳۲ کیلوگرم در هکتار) و کم‌ترین مقدار آن (۲۷۰۵/۶۳، ۲۰۶۶/۶۰ و ۱۱۱۵/۸۳ کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب مربوط به تیمار مصرف تلفیقی ۵۰ درصد کود نیتروژن+ ۵۰ درصد کود کمپوست با کاربرد باکتری محرک رشد و تیمار شاهد بود (جدول ۱۰). در تاریخ کاشت اول، تیمار مصرف تلفیقی ۵۰ درصد نیتروژن+ ۵۰ درصد کمپوست با کاربرد باکتری محرک رشد نسبت به شاهد عدم مصرف کود شیمیایی، کمپوست و باکتری، باعث افزایش حدود دو برابری عملکرد دانه شد.

۵. بحث

در خصوص صفت طول دوره پرشدن دانه، مشتطی و همکاران (۱۳۹۷) با بررسی اثر تنش گرما بر گندم گزارش کردند که طول دوره پرشدن دانه در تاریخ کاشت ۱۵ آبان‌ماه (حدود ۵۰ روز) نسبت به تاریخ‌های کاشت بعدی بیش‌تر بود و با تأخیر در کاشت، به‌تدریج کاهش یافت، به‌طوری که در تاریخ کاشت آخر (۱۵ بهمن‌ماه)، با حدود ۴۰ درصد کاهش به حدود ۳۰ روز رسید. نتایج آزمایش صافی و همکاران (۱۴۰۰) نشان داد که بیش‌ترین طول دوره پرشدن دانه تریتیکاله (۲۶/۵ روز) در شرایط مصرف ۴۰ تن در هکتار کود کمپوست بقایای نیشکر و کم‌ترین آن (۲۵/۳ روز) در شرایط عدم مصرف کود کمپوست به‌دست آمد. حیدری سیاه خلکی و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند که در استفاده از سطح اول تقسیط کودی (۱/۳ زمان کاشت، ۱/۳ پنجه‌زنی و ۱/۳ قبل از گلدهی)، مقدار نیتروژن بیش‌تری در اختیار گیاه قرار گرفت در نتیجه مصرف نیتروژن توسط گیاه، میزان اسیمیلاسیون و نقل و انتقال مواد به دانه افزایش یافت که توانست طول دوره پرشدن دانه گندم را افزایش دهد. در خصوص اثر باکتری محرک رشد بر طول دوره پر شدن دانه، احتمالاً کاربرد باکتری‌های محرک رشد با تولید مواد تحریک‌کننده رشد و تأمین عناصر غذایی موردنیاز گیاه امکان تداوم بیش‌تر طول دوره پرشدن دانه را فراهم کرده است.

به‌نظر می‌رسد که درجه حرارت‌های بالاتر در طی مراحل انتهایی رشد، موجب کاهش طول دوره پر شدن و افزایش سرعت پرشدن دانه شده است (کامران قوجه بگلو و همکاران، ۱۳۹۱). مدحج و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که میانگین سرعت پرشدن دانه در شرایط تنش گرمای پس از گرده‌افشانی (۱/۵۸ میلی‌گرم در دانه در روز) نسبت به شرایط مطلوب (۱/۸ میلی‌گرم دانه در روز)، ۱۲ درصد کاهش یافت (مدحج و همکاران، ۱۳۹۰). به‌نظر می‌رسد که دلیل سرعت پرشدن دانه‌ها بالاتر در تیمار مصرف تلفیقی ۵۰ درصد نیتروژن+ ۵۰ درصد کمپوست، دسترسی مناسب به کود نیتروژن دار در طول دوره رشد بوده که سطح برگ بوته‌ها به‌ویژه برگ پرچم، میزان کلروفیل و آنزیم‌های فتوسنتزی را تحت تأثیر قرار داده و باعث افزایش فتوسنتز جاری، انتقال مواد فتوسنتزی به دانه و سرعت پرشدن دانه شده است. نتایج آزمایش جغازردی و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد که مصرف مقادیر هشت تا ۱۲ تن در هکتار کود دامی باعث افزایش سرعت پرشدن دانه ذرت نسبت به تیمار شاهد شد. مقایسه میانگین برهم‌کنش تاریخ کاشت و باکتری محرک رشد نشان داد که در هر سه تاریخ کاشت، کاربرد باکتری محرک رشد باعث افزایش سرعت پرشدن دانه نسبت به شاهد شد (جدول ۸). علت زیادتربودن سرعت پرشدن دانه در تیمارهای تلقیح با باکتری‌های افزاینده رشد را می‌توان به غلظت بالای عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن برگ در طی مرحله پرشدن دانه نسبت داد (ناصری و همکاران، ۱۳۹۶).

با تأخیر در کاشت، افزایش دمای محیط و کاهش طول دوره پرشدن دانه به‌واسطه کاهش فتوسنتز جاری و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره‌شده از برگ‌ها به دانه‌های در حال پرشدن، تجمع مواد فتوسنتزی در دانه‌ها کاهش یافته و در نتیجه دانه‌های تشکیل شده چروک و سبک خواهند شد. از این‌رو، وزن هکتولیتر چنین دانه‌هایی در مقایسه با دانه‌های تولیدشده در شرایط مطلوب کم‌تر خواهد بود (شریفی و عادلی‌نسب، ۱۳۹۵). عدم رعایت تاریخ کاشت مناسب در گندم، باعث کاهش وزن هکتولیتر دانه شد (پیتمن[1] و اندروز[2]، ۱۹۶۱). نتایج آزمایشی نشان داد که در تیمار ۶۰ تن در هکتار کود دامی+ ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نسبت به سایر تیمارها، وزن هکتولیتر گندم بیش‌تری حاصل شد. در تفسیر علت افزایش وزن هکتولیتر با مصرف کودهای آلی می‌توان به اثر مفید کودهای آلی در ساختمان خاک و افزایش رشد ریشه و افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه و انتقال آن‌ها به دانه اشاره کرد که درنتیجه آن چگالی دانه افزایش یافته و وزن هکتولیتر افزایش می‌یابد. به علاوه با مصرف کودهای آلی، غلظت عناصر معدنی مختلف در خاک و در نتیجه جذب و انتقال آن‌ها به دانه افزایش می‌یابد (کاظم‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲). هم‌چنین در رابطه با اثر مثبت کود نیتروژن بر وزن هکتولیتر، احتمالاً با کاربرد کود نیتروژن، شرایط تغذیه مناسب‌تری برای گیاه در طول دوره رشد فراهم بوده و باعث افزایش تعداد پنجه، شاخص سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی و وزن هکتولیتر شده است (طاهری‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۸). نتایج آزمایشی نشان داد که کاربرد مایکوریزا، وزن هکتولیتر دانه را افزایش داد. به‌نظر می‌رسد که کاربرد کودهای زیستی باعث توسعه ریشه شده و شرایط را برای جذب عناصر غذایی فراهم می‌کنند که این امر باعث افزایش فتوسنتز می‌گردد. زمانی‌که گیاه به دوران رسیدگی نزدیک می‌شود، مواد حاصل از فتوسنتز را به دانه‌ها منتقل می‌کند (جیریایی و همکاران، ۱۳۹۴).

