University of Tehran Press

Journal of Crops Improvement

Online ISSN: 2345-6957

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

Evaluation of the Relationship between the Growth and Yield of Kohdasht Wheat Variety under Dry and Irrigated Conditions with Atmospheric Parameters Under the Influence of Planting Date and Type of Nutrition in the Climatic Conditions of Khorramabad

Saeid Hemati[1] | Mashallah Daneshvar[2] | Nasser Tahmasebipour[3]✉ | Omidali Akbarpour[4]

1. Department of Plant Production and Genetics Engineering, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran. E-mail: hemati.sa@fa.lu.ac.ir
2. Department of Plant Production and Genetics Engineering, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran. E-mail: daneshvar.m@lu.ac.ir
3. Corresponding Author, Department of Watershed Management Engineering, Lorestan University, Khorramabad, Iran. E-mail: tahmasebi.n@lu.ac.ir
4. Department of Plant Production and Genetics Engineering, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran. E-mail: akbarpour.oa@lu.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 14 October 2023
Received in revised form
17 November 2024
Accepted 24 November 2024
Published online 30 Decenber 2024

Keywords:
Nitroxin
Peroxidase
Planting time
potassium sulfate fertilizer stepwise regression

ABSTRACT

Objective: It is necessary to delineate the relationship between crop yield and climatic and nutritional parameters in order to predict crop production. The current research was designed with the aim of suitable fertilizer recommendation and carried out according to the climatic conditions of the Lorestan area in two years, 2017-2018 and 2018-2019.

Methods: The statistical model used was split-factorial plots in the form of a randomized complete block design with 3 replications. The main plot included: the type of planting (irrigated – Non- irrigated) and the sub plot included the date of planting (in three levels, October 25 (early), November 15 (optimum) and December 5 (late) for two type of cultivation and the type of nutrition (at two levels of biofertilizers: Nitroxin and NPK based on the soil test and integrated fertilization of chemical fertilizer + chemical NPK with Phosphorus biofertilizers).

Results: Traits related to yield components, such as the number of spikes per square meter and the number of seeds per spike, were affected by the dual effects of planting date× type of cultivation and planting date × type of nutrition. The double effect of type of cultivation× type of nutrition was significant only for biological yield traits and the harvest index. The highest seed yield was observed under the conditions of irrigated cultivation, early planting date, and full chemical nutrition. This research demonstrated that employing a combination of NPK chemical treatment (at 50% of the soil test recommendation) and biofertilizers can effectively reduce the consumption of chemical fertilizers in both irrigated and rainfed agriculture for the Kohdasht variety of wheat. Additionally, implementing early planting dates alongside the use of biofertilizers can help address nutritional gaps, thereby enhancing growth and yield under conditions that involve a reduction in chemical fertilizer use for wheat crops.

Conclusion: The results of the stepwise regression of the atmospheric parameters showed that there is a positive and significant regression relationship between the grain yield and the amount of GDD.

Cite this article: Hemati, S., Daneshvar, M., Tahmasebipour, N., & Akbarpour, O. (2024). Evaluation of the Relationship between the Growth and Yield of Kohdasht Wheat Variety under Dry and Irrigated Conditions with Atmospheric Parameters Under the Influence of Planting Date and Type of Nutrition in the Climatic Conditions of Khorramabad. *Journal of Crops Improvement*, 26 (4), 747-768. DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2024.366674.2857

© The Author(s).
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2024.366674.2857

انتشارات دانشگاه تهران

به زراعی کشاورزی

شاپا الکترونیکی: ۶۹۵۷-۲۳۴۵

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

ارزیابی ارتباط رشد و عملکرد گندم رقم کوهدشت در شرایط دیم و آبی با پارامترهای جوی تحت تأثیر تاریخ کاشت و نوع تغذیه در شرایط اقلیمی خرم‌آباد

سعید همتی[۱] | ماشالله دانشور[۲] | ناصر طهماسبی پور[۳]✉ | امیدعلی اکبرپور[۴]

۱. گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. رایانامه: hemati.sa@fa.lu.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. رایانامه: daneshvar.m@lu.ac.ir

۳. گروه مهندسی منابع طبیعی مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. رایانامه: tahmasebi.n@lu.ac.ir

۴. گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران، رایانامه: akbarpour.oa@lu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۲۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۸/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۰۴

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۰/۱۰

کلیدواژه‌ها:

پراکسیداز

زمان کاشت

رگرسیون گام به گام

کود سولفات‌پتاسیم

نیتروکسین

چکیده

هدف: شناخت روابط بین مقدار عملکرد محصول با پارامترهای اقلیمی و تغذیه‌ای به‌منظور پیش‌بینی تولید در گیاهان زراعی امری ضروری است. پژوهش حاضر با هدف توصیه کودی مناسب با توجه به شرایط جوی منطقه لرستان در دو سال ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ اجرا گردید.

روش پژوهش: مدل آماری کرت‌های خردشده- فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار بود. کرت اصلی شامل: نوع کاشت (کشت آبی - کشت دیم) و کرت فرعی شامل تاریخ کاشت (در سه سطح شامل :۲۵ مهر (کاشت زودهنگام)، ۱۵ آبان‌ماه (کاشت به هنگام) و پنج آذرماه (کاشت دیرهنگام) و نوع تغذیه (در دو سطح تغذیه شیمیایی با NPK براساس آزمون خاک و تغذیه تلفیقی کود شیمیایی+ NPK کودهای بیولوژیک (نیتروکسین و فسفات بارور دو) بود.