میزان پروتئین دانه گندم تحت اثر مدیریت‌های زراعی مختلف از جمله میزان، زمان و چگونگی مصرف نیتروژن، نوع رقم و شرایط محیطی در مراحل قبل و بعد از گرده‌افشانی قرار دارد (شهپری و همکاران، ۱۳۹۴). در آزمایشی وقوع تنش گرمای آخر فصل باعث افزایش درصد پروتئین دانه شد، به‌طوری که کم‌ترین مقدار این صفت (۱۰/۱۵ درصد) در تاریخ کاشت اول (۱۵ آبان‌ماه) و بیش‌ترین مقدار آن (۱۷/۲۹ درصد) در تاریخ کاشت چهارم (۱۵ بهمن‌ماه) بود (مشتطی و همکاران، ۱۳۹۷). نتایج حاصل از آزمایش حسینی و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد که بیش‌ترین درصد پروتئین گندم مربوط به کاربرد کود نیتروژن (۲۷۰ کیلوگرم در هکتار) و کم‌ترین درصد پروتئین دانه (۸/۳ درصد) مربوط شرایط عدم کاربرد کود نیتروژن بود. با توجه به این نکته که نیتروژن از جمله مهم‌ترین عناصر مؤثر در افزایش درصد نیتروژن دانه است، به‌نظر می‌رسد که افزایش کاربرد کود نیتروژن تجمع این عنصر در دانه و هم‌چنین در اندام‌های هوایی گندم را افزایش داد. این وضعیت در نهایت منجر به بهبود درصد پروتئین دانه‌ها شده است. کاظم‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) نتیجه گرفتند که مصرف ۶۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری به‌همراه ۵۰ درصد نیتروژن، مقدار پروتئین خام گندم بیش‌تری نسبت به سایر تیمارها داشت. به‌طوری‌که این تیمار مقدار پروتئین خام گندم رقم الوند در مقایسه با تیمار شاهد را ۸۳ درصد افزایش داد. ایشان دلیل این نتیجه را به کاهش هدررفت نیتروژن در نظام تلفیقی و افزایش قابلیت دسترسی گیاه به نیتروژن نسبت دادند. احتمالاً کاربرد کودهای زیستی منجر به تأمین بیش‌تر نیتروژن توسط باکتری‌های موجود در کود زیستی شده که مازاد آن به‌صورت پروتئین در دانه ذخیره شد (حمزه‌ئی و سرمدی نایبی، ۱۳۹۸). حسن‌پور و زند (۱۳۹۳) بیان نمودند که اثر تیمار تلقیح بذر گندم بر درصد پروتئین دانه معنی‌دار شد، به‌طوری‌که بیش‌ترین درصد پروتئین دانه از تیمار تلقیح توام با قارچ مایکوریزا و باکتری ازتوباکتر به میزان ۱۱/۸ درصد به‌دست آمد.

با توجه به این‌که گلوتن تشکیل‌دهنده بخشی از پروتئین ذخیره‌ای دانه است و از طرف دیگر تنش رطوبتی درصد

1. Pittman
2. Andrews

پروتئین دانه را افزایش داد (صنوبر و همکاران، ۱۳۹۸)، لذا افزایش درصد گلوتن مرطوب دانه دور از انتظار نبود. نتایج آزمایش پرزیوند و همکاران (۱۳۹۰) نشان داد که اثر تنش خشکی بر درصد پروتئین دانه معنی‌دار شد به‌طوری که تنش خشکی موجب افزایش درصد گلوتن مرطوب دانه گندم شد. در آزمایشی کاربرد تلفیقی سه کود آلی (لجن فاضلاب، کمپوست زباله شهری و کود دامی) با نیتروژن، مقدار گلوتن مرطوب دانه نسبت به تیمار شاهد را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (کاظم‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲). نتایج آزمایش احمدی و همکاران (۱۳۹۸) نشان داد که تیمار بذر با باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم موجود در مایه تلقیح نیتروکسین با تثبیت زیستی نیتروژن در مقایسه با تیمار شاهد، درصد گلوتن دانه را ۲۱/۹ درصد افزایش داد که با نتایج آلدا[1] و همکاران (۲۰۱۰) نیز مطابقت داشت. لرنر[2] و همکاران (۲۰۰۶) بیان داشتند که با افزایش سطوح کود نیتروژن، گلوتن دانه افزایش یافت. نتایج آزمایش قلی‌نژاد و عیوضی (۱۳۹۹) نشان داد که مصرف هم‌زمان سوپر جاذب و کود دامی در مقایسه با شاهد، گلوتن خشک را به میزان ۸ درصد افزایش داد. نتایج آزمایش زارع و همکاران (۱۳۹۴) نشان داد که کودهای زیستی باعث افزایش گلوتن دانه گندم شدند که بیش‌ترین میزان گلوتن از تیمار مخلوط نیتروکسین و مایکوریزا به میزان ۲۱ درصد به‌دست آمد.

با تأخیر در کاشت، درصد نشاسته دانه کاهش یافت. هرچه زمان بین گلدهی و رسیدگی دانه کم‌تر باشد، دانه‌ها کوچک‌تر شده و مواد نشاسته‌ای کم‌تری دارند (راتنایاکه[3] و جکسون[4]، ۲۰۰۸). نوری و همکاران (۱۴۰۱) با بررسی اثر تنش خشکی و کودهای شیمیایی بر عملکرد و خصوصیات کیفی دانه گندم گزارش کردند که تنش خشکی با اثر نامطلوب، سبب کاهش فعالیت فتوسنتزی گیاه شده و بنابراین تشکیل قند و تجمع نشاسته را کاهش داد. در آزمایش جلیلیان و همکاران (۱۳۹۳) بیشینه درصد نشاسته دانه ذرت (۷۳/۶۱ درصد) با آبیاری مطلوب و کمینه مقدار آن (۷۱/۵۸ درصد) در شرایط تنش رطوبتی شدید مشاهده شد و در تمام تیمارهای آبیاری، با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی درصد نشاسته دانه کاهش یافت، به‌طوری‌که بیشینه درصد نیتروژن دانه (۷۴/۳ درصد) از تیمار آبیاری مطلوب و کم‌ترین مقدار آن (۷۰/۸ درصد) از تیمار تنش شدید آبی و کاربرد زیاده‌ازحد نیتروژن به‌دست آمد. در واقع مصرف زیاد کود نیتروژن، باعث تحریک بیش‌تر سنتز پروتئین در دانه می‌شود (اوریبلریا[5] و همکاران، ۲۰۰۷). در رابطه با اثر مثبت کمپوست بر صفت درصد نشاسته، در آزمایشی استفاده از ورمی‌کمپوست از سطح صفر تا شش تن در هکتار، درصد نشاسته دانه ذرت را از ۶۸/۹ به ۷۰/۷ درصد افزایش داد (شیرخانی و همکاران، ۱۳۹۸). در مورد ذخیره نشاسته در بذر، باکتری‌های موردبررسی با افزایش میزان پتاسیم در برگ گندم و تشکیل ATP، انرژی لازم برای انتقال محصولات فتوسنتزی از برگ را فراهم نموده که در غیر این‌صورت، این ترکیبات در برگ باقی مانده و سبب کاهش سرعت و کارایی فتوسنتز می‌شود (رازا[6] و همکاران، ۲۰۱۴). این کاهش انتقال ساکاروز در تفاوت معنی‌دار ذخیره آمیلوز و آمیلوپکتین بذر تیمارهای فاقد باکتری نسبت به تیمارهای تلقیح‌شده با باکتری‌ها مشخص است (مصلح آرانی و همکاران، ۱۴۰۰).