یافته‌ها: صفاتی از قبیل تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله تحت تأثیر اثرات برهم‌کنش تاریخ کاشت× نوع کشت و تاریخ کاشت× نوع تغذیه قرار گرفتند. اثر دوگانه نوع کشت× نوع تغذیه تنها برای صفات عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار شد. عملکرد دانه تحت تأثیر اثرات متقابل سه‌گانه تاریخ کاشت× نوع کاشت× نوع تغذیه قرار گرفت. بیش‌ترین میزان عملکرد دانه در شرایط نوع کشت آبی، تاریخ کاشت زودهنگام (کشت آبی) و تغذیه کامل شیمیایی مشاهده شد. این پژوهش نشان داد که با استفاده از تیمار شیمیایی (NPK ۵۰ درصد آزمون خاک)+ (کودهای زیستی) می‌توان تا حدودی مصرف کود شیمیایی را در زراعت آبی و دیم گندم رقم کوهدشت کاهش داد. هم‌چنین تاریخ‌های کاشت زودهنگام و به هنگام مصرف کود زیستی توانست خلأ تغذیه‌ای موردنیاز برای بهبود رشد و عملکرد را در شرایط کاهش مصرف کودهای شیمیایی در گیاه گندم تأمین نماید.

نتیجه‌گیری: نتایج رگرسیون گام به گام پارامترهای جوی نشان داد که بین عملکرد دانه و میزان GDD در سطح احتمال یک درصد رابطه رگرسیونی مثبت و معنی‌دار وجود دارد.

استناد: همتی، سعید؛ دانشور، ماشالله؛ طهماسبی‌پور، ناصر و اکبرپور، امیدعلی (۱۴۰۳). ارزیابی ارتباط رشد و عملکرد گندم رقم کوهدشت در شرایط دیم و آبی با پارامترهای جوی تحت تأثیر تاریخ کاشت و نوع تغذیه در شرایط اقلیمی خرم‌آباد. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۶ (۴)، ۷۴۷-۷۶۸.

DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2024.366674.2857

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

CC BY NC

۱. مقدمه

تغییر اقلیم، فقر و عدم امنیت غذایی سه چالش مهم و به هم مرتبط هستند که جامعه بشری با آن مواجه می‌گردد، به‌طوری‌که تولیدات کشاورزی در سطح جهان طی سه تا چهار دهه آینده به‌دلیل افزایش جمعیت و تغییر عادات غذایی باید به سه برابر (افزایش ۷۰ درصدی تا سال ۲۰۵۰) افزایش یابد تا تقاضای فزاینده مصرف را تأمین کند (ابومهدی[1] و همکاران، ۲۰۱۲). در این بین غلات نقش مهمی در اقتصاد غذایی جهان به خود اختصاص داده‌اند، زیرا غلات بخش بسیار زیادی از غذای اساسی جمعیت را تشکیل می‌دهند (ملنیک[2] و همکاران، ۲۰۱۳). گندم یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی در جهان است و به‌عنوان یک غذای اصلی منبع مهمی از مواد مغذی در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه است. در مورد گندم باید تصریح کرد که مهم‌ترین غله‌ای است که از آن برای تهیه نان ۴۰ درصد از جمعیت جهان استفاده می‌شود. علاوه بر موارد ذکرشده، یک جنبه ضروری دیگر نیز باید مشخص شود و آن این است که دانه گندم به‌دلیل دارابودن یک سری پروتئین‌ها، نمک‌های معدنی و لیپیدها در خوراک دام مورداستفاده قرار می‌گیرد (مارین[3]، ۲۰۱۴). با توجه به این‌که گندم در غذای انسان و دام استفاده می‌شود، کشاورزان همیشه علاقه‌مند به تهیه آن در مقدار مناسب هم برای مصرف و هم برای بازاریابی در بازارهای جهانی هستند (سوار و چرسیو[4]، ۲۰۲۰). آمار فائو نشان می‌دهد ایران در سال ۲۰۲۲ سیزدهمین تولیدکننده این محصول استراتژیک بوده است (FAO, 2022). تغذیه مناسب و استفاده از ارقام محلی متناسب با شرایط خاص کشاورزی و اقلیمی منطقه از جمله عواملی هستند که به عملکرد بهینه در محصول گندم کمک می‌کنند (ایلاهی[5] و همکاران، ۲۰۲۰). نظر به این‌که ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک قرار دارد و وجود بحران آب در این مناطق جدی است، انتخاب گیاهان سازگار به این شرایط از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که لازمه آن کاشت گیاهان مقاوم به خشکی و دارای نیاز آبی کم است. لذا پژوهش‌گران همواره به‌دنبال راه‌کارهای متعددی برای کاهش میزان آسیب سلولی ناشی از تنش غیرزنده و افزایش تحمل به آن‌ها و هم‌چنین دستیابی به عملکرد مطلوب هستند. در این بین، به‌نظر می‌رسد استفاده از تاریخ کاشت مناسب بتواند به‌طور مؤثری اثرات مخرب کمبود آب در مرحله رشد بحرانی گیاهان زراعی را کاهش دهد. هدف از این پژوهش دستیابی به پاسخ‌هایی برای سؤالات ذیل بود. اول این‌که سازوکارهای مقاومتی در گیاه گندم تا چه حد می‌توانند از خسارت ناشی از رژیم‌های تغذیه‌ای و محدودیت تأمین نیاز آبی جلوگیری کنند؟ دوم این‌که آیا امکان جایگزینی کودهای شیمیایی با کودهای زیستی در راستای بهبود عملکرد کمی و کیفی گندم وجود دارد و سؤال آخر این‌که آیا با تغییر تاریخ کاشت و تفاوت در دریافت میزان پارامترهای جوی (میزان بارش، میزان تبخیر، ساعات آفتابی و GDD) امکان بهبود عملکرد و اجزای عملکرد درگندم رقم کوهدشت وجود دارد؟

۲. پیشینهٔ پژوهش

۲. ۱. پیشینهٔ نظری

افزایش فشار جمعیت و کاهش اراضی زیر کشت منجر به گرایش به استفاده از سیستم‌های کشاورزی فشرده در سطح جهانی شده است. روش‌های کشاورزی فشرده که عملکرد و کیفیت بالا را ممکن می‌سازد، مستلزم استفاده گسترده از کودهای شیمیایی است ولیکن تهیه کودهای شیمیایی بسیار پرهزینه است. علاوه بر این، استفاده از نهاده‌های شیمیایی

1. Abumahdi
2. Melnik
3. Marin
4. Soare and Churciu
5. Ilahi

تجدیدناپذیر باعث آسیب‌های اکولوژیکی، مانند ایجاد آلایندگی در آب‌های سطحی و زیرزمینی و اثرات سوء بر کیفیت محصولات کشاورزی می‌شود(خان[1] و همکاران، ۲۰۱۸). در این راستا، علاقه به استفاده از تکنیک‌های کشاورزی سازگار با محیط زیست، پایدار و ارگانیک افزایش یافته است (اسیتکن[2] و همکارن، ۲۰۰۵).

برای کاهش آلودگی محیط زیست، توسعه و استفاده از روش‌های کشاورزی پایدار و کودهای زیستی ضروری است. استفاده از محرک‌های زیستی در گیاهان، منجر به تقویت فرایندهای فیزیولوژیکی، افزایش اکتساب مواد مغذی و افزایش تحمل در برابر تنش‌های غیر زیستی و زیستی می‌گردد (اکین[3]، ۲۰۱۹). کودهای زیستی می‌توانند رشد گیاه را از طریق تثبیت نیتروژن، بهبود فعالیت فیتوهورمون‌ها، جذب فسفات و حل شدن پتاسیم افزایش دهند (وو[4] و همکاران، ۲۰۰۵). از طرف دیگر مصرف کودهای بیولوژیک بدون نگرانی از اثرات سوء زیست‌محیطی غالباً موجب بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک‌ها شده، افزایش حاصلخیزی و باروری اراضی را به‌دنبال خواهند داشت (بورانووا[5] و همکاران، ۲۰۱۶). فتوپریود در کنار دما عامل اصلی محیطی برای تعیین فنولوژی، سازگاری و عملکرد در گیاهان حساس به فتوپریود می‌باشد. با تأخیر در کاشت به‌ویژه در کشت دیم به‌دلیل رویارویی گیاه با دماهای بالاتر طی دوره رشد رویشی، سرعت نمو افزایش می‌یابد. کوتاه‌شدن دوره رشد باعث کاهش جذب تابش طی فصل رشد و در نهایت کاهش مقدار کل ماده خشک تولیدشده در مرحله برداشت می‌شود. هم‌چنین در محیطی با طول روز ثابت، دما تأثیر به سزایی بر زمان گل‌دهی دارد و دماهای پایین موجب تأخیر در گل‌دهی و کاهش عملکرد گیاهان می‌شوند. کمی‌کردن اثرات دما و طول روز بر طول دوره‌های نمو گیاه می‌تواند به تعیین بهترین تاریخ کاشت و بهره وری بهینه از منابعی نظیر تابش خورشیدی کمک کند (کالیسکان[6] و همکاران، ۲۰۰۸). محققین تأثیر تاریخ کاشت در کشت پاییزه ارقام مختلف گندم را بر رشد و عملکرد در یک نوع خاک اینسپتی‌سول[7] در هند بررسی نمودند. نتایج نشان داد که تاریخ‌های مختلف کاشت و سطوح کودی مختلف از قبیل نیتروزن، فسفر، پتاس و منیزیم تعداد پنجه، ارتفاع گیاه، تجمع ماده خشک، وزن سنبله، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و کلش را تحت تأثیر قرار داد. عملکرد دانه با تأخیر در تاریخ کاشت کاهش پیدا کرد (جات[8] و همکاران، ۲۰۱۳).