به‌طورکلی با تأخیر در کاشت و وقوع تنش گرمای آخر فصل، درصد فسفر دانه کاهش یافت. تنش‌های محیطی مثل تنش خشکی و کاهش رطوبت خاک باعث وقوع هم‌زمان چند فرایند می‌شود که شامل کاهش انتقال فسفر به سطح ریشه‌ها از طریق پخشیدگی، کاهش سرعت معدنی‌شدن مواد آلی و کاهش آزادسازی فسفات معدنی به محلول خاک و افزایش تثبیت فسفر در خاک به‌دلیل تشکیل رسوب و کاهش قابلیت جذب فسفر خاک به‌وسیله ریشه‌های گندم شد

1. Alda
2. Lerner
3. Ratnayake
4. Jackson
5. Uribelarrea
6. Raza

(پرابا[1] و همکاران، ۲۰۰۹). نجفی و همکاران (۱۳۹۸) گزارش کردند که مصرف ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار کود دامی، کمپوست پسماند شهری و لجن فاضلاب شهری به‌تنهایی یا همراه ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، غلظت فسفر دانه گندم را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. پژوهش‌ها نیز تأییدکننده این موضوع هستند که باکتری‌های محرک رشد گیاه با فرایندهای ترشح ترکیبات کمپلکس‌کننده یا حل‌کننده مانند اسیدهای آلی، اسیدهای غیر آلی و کلاته‌کردن، فسفر قابل‌دسترس را افزایش می‌دهند (شیرمحمدی و همکاران، ۱۳۹۹).

نتایج آزمایش کرملاچعب و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش غلظت پتاسیم در دانه گندم شد، به‌طوری‌که تنش شدید باعث کاهش معنی‌دار آن (۱۷ درصد) گردید. پژوهش‌گران اظهار داشتند که کود ورمی‌کمپوست باعث افزایش قابل‌توجه عناصر غذایی ضروری به‌صورت قابل‌جذب برای گیاه می شود (نگو[2] و همکاران، ۲۰۱۳). بنابراین با کاربرد کودهای آلی به‌همراه کود شیمیایی، بین عناصر کم مصرف و پر مصرف تعادل برقرار می‌شود که منجر به جذب بیش‌تر پتاسیم در گیاه می‌گردد (امجدیان و همکاران، ۱۳۹۶). در رابطه با اثر مثبت باکتری‌های محرک رشد بر درصد پتاسیم دانه، در پژوهش اردکانی و مظاهری (۱۳۹۸)، کاربرد باکتری آزوسپیریلوم منجر به افزایش محتوای پتاسیم دانه گندم شد. به‌نظر می‌رسد که دلیل افزایش محتوای پتاسیم را می‌توان در اثر مثبت باکتری‌های محرک رشد بر تثبیت و در اختیار قراردادن عناصر حیاتی هم‌چون نیتروژن و فسفر جستجو کرد، چرا که افزایش توان رشدی و توسعه ریشه گیاه، دسترسی به حجم بیش‌تر خاک و افزایش سطح جذب گیاه را در پی دارد که باعث افزایش جذب عناصر توسط گیاه می شوند (جیریایی و همکاران، ۱۳۹۴).

کوتاه‌شدن طول دوره رویشی، کاهش رشد اندام‌های فتوسنتزکننده و ضعیف‌شدن مبدأ و کاهش طول دوره بحرانی تعیین تعداد دانه در سنبله (از مرحله برجستگی دوگانه تا گرده‌افشانی) و ضعیف‌شدن مقصد از پیامدهای ناشی از تأخیر کاشت است. علاوه بر این، به‌دلیل برخورد مراحل گرده‌افشانی و پرشدن دانه با تنش گرمای انتهای فصل، تعداد و وزن دانه‌ها کاهش یافته و در مجموع عملکرد دانه کاهش یافت (لطفی‌آینه و همکاران، ۱۳۹۳). براساس نتایج آزمایش سیاحی و همکاران (۱۳۹۶)، تأخیر در کاشت و وقوع تنش گرمایی آخر فصل باعث کاهش عملکرد دانه گندم گردید. در پژوهشی با بررسی اثر کمپوست بر رشد و عملکرد ذرت بیان شد که کاربرد کود کمپوست منجر به افزایش عملکرد دانه ذرت شد (ساریخانی و همکاران، ۱۳۹۹). گودا[3] (۲۰۱۹) گزارش داد که تلفیق مطلوبی از کود کمپوست و کود معدنی (براساس ترکیب شیمیایی آن‌ها) می‌تواند نتایج مشابه کاربرد فقط کودهای شیمیایی داشته باشد. کاربرد کود کمپوست غنی‌شده با کودهای شیمیایی باعث می‌شود که کود کمپوست از تلفات عناصر غذایی جلوگیری کرده (بهبود کارایی جذب عناصر غذایی) که نتیجه آن بهبود بهره‌وری تولید (عملکرد دانه) گیاه گندم و هم‌چنین بهبود سلامت محیط زراعی خواهد بود. گزارش شده که کاربرد کمپوست همراه با کود زیستی ازتوباکتر، عملکرد دانه گندم نسبت به شاهد (بدون کاربرد کمپوست) را افزایش داد (محمد[4] و همکاران، ۲۰۱۹). تلقیح با باکتری آزوسپیریلوم منجر به افزایش میزان ماده خشک گندم، افزایش محتوای نیتروژن گیاه، افزایش میزان عملکرد دانه و وزن دانه گردید (کریمی و همکاران، ۱۳۹۹). باکتری‌هایی هم‌چون ازتوباکتر، سودموناس و آزوسپیریلوم با داشتن خاصیت تثبیت‌کنندگی نیتروژن، حل‌کنندگی فسفر و تولید برخی ویتامین‌ها، جذب آب و عناصر غذایی را برای گیاه تسهیل نموده، لذا تلقیح بذر با این باکتری‌ها موجب افزایش عملکرد گیاه می‌شود (بلال[5] و همکاران، ۲۰۱۷).