۲. ۲. پیشینهٔ تجربی

پژوهش‌گران در بررسی اثرات ترکیبی کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی دانه گندم به این نتیجه رسیدند که کودهای زیستی و آلی به‌طور قابل توجهی بر رشد، عملکرد و ترکیب بیوشیمیایی دانه گندم تأثیر می‌گذارند (لاملوم[9] و همکاران، ۲۰۲۳). تأثیرکودهای بیولوژیک باکتریایی نیتروژنه و فسفر روی عملکرد گندم نشان داد که ارتفاع گیاه، تعداد پنجه در بوته، تعداد سنبله در بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و عملکرد کلش به‌صورت معنی‌داری در گیاهان تلقیح شده با کودهای باکتریایی به‌ویژه باکتری حل کننده فسفات به‌صورت مایع بالاتر بود. برهم‌کنش باکتری حل کننده فسفات با تیمار بذرمال ترکیب خوبی ارائه داد. با این حال، حداکثر عملکرد دانه با مصرف

1. Khan
2. Esitken
3. Ekin
4. Wu
5. Buráňová
6. Caliskan
7. Inceptisol
8. Jat
9. Lamlom

باکتری حل کننده فسفر به شکل مایع به‌دست آمد که بعد از تلقیح با ازتوباکتر قرار داشت (می کارتی[1] و همکاران، ۲۰۱۷). محققین نقش کودهای زیستی مختلف و مقادیر متفاوت نیتروژن در بهبود عملکرد و اجزای عملکرد گندم را بررسی نمودند. نتایج نشان داد کود زیستی میکروبی بالاترین عملکرد دانه را در دو فصل کاشت ثبت نمود. هم‌چنین بالاترین مقدار عملکرد دانه در بالاترین سطح کودی نیتروژن به‌دست آمد. برهم‌کنش بین کود زیستی و مقادیر نیتروژن برای همه صفات بررسی شده معنی‌دار بود. بالاترین عملکرد دانه در برهم‌کنش بین کود زیستی و ۷۵ یا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در فصل دوم کاشت به‌دست آمد (الششتاوی و هاجر[2]، ۲۰۱۵).

۳. روش‌شناسی پژوهش

این آزمایش به‌صورت مزرعه ای در دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان، با موقعیت جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۶ دقیقه و ۱۵ ثانیه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۱۵ دقیقه و ۳۹ ثانیه طول شرقی و ارتفاع ۱۱۱۷ متر از سطح دریا در دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ انجام شد. تغییرات میزان دما، بارندگی و ساعات آفتابی در بازه ی زمانی ابتدای مهر تا پایان خرداد هر دو سال زراعی، این منطقه جغرافیایی در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱. درجه حرارت، بارندگی و متوسط ساعات آفتابی در طی دوره آزمایش (۹۹-۱۳۹۸/۹۸-۱۳۹۷)

ماه	میانگین درجه حرارت هوا (درجه سانتی گراد)						بارندگی (میلی‌متر)		متوسط ساعات آفتابی	
	حداکثر		حداقل		میانگین		سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم
	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم				
مهر	۳۶/۸	۳۶/۶	۱۳/۶	۱۳/۳۹	۲۲/۲	۲۲/۹	۹	۲۰۱	۲۴۳/۶	۲۷۰/۴
آبان	۲۷/۲	۲۶/۵	۸/۴	۶/۱	۸/۱۳	۱۳	۱۳۹/۱	۷۴/۴	۱۷۰/۵	۲۳۱/۷
آذر	۱۹	۱۸/۵	۳/۱	۱/۹	۸/۶	۷۷	۱۵۰/۸	۰	۱۴۳/۱	۱۴۴/۹
دی	۱۸/۷	۱۷/۲	۰/۵	۰/۲	۶/۱	۶/۴	۱۲۷	۰	۱۷۴/۶	۱۷۷/۹
بهمن	۱۷/۱	۲۲/۲	۱	-۰/۶	۶/۵	۵/۶	۱۱۵/۲	۰	۱۷۲/۷	۱۹۱/۸
اسفند	۱۸/۸	۲۳/۹	۱/۳	۰/۸	۷/۴	۱۱/۴	۸۹/۳	۰	۲۱۷/۵	۲۰۰/۵
فروردین	۲۵/۹	۲۵	۶/۲	۶/۳	۱۲/۳	۱۳	۳۰۹/۱	۴۰/۲	۱۸۳/۳	۲۱۹/۴
اردیبهشت	۳۲/۶	۳۴/۳	۹/۳	۱۰/۲	۱۷/۸	۱۸/۸	۶/۱	۱۲/۱	۲۹۹/۲	۲۸۷/۴
خرداد	۳۹/۴	۳۹	۱۶/۶	۵/۱۵	۲۶/۴	۲۶	۰	۰/۱	۳۷۰/۵	۳۶۳/۳

مدل آماری مورداستفاده، آزمایش کرت‌های خردشده- فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار بود. در آزمایش مزرعه ای، کرت اصلی شامل نوع کاشت (کشت آبی- کشت دیم) و کرت فرعی شامل تاریخ کاشت (در سه سطح شامل :۲۵ مهر (کاشت زودهنگام)، ۱۵ آبان (کاشت به هنگام) و پنج آذر (کاشت دیرهنگام) برای کشت آبی و کشت دیم براساس پارامترهای هواشناسی منطقه و نوع تغذیه (در دو سطح تغذیه شیمیایی با NPK (اوره، سوپرفسفات‌تریپل، سولفات‌پتاسیم) براساس آزمون خاک و تغذیه تلفیقی کود شیمیایی (۵۰ درصد NPK)+ (۵۰ درصد کودهای بیولوژیک (نیتروکسین، فسفات بارور دو)) بود. خاک مزرعه به‌صورت تصادفی و زیگزاگ از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری قبل از کاشت نمونه‌برداری و جهت سنجش میزان اسیدیته، هدایت الکتریکی، میزان کربن آلی و میزان عناصر NPK تجزیه شد. نتایج تجزیه خاک در جدول (۲) نشان داده شده است.

1. Me Carty
2. El-Sheshtawy and Hager

جدول ۲. آنالیز خاک (۱۳۹۹-۱۳۹۸/۱۳۹۸-۱۳۹۷)

پتاس K (قسمت در میلیون)	فسفر P (قسمت در میلیون)	نیتروژن N (درصد)	کربن آلی C (درصد)	هدایت الکتریکی EC (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	بافت خاک	سال زراعی
۲۰۱	۵/۴	۰/۰۳۶	۰/۸۸	۰/۸۸	۷/۷۸	لومی-رسی	اول
۱۸۵	۶/۹	۰/۰۸۳	۰/۷۸	۰/۷۸	۷/۴۲	لومی-رسی	دوم

برای اعمال تیمارهای کودی در مزرعه میزان عناصر NPK موردنیاز گندم براساس دستورالعمل فنی کشت گندم و نتایج حاصل از تجزیه خاک جدول ۲ تعیین گردید. در سال اول کاشت، میزان عناصر NPK در کشت آبی به‌ترتیب (۲۵۰، ۲۰۰، ۱۰۰) کیلوگرم در هکتار و در کشت دیم (صفر، ۷۵، ۱۵۰) کیلوگرم در هکتار تعیین شد. در سال دوم کاشت میزان عناصر NPK درکشت آبی به‌ترتیب (۳۰۰،۲۰۰،۱۰۰) کیلوگرم در هکتار و در کشت دیم (صفر، ۷۵، ۱۵۰) کیلوگرم در هکتار تعیین شد.

با درنظرگرفتن مساحت هر کرت آزمایشی (۱۰/۵ مترمربع) مقدار کود موردنیاز برای هر کرت بر مبنای گرم در مترمربع محاسبه و در زمان کاشت اعمال شد. در تیمار تغذیه‌ای کامل شیمیایی کود نیتروژن در سه نوبت به نسبت مساوی یک‌سوم در زمان کاشت، یک‌سوم در زمان ساقه‌دهی و یک‌سوم نهایی در ابتدای گلدهی در کشت آبی و در کشت دیم ۲/۳ در زمان کاشت و مابقی در اوایل بهار به‌صورت سرک مورداستفاده قرار گرفت. کود فسفر و پتاس نیز در زمان قبل از کاشت در مزرعه چه در کشت آبی و چه در کشت دیم مورداستفاده قرار گرفتند. برای اعمال تیمار تغذیه‌ای N2 مقدار NPK محاسبه‌شده در هر واحد آزمایشی به میزان ۵۰ درصد کاهش یافت و خلأ کودی به وسیله کودهای زیستی نیتروکسین، فسفات بارور دو و پتاس بارور جبران گردید. استفاده از کودهای زیستی به‌صورت بذر مال و در زمان کاشت انجام شد. کودهای مذکور از شرکت زیست فناور سپهر تأمین شد. در این آزمایش از بذر گندم رقم کوهدشت استفاده گردید که از سازمان تحقیقات کشاورزی خرم‌آباد تهیه شد. گندم کوهدشت دارای تیپ رشد بهاره، زودرس، مقاوم تا نیمه‌مقاوم به ریزش دانه، مقاوم به ورس و دانه آن سفید و تراکم خوشه آن متوسط می‌باشد. این رقم نسبت به بیماری زنگ زرد و قهوه‌ای مقاوم است (بهلکه و همکاران، ۱۳۹۷). از طرفی امکان کشت دیم و آبی این گیاه در منطقه موردمطالعه وجود دارد. با در نظر گرفتن میزان بذر استفاده شده (۴۵۰ بذر در مترمربع کشت آبی و ۳۸۰ بذر در مترمربع کشت دیم) در هر واحد آزمایشی تعیین گردید. آماده‌سازی بستر کاشت شامل شخم، دیسک‌زدن، تسطیح و مرزبندی مزرعه موردمطالعه در ۱۵ مهرماه هر سال زراعی انجام شد. در هر کرت تعداد شش خط کاشت به طول ۷ متر و عرض یک ونیم متر با فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تراکم بوته در دو شرایط کشت گندم دیم و آبی، متفاوت بوده و براساس میزان بذر در واحد سطح به‌صورت دستی صورت گرفت. فاصله بین کرت‌های اصلی دو متر و فاصله بین کرت‌های فرعی ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بلوک‌ها ۳ متر در نظر گرفته شد. آبیاری در ابتدای کاشت (ایجاد حالت گاورو در مزرعه)، ساقه‌دهی و دانه‌بندی صورت پذیرفت. عمق خالص آبیاری با هدف جایگزین نمودن رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه تا حد ظرفیت زراعی برای آبیاری تکمیلی از رابطه زیر تعیین شد.

$$dn = (\theta_{fc} - \theta i) \times pb \times Zr$$ رابطه ۱)

در این رابطه، عمق خالص آب آبیاری (میلی‌متر)، θ_{fc} رطوبت وزنی خاک در نقطه ظرفیت زراعی، θi رطوبت وزنی خاک قبل از آبیاری، pb جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌مترمکعب)، Zr عمق ریشه (میلی‌متر) است. عمق ناخالص آبیاری نیز با توجه به راندمان آبیاری ۹۵ درصد محاسبه و در نهایت حجم آب موردنیاز برای هر کرت از حاصلضرب عمق ناخالص در مساحت کرت به‌دست آمد و پس از اندازه‌گیری توسط کنتور حجمی برای تیمار در اختیار گیاه قرار گرفت (آلن[1] و همکاران، ۱۹۹۸).