1. Praba
2. Ngo
3. Goda
4. Mohammad
5. Bilal

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

به‌طورکلی نتایج نشان داد که تأخیر در کاشت و مواجهه گیاه با تنش گرمای آخر فصل، باعث کاهش صفات طول دوره پرشدن دانه، وزن هکتولیتر، درصد نشاسته دانه، میزان فسفر و پتاسیم و عملکرد دانه شد ولی موجب افزایش سرعت پرشدن دانه، درصد گلوتن مرطوب و خشک و درصد پروتئین دانه شد. هم‌چنین مصرف تلفیقی نیتروژن با کمپوست نیشکر و کاربرد باکتری محرک رشد، به‌دلیل توسعه سیستم ریشه‌ای، فراهمی بیش‌تر آب و مواد غذایی به‌ویژه نیتروژن در طول فصل به‌دلیل آزادسازی تدریجی عناصر غذایی از کود آلی و بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، صفات کیفی و عملکرد گندم بهبود یافت. لذا با توجه به نتایج این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط تنش گرمای انتهای فصل، مصرف تلفیقی کود نیتروژن+ کمپوست بقایای نیشکر و باکتری‌های محرک رشد گیاه ضمن تعدیل اثر تنش گرما، باعث بهبود صفات کیفی و عملکرد دانه گندم شد. با تلفیقی از کودهای آلی، شیمیایی و زیستی نه‌تنها می-توان تولید را در حد بهینه نگه داشت، بلکه میزان مصرف کودهای شیمیایی را کاهش داد و اسباب ثبات تولید محصول در سیستم‌های زراعی را فراهم آورد.

۷. تشکر و قدردانی

از معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی و معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

احمدی، کریم؛ عبازاده، حمیدرضا؛ عبدشاه، هدی و کاظمیان، آرزو (۱۳۹۸). آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۶-۱۳۹۵: *محصولات زراعی*. ۱۳۹۸. تهران: مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات جهاد کشاورزی.

احمدی، مصطفی؛ زارع، محمد جواد و امام، یحیی (۱۳۹۸). بررسی صفات کمی و کیفی گندم نان با استفاده از کاربرد سیکوسل، کود زیستی و سولفات روی در شرایط زراعت دیم. *مجله اکوفیزیولوژی گیاهی*. ۱۱(۳۸)، ۱۴۸-۱۶۱.

امیریوسفی، مهدی، تدین، محمودرضا و حسینی فرد، مرجان سادات (۱۴۰۱). تأثیر کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره بر برخی صفات جوانه‌زنی بذر دو رقم کینوا تحت تنش شوری. *مهندسی اکوسیستم بیابان*. ۸(۲۴)، ۷۹-۹۴. doi: 10.22052/deej.2018.7.24.49

اردکانی، محمدرضا؛ مظاهر، داریوش؛ مفاخری، سعید و مقدم، علی (۱۳۹۸). راندمان جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم از طریق تلقیح سه‌گانه گندم (*Triticum aestivum* L.) توسط آزسپریلیوم براسلنس، استپتومامینس، گلوموس اینترادیسز و کود دامی. *فیزیولوژی و زیست‌شناسی مولکولی گیاهان*. ۱۷(۲)، ۱۸۱-۱۹۲.

امامی، عاکفه (۱۳۷۵). *روش‌های تجزیه گیاه*. تهران: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. مؤسسه تحقیقات آب و خاک.

امجدیان، الهام؛ قنبری، احمد و خمری، عیسی (۱۳۹۷). بررسی مدیریت تغذیه گیاهی (کودهای ارگانیک، غیر ارگانیک و تلفیقی) بر میزان تجمع و تعادل عناصر ماکرو و میکرو در دانه گندم (*Triticum aestivum* L.). *نشریه بوم‌شناسی کشاورزی*. ۱۰(۱)، ۱۸۶-۲۰۲.

آل کثیر زارع، احمد؛ بابائی‌نژاد، تیمور و غلامی، علی (۱۳۹۷). بررسی اثرات مقادیر مختلف کود اوره و فیلتر کیک نیشکر بر عملکرد و پارامترهای عملکردی گندم نان. *دو فصلنامه علوم به‌زراعی گیاهی*. ۸(۲)، ۱۲۱-۱۳۴.

باقری، نیکروز (۱۳۹۰). طراحی و توسعه سیستم پاشش نرخ متغیر کود نیتروژن مایع با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. *رساله دکتری*. به راهنمایی حجت احمدی. تهران: دانشگاه تهران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی.

پرزیوند، علی؛ قوشچی، فرشاد؛ ممیزی، محمدرضا و توحیدی مقدم، حمیدرضا (۱۳۹۰). اثر محلول پاشی عنصر روی و کود نیتروژن بر عملکرد و برخی شاخص‌های کیفی دانه گندم در شرایط تنش خشکی. نشریه *پژوهش‌های به‌زراعی (تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی)*. ۳(۱)، ۵۵-۶۹.

ثواقبی فیروزآبادی، غلامرضا و علیخانی، حسینعلی (۱۳۹۳). *تولید ورمی‌کمپوست برای کشاورزی پایدار*. سازمان جهاد دانشگاهی تهران.

جلیلیان، علی؛ قبادی، رژین؛ شیرخانی، علی و فرنیا، امین (۱۳۹۳). بررسی اثر نیتروژن و تنش خشکی بر اجزای عملکرد، عملکرد و کیفیت دانه ذرت سینگل کراس ۷۰۴. *نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی)*. ۲۷(۱۰۲)، ۱۵۱-۱۶۰.

جیریایی، مجید؛ فاتح، اسفندیار؛ آینه بند، امیر و سپهر، ابراهیم (۱۳۹۴). مطالعه محتوای برخی عناصر غذایی در ریشه و دانه ارقام گندم تلقیح‌شده با آزوسپیریلوم و قارچ مایکوریزا. *نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)*. ۲۹(۱)، ۱۰۲-۱۱۳.

چقازردی، حمیدرضا؛ محمدی، غلامرضا و بهشتی، آل آقا (۱۳۹۲). ارزیابی اثر گوگرد و کود دامی بر خصوصیات رشد گیاه ذرت (سینگل کراس ۷۰۴) و اسیدیته خاک. *نشریه پژوهش‌های زراعی ایران*. ۱۱(۱)، ۱۶۲-۱۷۰.

حسن پور، جواد و زند، بهنام (۱۳۹۳). نقش تلقیح بذر گندم (*Triticum aestivum* L.) با کودهای زیستی در کاهش خسارت ناشی از تنش خشکی. *نشریه علوم و تحقیقات بذر ایران*. ۱(۲)، ۵۳-۶۳.

حسینی، رقیه السادات؛ گالشی، سراله؛ سلطانی، افشین؛ کلاته، مهدی و زاهد، محبوبه (۱۳۹۱). اثر کود نیترون بر شاخص‌های کارایی مصرف نیتروژن در ارقام گندم (*Triticum aestivum* L.). *نشریه پژوهش‌های زراعی ایران*. ۱۱(۲)، ۳۰۰-۳۰۶.

حمزه‌یی، جواد و حسین سرمدی نایبی (۱۳۹۸). تأثیر کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی، بر عملکرد، اجزای عملکرد، کارایی زراعی و جذب نیتروژن در ذرت. *فن آوری تولیدات گیاهی*. ۱۰(۲)، ۵۲-۶۳.

حیدری سیاه خلکی، محمد صادق؛ سید شریفی، رئوف و صدقی، محمد (۱۳۹۱). تأثیر تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد (PGPR) و زمان مصرف کود نیتروژن بر عملکرد، سرعت و طول دوره پرشدن دانه گندم. *نشریه تحقیقات بذر (علوم و تکنولوژی بذر)*. ۲(۳)، ۶۴-۷۸.