1. Allen

برای بررسی صفات مربوط به عملکرد با برداشت سه مترمربع از هر کرت ۱۰/۵ مترمربعی و حذف اثرات حاشیه‌ای ۵۰ سانتی‌متری از طرفین میزان تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت سنجیده شد. میزان فتوسنتز خالص با (استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سرعت تبادلات گازی مدل (IRGA _ LC pro+:ADC BioScientific, the U.K) سنجیده شد. فعالیت آنزیم کاتالاز طبق روش ابی[1] (۱۹۸۴) اندازه‌گیری شد.

کمپلکس واکنشی شامل یک و نیم میلی‌لیتر از بافر فسفات‌پتاسیم ۱۰۰ میلی‌مولار (pH=7)، ۰/۵ میلی‌لیتر از پراکسیدهیدروژن ۷/۵ میلی‌مولار و ۵۰ میکرولیتر از محلول آنزیمی بود که حجم نمونه‌ها با اضافه کردن آب مقطر به سه میلی‌لیتر رسانده شد. جذب کمپلکس واکنشی در طول موج ۲۹۰ نانومتر قرائت و با استفاده از ضریب خاموشی ۳۶/۶ $mmol^{-1}\ cm^{-1}$ میزان فعالیت آنزیم محاسبه شد. برای سنجش میزان آنزیم پراکسیداز کمپلکس واکنشی (یک میلی‌لیتر) شامل ۲۵۰ میکرولیتر از محلول بافر فسفات ۱۰۰ میلی‌مولار (pH=۷)، ۲۵۰ میکرولیتر از آسکوربات ۱ میلی‌مولار، ۲۵۰ میکرولیتر از EDTA۰/۴ میلی‌مولار، ۱۹۰ میکرولیتر آب دو بار تقطیر، ۱۰ میکرولیتر از پراکسیدهیدروژن ۱۰ میلی‌مولار و ۵۰ میکرولیتر از محلول آنزیمی استخراج شد. جذب کمپلکس واکنشی در طول موج ۲۹۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل UV-2100-VIS ساخت آمریکا) قرائت شد و با استفاده از ضریب خاموشی ۲/۸ $mmol^{-1}\ cm^{-1}$ میزان فعالیت این آنزیم محاسبه شد (سایرام[2] و همکاران، ۲۰۰۲). برای شناخت دقیق عواملی که متأثر از تاریخ کشت می‌باشند پارامترهای جوی و آب‌وهوایی مانند میزان بارش، میزان تبخیر، ساعات آفتابی و GDD برای هر تاریخ کاشت به‌صورت جداگانه یادداشت برداری شد. از رابطه رگرسیون چندمتغیره برای روابط پارامترهای جوی تأثیر گذار بر عملکرد، صفاتی که تاریخ کشت در آن‌ها معنی‌دار شد استفاده گردید. چهار ویژگی جوی به‌عنوان متغیرهای مستقل و سایر صفات معنی‌دار به‌عنوان متغیرهای وابسته وارد مدل رگرسیون شدند و در نهایت با روش گام به گام توسط نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ مهم‌ترین پارامتر جوی متأثر از تاریخ کشت شناسایی شد. مقایسه میزان بارش، میزان تبخیر، ساعات آفتابی و GDD هر سال زراعی براساس آمار سازمان هواشناسی لرستان در جدول (۳) آمده است.

جدول ۳. مقایسه ساعات آفتابی، مجموع بارندگی، تبخیر و واحدهای حرارتی در منطقه خرم‌آباد در فصل رشد

سال زراعی	نوع کاشت	تاریخ کاشت	ساعات آفتابی	مجموع بارش (میلی‌متر)	تبخیر	واحد حرارتی روز-درجه-رشد
سال اول	آبیاری	زودهنگام	۱۵۹۰/۹	۹۵۲/۶	۱۵۸۲/۸	۱۸۰۶/۲
		بهنگام	۱۵۴۲/۰	۹۰۷/۹	۱۵۴۰/۱	۱۷۱۵/۵
		دیرهنگام	۱۵۴۹/۴	۷۴۱/۴	۱۵۴۵/۸	۱۷۳۱/۰
	دیم	زودهنگام	۱۶۸۲/۳	۵۵۲/۶	۱۶۱۳/۹	۱۹۰۲/۹
		بهنگام	۱۶۴۰/۱	۴۵۷/۹	۱۵۷۶/۷	۱۸۱۲/۶
		دیرهنگام	۱۵۶۴/۰	۴۵۸/۰	۱۵۴۰/۸	۱۸۳۵/۹
سال دوم	آبیاری	زودهنگام	۱۶۲۳/۵	۹۴۴/۳	۱۶۷۲/۹	۱۸۶۶/۵
		بهنگام	۱۵۷۷/۷	۸۶۹/۶	۱۶۳۰/۱	۱۷۶۳/۷
		دیرهنگام	۱۵۴۲/۸	۷۲۱/۵	۱۵۵۴/۷	۱۷۵۳/۲
	دیم	زودهنگام	۱۷۱۷/۶	۵۱۱/۸	۱۷۱۳/۴	۱۹۴۶/۸
		بهنگام	۱۶۴۰/۵	۴۵۷/۹	۱۶۳۰/۶	۱۸۵۰/۷
		دیرهنگام	۱۵۵۱/۶	۴۵۸/۰	۱۵۴۴/۲	۱۸۵۱/۴

پس از دو سال آزمایش نتایج جمع‌آوری شده و قبل از تجزیه مرکب، فرض همگنی واریانس (سال) براساس آزمون F

1. Aebi
2. Sairam

انجام پذیرفت. نتایج حاصله به کمک نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ تجزیه شده و مقایسات میانگین با استفاده از روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) و در سطح احتمال پنج درصد محاسبه شد و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Minitab16 استفاده شد.

۴. یافته‌های پژوهش

۴. ۱. تعداد سنبله در مترمربع

براساس نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها در دو سال زراعی، اثرات ساده تاریخ کاشت و نوع تغذیه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. اثرات برهم‌کنش تاریخ کاشت× نوع تغذیه و نوع کشت (آبی– دیم)× تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند. سایر اثرات برهم‌کنش و سه‌گانه برای صفت مذکور معنی‌دار نشدند (جدول ۴). براساس نتایج مقایسات میانگین اثرات برهم‌کنش تاریخ کاشت× نوع تغذیه (جدول ۵) نتایج نشان داد، که بیش‌ترین میزان تعداد سنبله در مترمربع در شرایط تاریخ کاشت زودهنگام و تغذیه کامل شیمیایی با NPK به میزان ۲۹۴/۷۵ عدد به‌دست آمد. کم‌ترین میزان تعداد سنبله در مترمربع در تاریخ کاشت دیرهنگام و شرایط تغذیه کامل شیمیایی با NPK به میزان ۲۵۰/۲۵ عدد به‌دست آمد. هم‌چنین نتایج مقایسات میانگین برهم‌کنش نوع کشت (آبی– دیم)× تاریخ کاشت (جدول ۶)، نشان داد که بیش‌ترین میزان تعداد سنبله در مترمربع در شرایط تاریخ کاشت زودهنگام (۲۵ مهرماه در کشت آبی) به میزان ۲۹۵/۳۳ عدد به‌دست آمد. کم‌ترین میزان تعداد سنبله در مترمربع در تاریخ کشت دیرهنگام (۵ آذرماه در کشت آبی) به میزان ۲۵۵/۵ عدد به‌دست آمد.