راعی، یعقوب؛ اسحقی سردرود، سید ناصر و پیروز، امین (۱۳۹۲). تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* L.) رقم اسپیدفید در چین‌های مختلف. *نشریه بوم‌شناسی کشاورزی*. ۵(۳)، ۲۳۱-۲۴۲.

راعی، یعقوب؛ صیادی احمد آباد، مهدی؛ قاسمی گلعذانی، کاظم و قاسمی، سعید (۱۳۹۸). اثر کودهای شیمیایی نیتروژنی و زیستی بر کشت مخلوط لوبیا چیتی (*Phaseolus volgaris* L.) و خردل سیاه (*Brassica nigra* L.). *دانش کشاورزی و تولید پایدار*. ۳۰(۳)، ۲۱-۴۰.

زارع، حسین؛ کوچکی، علیرضا؛ نصیری محلاتی، مهدی و رضوانی مقدم، پرویز (۱۳۹۴). *نشریه کشاورزی بوم‌شناختی*. ۵(۱)، ۴۷-۶۲.

ساریخانی، محمدرضا و امینی، روح الله (۱۳۹۹). کودهای زیستی در کشاورزی پایدار: نگاهی به تحقیقات کودهای زیستی در ایران. *نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار (دانش کشاورزی)*. ۳۰(۱)، ۳۲۹-۳۶۵.

سعادت، فاطمه؛ احتشامی، سید محمدرضا؛ اصغری، جعفر و ربیعی، محمد (۱۳۹۴). تأثیر پوشش‌دارکردن بذر با باکتری‌های محرک رشد و عناصر ریزمغذی بر عملکرد کمی و کیفی ذرت علوفه‌ای. *علوم گیاهان زراعی ایران*. ۴۶(۳)، ۴۸۵-۴۹۶.

سیاحی، سید سعید و کمایی، فاطمه (۱۳۹۶). ارزیابی ۳۸ رقم گندم در تحمل به تنش گرمای آخر فصل براساس محاسبه STI. *نشریه زراعت و اصلاح نباتات*. ۱۳(۳)، ۳۹-۴۹.

شریفی، پیمان و عادلی نسب، مجتبی (۱۳۹۵). اثر کود زیستی فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت (*Zae mays* L.) تحت شرایط تنش خشکی. *تحقیقات غلات*. ۶(۱)، ۱۱۹-۱۳۲.

شهپری، زهرا؛ فاتح، اسفندیار و آینه‌بند، امیر (۱۳۹۴). بررسی تأثیر نوع بقایا و نیتروژن بر عملکرد، کیفیت گندم دوروم (*Triticum durum* L.) و عناصر غذایی پر مصرف خاک. *نشریه تولید گیاهان زراعی*. ۹(۳)، ۸۷-۱۰۴.

شیر خانی، علی؛ نصراله زاده، صفر و زهتاب سلماسی، سعید (۱۳۹۸). اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد و کیفیت دانه ذرت در شرایط آبیاری کامل و تنش خشکی. *تنش‌های محیطی در علوم زراعی*. ۱۲(۳)، ۷۸۱-۷۹۱.

شیر محمدی، ابراهیم؛ علیخانی، حسینعلی؛ پوربابائی، احمدعلی و اعتصامی، حسن (۱۳۹۹). تأثیر باکتری‌های محرک رشد گیاه جداسازی‌شده از دیم‌زارها بر فسفر قابل‌جذب و برخی از صفات فیزیولوژیک و رشدی گیاه گندم در تنش کم آب. *نشریه تحقیقات آب و خاک ایران (علوم کشاورزی ایران)*. ۵۱(۳)، ۷۸۷-۸۰۰.

صافی، سید ناصر؛ مشتطی، علی؛ قرینه، محمد حسین و خدایی جوقان، آیدین (۱۴۰۰). واکنش صفات فیزیولوژیک و کیفی تریتیکاله به کود کمپوست بقایای نیشکر در شرایط تنش خشکی. *تولید گیاهان زراعی*. ۱۵(۲)، ۵۳-۷۴.

صنوبر، علی؛ دهقانی، فرهاد و طباطبائی، سید علی (۱۳۹۸). اثر دور آبیاری بر عملکرد، کارایی مصرف آب و برخی از خصوصیات کیفی ارقام گندم نان. *نشریه پژوهش آب در کشاورزی*. ۲۴(۱)، ۳۱-۴۰.

طاهری نژاد، اردشیر؛ قبادی، محمد اقبال؛ جلالی هنرمند، سعید و حیدری، حسن (۱۳۹۸). بررسی برهم کنش کاربرد ازتوباکترو نیتروژن بر میزان انتقال مجدد مواد، عملکرد و اجزای عملکرد دانه جو (*Hourdum vulgar* L.). *فصلنامه بوم شناسی کشاورزی*. ۱۱(۳)، ۸۹۳-۹۰۸.

عباسپور، سپیده (۱۳۹۲). تأثیر مقدار نیتروژن و پرایمینگ بذر با باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد و برخی ویژگی‌های کشاورزی تریتیکاله. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. به راهنمایی رئوف سیدشریفی. اردبیل: دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده کشاورزی.

قلی‌نژاد، اسماعیل و عیوضی، علیرضا (۱۳۹۹). بررسی برهم‌کنش تنش آبی و کود بر صفات مرتبط با کیفیت ارقام گندم نان. *نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی*. ۱۰(۱)، ۲۳-۳۷.

کاظم‌زاده، مژگان؛ پیغمبر دوست، سید هادی و نجفی، نصرت اله (۱۳۹۲). اثر کودهای آلی و نیتروژن بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و کیفیت نانوایی گندم رقم الوند. *مجله پژوهش‌های صنایع غذایی*. ۲۳(۲)، ۱۷۲-۱۹۷.

کامران قوجه بگلو، فریده؛ جوانشیر، عزیز؛ سید شریفی، رئوف و فرحوش، فرهاد (۱۳۹۱). ارزیابی عملکرد، سرعت و دوره مؤثر پرشدن دانه چهار رقم جو (*Hordeum vulgarls* L.) در تاریخ‌های مختلف کاشت. *مجله یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی*. ۱(۲)، ۱۶۳-۱۴۹.

کرملاچعب، عزیز؛ قرینه، محمد حسین؛ بخشنده، عبدالمهدی؛ مرادی تلاوت، محمدرضا و فتحی، قدرت‌الله (۱۳۹۱). تأثیر کاربرد سیلیسیوم بر صفات فیزیولوژیکی و رشد گندم (*Triticum aestivum* L.) تحت شرایط تنش خشکی آخر فصل. *نشریه بوم‌شناسی کشاورزی*. ۵(۴)، ۴۳۰-۴۴۲.

کریمی، نسرین؛ محمدی گل‌تپه، ابراهیم؛ جهانشیر، امین؛ سامینا، مهناز و زارع، محمد جواد (۱۳۹۹). اثر *Azospirillum zeae* و پرایمینگ بذر با روی، منگنز و اکسین بر پارامترهای رشد و عملکرد گندم در دیم. *تحقیقات کشاورزی*. ۵۵، ۱۰-۴۴.

لطفی آینه، غلامعباس؛ نادری، احمد و اندرزیان، بهرام (۱۳۹۲). *راهنمای کاشت، داشت و برداشت گندم در استان خوزستان*. اهواز: مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی.

مجتبایی زمانی، مهرو؛ نبی پور، مجید و مسگرباشی، موسی (۱۳۹۳). بررسی واکنش ژنوتیپ‌های گندم نان به تنش گرما در دوره پرشدن دانه در شرایط اهواز. *مجله تولیدات گیاهی*. ۳۷(۴)، ۱۱۹-۱۳۰.

مدحج، عادل؛ نادری، احمد؛ امام، یحیی؛ آینه بند، امیر؛ نورمحمدی، قربان و کیوان، احسان (۱۳۹۰). ارزیابی اثر تنش گرمای پایان فصل و سطوح نیتروژن بر عملکرد و روند رشد دانه ژنوتیپ‌های گندم در شرایط محیطی خوزستان. *نشریه پژوهش‌های کاربردی زراعی (پژوهش و سازندگی)*. ۲۴(۳)، ۹-۱۷.

مشتطی, علی و موسوی، سید هاشم (۱۳۹۷). اثر مصرف سولفات روی بر عملکرد دانه گندم نان (*Triticum aestivum* L.) رقم چمران در شرایط تنش گرمای انتهای فصل در اهواز. *نشریه علوم زراعی ایران*. ۲۱(۳)، ۲۵۴-۲۶۷.

مشتطی، علی؛ سیادت، سید عطاالله، عالمی سعید، خلیل؛ بخشنده، عبدالمهدی و جلال کمالی، محمد رضا (۱۳۹۷). اثر تنش خشکی بر رشد دانه و عملکرد کمی و کیفی گندم نان بهاره در اهواز. *نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی*. ۸(۴)، ۴۵-۵۷.

مصلح آرانی، اصغر.، امینی حاجی آبادی، علیرضا.، قاسمی، سمیه و هادی راد، محمد (۱۴۰۰). بررسی تأثیر سه باکتری *Bacillus safensis*، *Bacillus pumilus* و *Zhihengliuella halotolerans* جداسازی‌شده از ریزوسفر گیاهان شورپسند بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد نشاسته گندم رقم قدس تحت تنش شوری. *نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار*. ۱۱(۴)، ۱۲۱-۱۴۰.

ملیحی‌پور، علی؛ اسماعیل زاده مقدم، محسن و نجفیان، گودرز (۱۳۹۹). *ارقام گندم ایران*. تهران: سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی.

ناصری، رحیم؛ براری، مهرشاد؛ زارع، محمد جواد؛ خاوازی، کاظم و طهماسبی، زهرا (۱۳۹۶). اثر باکتری‌های افزاینده رشد و قارچ میکوریزا بر رشد و عملکرد گندم در شرایط دیم. *نشریه زیست شناسی خاک*. ۵(۱)، ۴۹-۶۶.

نجفی، نصرت اله؛ احمدی‌نژاد، راشد؛ علی اصغر زاده، ناصر و اوستان، شاهین (۱۳۹۸). اثر تلفیق اوره با کود دامی و دو نوع کمپوست (لجن فاضلاب و پسماندهای شهری) بر عملکرد دانه، برگ و ساقه گندم و غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم آن‌ها. *نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)*. ۳۳(۱)، ۶۳-۸۱.

نوری، محمدصفر و طالیمن، نثار احمد (۱۴۰۱). تأثیر تنش خشکی و کودهای شیمیایی بر عملکرد و خصوصیات کیفی دانه گندم. *نشریه علمی تولید و ژنتیک گیاهی*. ۳(۱)، ۴۳-۵۶.

References

Abbaspour, S. (2013). The effect of nitrogen amount and seed priming with growth stimulating bacteria on yield and some agricultural characteristics of triticale. MSc thesis. Guided by Rauf Sayedsharifi. Ardebil: Mohaghegh Ardabili University, Faculty of Agriculture. (In Persian).

Ahmadi, K., Abazadeh, H. R., Abdshah, H., & Kazemian, A. (2020). *Agricultural Statistics Year 2017-2018: Agricultural Crops*. 2020. Tehran: Center for Information and Communication Technology of Agricultural Jihad. (In Persian).

Ahmadi, M., Zare, M. J., & Emam, Y. (2019). Study of quantitative and qualitative traits of bread wheat by using of Cycocel, Zinc sulfate and bio-fertilizer application under dry land farming. *Journal of Plant Ecophysiology*, *11*(38), 161-148. (In Persian).

Al Kathir Zare, A., Babainejad, T., & Gholami, A. (2018). Investigating the effects of different amounts of urea fertilizer and sugarcane filter cake on the yield and functional parameters of bread wheat. *Journals of Plant Agronomy*, *8*(21), 121-134. (In Persian).

Alda, L. M., azureanu, A. L., Baluta, D., Sirbulescu, C., & Gogoasa, L. (2010). Wet gluten analysis depending on cultivar, fertilization, herbicide application and climate conditions in winter wheat. *Journal Horticulture and Biotechnology*, *14*(2), 23-26.

American Association of Cereal Chemists. (2000). *Approved methods of analysis.* Minesota: The American Association of Cereal Chemists.

Amiryousefi, M., Tadayon, M. R., & Hoseinifard, M. S. (2022). Effect of Nitrogen and Phosphorus Bio Fertilizers on Some Seed Germination Traits of Two Cultivars of Quinoa under Salinity Stress. Desert Ecosystem Engineering, 8(24), 79-94. doi: 10.22052/deej.2018.7.24.49. (In Persian).

Amjadian, E., Ghanbari, A., & Khamari, I. (2018). Investigating Management Plant Nutrition (Organic and Inorganic and Blended Fertilizers): on the Accumulation and Balance Elements Macro and Micro in Wheat Seed (*Triticum aestivum* L). *Journal of Agroecology*, *10*(1), 186-202. (In Persian).

Ardakani, M. R., & Mazaheri, D. (2011). Absorption efficiency of N, P, K through triple inoculation of wheat (*Triticum aestivum* L.) by Azospirillum brasilense, Streptomyces sp., Glomus intraradices and manure application. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, *17*(2), 181-192. (In Persian).

Bagheri, N. (2018). Design and development of liquid nitrogen fertilizer variable rate spraying system using satellite images. *Ph.D. Thesis*. Guided by Hojjat Ahmadi. Tehran: University of Agriculture and Natural Resources Campus. (In Persian).

Bilal, M., Ayub, M., Tariq, M., Tahir, M., & Nadeem, M. A. (2017). Dry matter yield and forage quality traits of oat (*Avena sativa* L.) under integrative use of microbial and synthetic source of nitrogen. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, *16*(3), 236–241. https://doi.org/10.1016/j.jssas.2015.08.002.

Chagazardi, H. M., Mohammadi, G. R., & Beheshti, A. A. (2013). Evaluation of the effect of sulfur and manure on the growth characteristics of corn (Single Cross 704) and soil acidity. *Iranian Agricultural Research Journal*, *10*(1), 162-170. (In Persian).

Chauhan, M. K., Chaudhary, S., & Kumar, S. (2011). Life cycle assessment of sugar industry: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *15(*7), 3445-3453.

Dou, Z., Tang, S., Li, G., Liu, Z., Ding, C., Chen, L., Wang, S., & Ding, Y. (2017). Application of nitrogen fertilizer at heading stage improves rice quality under elevated temperature during grain-filling stage. *Crop Scince*, *57*(4), 2183-2192. https://doi.org/10.2135/cropsci2016.05.0350.

East, R. (2013). Microbiome: Soil science comes to life. *Nature*, *501*, 18-19.

Gholinezhad, E., & Eivazi, A. (2020). Evaluation of the Interaction of Water Stress and Superabsorbent on the Characteristics Related to the Quality of Bread Wheat Cultivars (*Triticum aestivum*). *Journal of Crop Production and Processing*, *10*(1), 23-37. http://dx.doi.org/10.47176/jcpp.10.1.35161. (In Persian).

Goda, D. (2019). Response of wheat to integrated nutrient management. *Journal of Plant Science and Research*, *6*(1), 1-8.

Hamzehay, J., & Sarmadi Naibi, H. (2010). Effect of application of biological and chemical fertilizers on yield, yield components, agronomic efficiency and nitrogen absorption in Maize. *Plant Production and Technologies*, *10*(2), 53-63. (In Persian).

Hassanpour, J., & Zand, B. (2014). Effect of wheat (*Triticum aestivum* L.) seed inoculation with bio-fertilizers on reduction of drought stress damage. *Iranian Journal of Seed Sciences and Research*, *1*(2), 1-12. (In Persian).

Heydari Siah Khalki, M. S., Seyed Sharifi, R., & Sedghi, M. (2012). The effect of seed inoculation with growth promoting bacteria (PGPR) and time of nitrogen fertilizer application on yield, speed and length of wheat grain filling period. *Journal of Seed Research (Seed Science and Technology)*, *2*(3), 64-78. (In Persian).

Hosseini, R. S., Gashi, S. A., Soltani, A., Kalate, M., & Zahid, M. (2013). The effect of nitrogen fertilizer on nitrogen consumption indicators in wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 11(2), 306-300. https://doi.org/10.22067/gsc.v11i2.26142. (In Persian).

Imami, A. (1996). *Plant decomposition methods*. Tehran: Ministry of Agriculture, Agricultural Research, Education and Extension Organization. Water and Soil Research Institute. (In Persian).

Jalilian, A., Ghobadi, R., Shirkhani, A., & Farnia, A. (2014). Effects of Nitrogen and Droght Stress on Yield Components, Yield and Seed Quality of Corn (S.C.704). *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, *27*(102), 151-160. https://doi.org/10.22092/aj.2014.100951. (In Persian).

Jiriaie, M., Fateh, E., Aynehband, A., & Sepehr, E. (2015). Changes in Nutrient Content of Root and Grain of Wheat Cultivars Inoculated by Azospirillum and Mycorrhiza. *Journal of Water and Soil*, *29*(1), 109-113. https://doi.org/10.22067/jsw.v0i0.24409. (In Persian).

Kamran Gooje Baglo, F., Javanshir, A., Syed Sharifi, R., & Farhosh, F. (2012). Evaluation of yield, speed and effective seed filling period of four varieties of barley (*Hordeum vulgaris* L.) in different planting dates. *Scientific Highlight- Promotion of Research Findings in Agricultural and Horticultural Plants*, *1*(2), 163-149. https://doi.org/10.22092/rafhc.2012.100126. (In Persian).

Karamlachab, A., Qurina, M. H., Bakhshandeh, A. M., Moradi Rekat, M. R., & Fathi, GH. (2014). Effect of silicon application and physiological traits and growth of wheat under late season drought stress conditions. *Journal of Agricultural Ecology*, *5*(4), 422-433. (In Persian).

Karimi, N., Goltapeh, E. M., Amini, J., Mehnaz, S., & Zarea, M.J. (2021). Effect of Azospirillum zeae and seed priming with zinc, manganese and auxin on growth and yield parameters of wheat, under dryland farming. *Agricultural Resarch*, *10*, 44-55. (In Persian).

Kazemzadeh, M., Peighambardoust, S. H., & Najafi, N. (2013). Effect of organic and nitrogen fertilizers on physicochemical properties and bread -making quality of wheat (*Triticum aestivum cv. Alvand*). *Journal of Food Industry Research*, *23*(2), 172- 197. (In Persian).

Kim, Y. C., Glick, B. R., Bashan, Y., & Ryu, C. M. (2012). Enhancement of plant drought tolerance by microbes. In *Plant responses to drought stress*. Berlin: Springer.

Klute, A. (1986). *Method of soil analysis. Part I. Chemical and microbiological methods*. Madison: American Society of Agronomy.

LotfAli-Ayeneh, G. A., Naderi, A., & Andarzian, B. (2013). *A Guide to planting, growing and harvesting of wheat in Khuzestan province*. Ahwaz: Khuzestan Agriculture and Natural Resources Research Center. (In Persian).

Malihipoor, A., Esmaeilzade Moghadam, M., & Najafian, G. (2020). *Iranian Wheat Cultivars*. Tehran: Ministry of Agriculture Jahad. (In Persian).

Michel Dubois, K. A., Gilles, J. K., Hamilton, P., Rebers, A., & Smith, F. (1956). Colormetic method for detcrmination of Sugars and related substances. *Analytical chemistry*, *28*(3), 350-356.

Modhej, A., Naderi, A., Emam, Y., Aineband, A., Normohammadi, G., & Kivan, A. (2011). Evaluation of the effects of post-anthesis heat stress and nitrogen levels on grain yield and grain growth of wheat genotypes under Khuzestan conditions. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, *24*(3), 9-17. (In Persian).

Mohammad, M., Thalooth, A., Elewa, T., & Ahmed A. (2019). Yield and nutrient status of wheat plants (*Triticum aestivum*) as affected by compost and biofertilizers under newly reclaimed soil. *Bulletin of National Research Center*, *43*(31), 1-6.

Mojtabaie Zamani, M., Nabipour, M., & Meskarbashee, M. (2014). Resposes of bread wheat genotypes to heat stress during grain filling period Ahvaz conditions. *Journal of Plant Products (Scientific Journal of Agriculture)*, *37*(4), 119-130. (In Persian).

Moshatati, A., & Mousavi, S. H. (2019). Effect of zinc sulfate application on grain yield of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cv. Chamran under terminal heat stress conditions in Ahvaz. *Iranian Journal of Crop Sciences*, *21*(3), 254-267. http://dx.doi.org/10.29252/abj.21.3.254. (In Persian).

Moshatati, A., Siadat, S. A., Alami Saeed, KH., Bakhshande, A. M., & Jalal Kamali, M. R. (2019).The Effect of Terminal Heat Stress on Grain Growth and Quantitative and Qualitative Yield of Spring Bread Wheat in Ahwaz, *Journal of Crop Production and Processing*, *8*(4), 45-57. (In Persian).

Mosleh Arani, A., Amini Hajiabadi, A. R., Ghasemi, S., & Hadi Rad, M. (2021). The effect of Bacillus safensis, Bacillus pumilus and Zhihengliuella halotolerance isolated from rhizosphere of halophyte plants on yield, yield components and seed starch of wheat (var. Ghods) under salinity stress. *Journal of Soil Management and Sustainable*, *11*(4), 121-140. https:// doi: 10.22069/ejsms.2022.18766.2005. (In Persian).

Najafi, N., Ahmadinezhad, R., N. Aliasgharzad, N., & Oustan, S.(2019) .Effects of Urea Integration with Manure and Two Types of Compost (Municipal Solid Waste and Sewage Sludge) on Leaf , Stem and Seed Yield of Wheat and their Nitrogen, Phosphorus and Potassium Concentration. *Journal of Water and Soil*, *33*(1), 63-81. (In Persian).

Naseri, R., Barary Zarea, M. J., Khavazi, K., & Tahmasebi, Z. (2017). Effect of plant growth promoting bacteria and Mycorrhizal fungi on growth and yield of wheat under dryland conditions. *Journal of Soil Biology*, *5*(1), 49-66. (In Persian).

Ngo, P. T., Rumpel, C., Ngo, Q. A., Alexis, M., Vargas, G. V., Gil, M., & Jouquet, P. (2013). Biological and chemical reactivity and phosphorus forms of buffalo manure compost, vermicompost and their mixture with biochar. *Bioresource Technology*, *148*, 401-407.

Noori, M. S., & Taliman, N. A. (2022). Effect of drought stress and chemical fertilizers on wheat productivity and grain quality. *Plant Production and Genetics*, *3*(1), 43-56. (In Persian).

Parziond, A., Ghoshji, F., Mamizi, M. R., & Tawhidi Moghadam, H. R. (2018). The effect of foliar application of zinc and nitrogen fertilizer on the yield and some quality indicators of wheat grain under drought conditions. *Journal of Agricultural Research*, *3*(1), 55-69. (In Persian).

Pittman, U. J., & Andrews, J. E. (1961). Effect of date of seeding on winter survial, yield, and bushcl weight of winter wheat grown in southern Albrla.*Canadian Journal of Plant Science*, *41*, 71-80.

Praba, M. L., Carins, J. E., Babu, R. C., & Lafitte, H. R. (2009). Identification of physiological traits underlying cultivar differences in drought tolerance in rice and wheat. *Crop Science*, *195*, 30-46.

Raei, Y., Eshaghi Sardroud, S. N., & Bagheri Pirouz, A. (2013). The effect of chemical and biological fertilizers on the yield of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Digit Speedfeed in different folds. *Journal of Agricultural Ecology*, *5*(3), 231-242. (In Persian).

Raei, Y., Sayyadi Ahmadabad, M., Ghassemi-Golezani, K., & Ghassemi, S. (2020). The effect of biological and chemical nitrogen fertilizers on pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and black mustard (*Brasassica nigra* L.) intercropping. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, *30*(3), 21-40. (In Persian).

Ratnayake, W. S., & Jackson, D. S. (2008). Chapter 5 Starch gelatinization. *Advances in Food and Nutrition Research*, *55*, 221-268. https://doi.org/10.1016/S1043-4526(08)00405-1.

Raza, M.A.S., Saleem, M.F., Shah, G.M., Khan, I.H., & Raza, A., (2014). Exogenous application of glycinebetaine and potassium for improving water relations and grain yield of wheat under drought. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 14, 348-364.

Saadat, F., Ehtashami, M. R., Asghari, J., & Rabiei, M. (2015). The effect of seed coating with growth-promoting bacteria and micronutrient elements on the quantitative and qualitative yield of fodder corn. *Iranian Plant Sciences*, *46*(3), 485-496. https://doi.org/10.22059/ijfcs.2015.55852. (In Persian).

Safi, S. N., Moshatati, A., Gharineh, M. H., & Khodaei Joghan, A. (2022). The response of physiologic and qualitative traits of triticale to sugarcane residue compost in drought stress condition. *Crop Production*, *15*(2), 53-74. https://doi:10.22069/EJCP.2022.19356.2443. (In Persian).

Sanobar, A., Dehghani, F., & Tabatabai, S. A. (2010). The effect of irrigation distance on yield, water use efficiency and some quality characteristics of bread wheat cultivars. *Journal of Water Research in Agriculture*, *24*(1), 31-40. (In Persian).

Sarikhani, M. R., & Amini, R. A. (2020). Biofertilizer in Sustainable Agriculture: Review on the Resarches of Biofertilizers in Iran. *Journal of Agricultural Scinceand Sustainable Production*, *30*(1), 329-365. (In Persian).

Sawaqabi Firouzabadi, Gh., & Alikhani, H. A. (2013). *Vermicompost production for sustainable agriculture. Third edition*. Tehran: Tehran Academic Jihad Organization. (In Persian).

Sayahi, S. S., & Kamaei, F. (2017). Evaluation of 38 varieties of bread wheat in heat stress tolerance is calculated based on the season of the untamed STI farm. *Journal of Agronomy and Plant Breeding*, *13*(3), 39-49. (In Persian).

Shahpari, Z., Esfandiar, F., & Aineband, A. (2016). Investigating the effect of residue type, residue management and nitrogen on yield and quality of wheat Durum (*Triticum durum* L.) and soil nutrients. *Crop production journal*, *9*(3), 87-104. (In Persian).

Sharifi, P., & Adeli Nasab, M. (2016). Effects of phosphorus biofertilizer on grain yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) at drought stress conditions. *Cereal Research*, *6*(1), 119-132. (In Persian).

Shermohammadi, E., Alikhani, H. A., Pourbabaee, H. A., & Etesami, H. (2019). The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria Isolated from Dryland Farming on Available Phosphorus and Some Physiological and Growth Traits of Wheat under Water-Deficit Stress, *Journal Water and Soil Facts of Iran*, *51*(3), 787-800. (In Persian).

Shewry, P. R., & Hey, S. J. (2015). The contribution of wheat to human diet and health. *Food and Energy Security*, *4*(3), 178-202. https://doi.org/10.1002/fes3.64.

Shirkhani, A, Nasralzadeh, S., & Zahtab Salmasi, S. (2019). The effect of biological and chemical fertilizers on the yield and quality of corn seeds under conditions of full irrigation and drought stress. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, *12*(3), 781-791. (In Persian). https://doi.org/10.22077/escs.2018.542.1332.

Taherinezhad, A., Ghobadi, M.E., Jalali-Honarmand, S., & Heidari, H. (2019). Investigating the interaction of azotobacter and nitrogen application on the remobilization, yield and yield components of grain barley (*Hordeum vulgar* L.). *Journal of Agroecology*, *11*(3), 893-908. http: // doi 10.22067/jag. v11i3.68804. (In Persian).

Uribelarrea, M., Moose, S. P., & Below, F. E. (2007). Divergent selection for grain protein affects nitrogen use in maize hybrids. *Field Crops Research*, *100*(1), 82-90.

Zare, H., Kochaki, A., Nasiri Mahalati, M., & Rizvani Moghadam, P. (2015). Effect of biofertilizers inoculation on quantitative and qualitative characteristics of two wheat genotypes in rotation with alfalfa. *Journal of Ecological Agriculture*, *5*(1), 47-62. (In Persian).