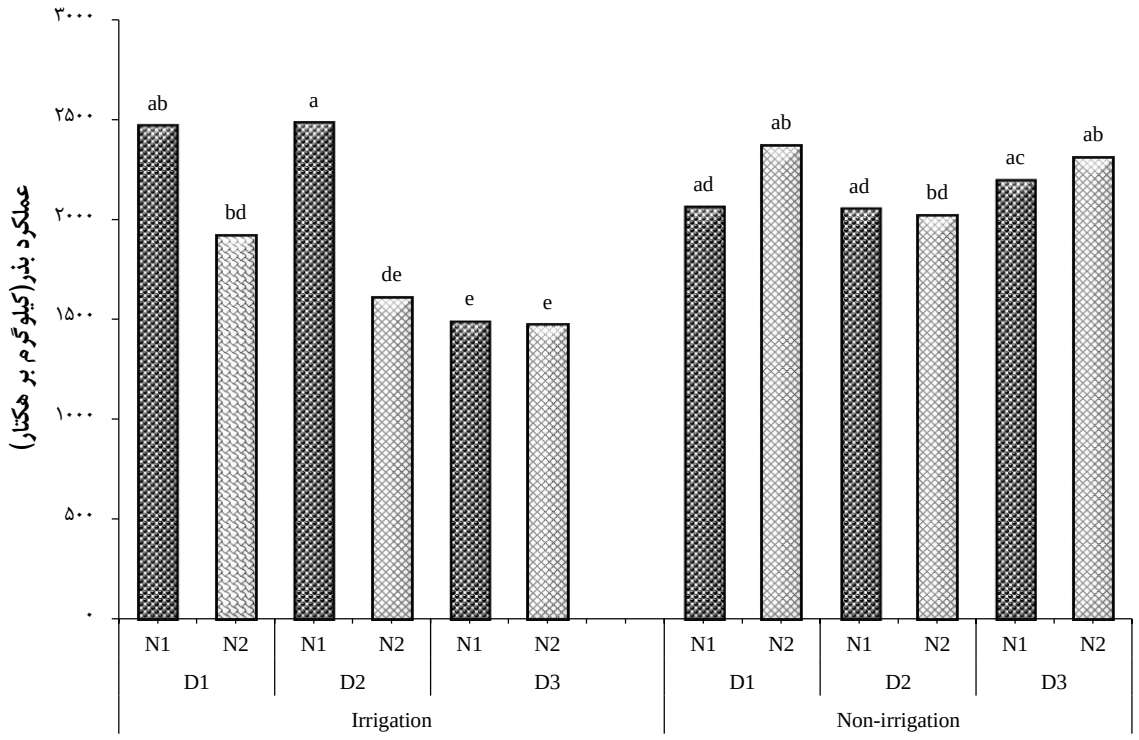
۴. ۲. تعداد دانه در سنبله

براساس نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها در دو سال زراعی، اثرات ساده نوع کشت (آبی– دیم) در سطح احتمال پنج درصد و تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند. اثرات برهم‌کنش تاریخ کاشت× نوع تغذیه و اثرات دوگانه نوع کشت (آبی– دیم)× تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند. سایر ترکیب‌های تیماری برهم‌کنش و سه‌گانه اثر معنی‌داری بر صفت تعداد دانه در سنبله نداشتند (جدول ۴). براساس نتایج مقایسات میانگین اثرات برهم‌کنش تاریخ کاشت× نوع تغذیه (جدول ۵)، نتایج نشان داد که بیش‌ترین میزان تعداد دانه در سنبله در شرایط تاریخ کاشت زودهنگام و تغذیه کامل شیمیایی با NPK به میزان ۲۵/۹۸ عدد به‌دست آمد. کم‌ترین میزان تعداد دانه در سنبله در تاریخ کشت دیرهنگام و شرایط تغذیه کامل شیمیایی با NPK به میزان ۲۱/۱۶ عدد به‌دست آمد. هم‌چنین نتایج مقایسات میانگین برهم‌کنش نوع کشت (آبی– دیم)× تاریخ کاشت (جدول ۶)، نشان داد که بیش‌ترین میزان تعداد دانه در سنبله در شرایط تاریخ کاشت زودهنگام (۲۵ مهرماه در کشت آبی) به میزان ۲۷/۷۵ عدد به‌دست آمد. کم‌ترین میزان تعداد دانه در سنبله در تاریخ کاشت دیرهنگام (۵ آذرماه در کشت آبی) به میزان ۲۰/۵۰ عدد به‌دست آمد.

۴. ۳. عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها (جدول ۴) در دو سال زراعی نشان داد، اثرات ساده نوع کشت (آبی– دیم) در سطح احتمال ۵ درصد و اثرات ساده تاریخ کاشت و نوع تغذیه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شدند. براساس نتایج تجزیه واریانس اثرات دوگانه نوع کشت (آبی– دیم)× تاریخ کاشت و نوع کشت (آبی– دیم)× نوع تغذیه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند. اثرات سه‌گانه نوع کشت (آبی– دیم)× تاریخ کاشت× نوع تغذیه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار

شد. براساس نتایج مقایسات میانگین اثرات سه‌گانه جهت معرفی بیش‌ترین میزان عملکرد دانه به میزان ۲۴۶۷/۱ کیلوگرم در هکتار در ترکیب تیماری نوع کشت آبی، تاریخ کاشت زودهنگام (۲۵ مهرماه در کشت آبی) و تغذیه کامل شیمیایی NPK به‌دست آمد و کم‌ترین میزان عملکرد دانه به میزان ۱۴۷۰/۶ کیلوگرم در هکتار در ترکیب تیماری نوع کشت آبی، تاریخ کشت دیر هنگام (پنج آذر در کشت آبی) و نوع تغذیه تلفیق ۵۰ درصد کودهای زیستی (نیتروکسین، فسفر بارور دو، پتاس بارور) با کودهای شیمیایی NPK به‌دست آمد (شکل ۱).



شکل ۱. اثر نوع کشت، تاریخ کاشت و تغذیه بر عملکرد دانه گندم.

N1: تغذیه شیمیایی با NPK براساس آزمون خاک و N2: تغذیه شیمیایی با NPK (۵۰ درصد آزمون خاک)+ (کودهای بیولوژیک نیتروکسین، فسفات بارور- دو و پتاس بارور)/ D1: تاریخ کاشت زودهنگام/ D2: تاریخ کاشت به هنگام/ D3: تاریخ کاشت دیرهنگام

۴. ۴. عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها در دو سال زراعی نشان دادند، اثرات ساده تاریخ کاشت و نوع تغذیه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند. براساس نتایج تجزیه واریانس اثرات دوگانه نوع کشت (آبی- دیم)× تاریخ کاشت و نوع کشت (آبی- دیم)× نوع تغذیه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شدند (جدول ۴). نتایج مقایسات میانگین برهم‌کنش نوع کشت (آبی- دیم)× تاریخ کاشت (جدول ۶)، نشان داد که بیش‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک در شرایط تاریخ کاشت زودهنگام (۲۵ مهرماه در کشت آبی) به میزان ۷۴۲۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. کم‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک در تاریخ کشت دیرهنگام (۵ آذرماه در کشت آبی) به میزان ۴۴۴۵ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. نتایج مقایسات میانگین اثرات برهم‌کنش نوع کشت× نوع تغذیه بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک در نوع کشت آبی و تغذیه کامل شیمیایی به میزان

۶۷۷۹/۸۱ کیلوگرم در هکتار و کم‌ترین عملکرد بیولوژیک در کشت آبی و تغذیه تلفیقی به میزان ۵۰۹۴/۶۳ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۷).

جدول ٤. تجزیه واریانس صفات موردمطالعه گیاه گندم به روش کرت خردشده- فاکتوریل

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
سال	۱	۶۶/۴۰ ns	۱/۵۷ ns	۲۶۴۱۴/۶ ns	۳۰۵/۹۱ ns	۰/۰۰۱ ns
تکرار (سال)	۴	۲۹۲/۴۱	۴/۸۴	۲۰۵۲۵۳/۹	۱۵۵۲۷۲۴/۷	۲/۸۵
نوع کشت	۱	۱۳۷۶/۳۸ ns	۴۱/۲۶*	۱۳۱۸۶۹۷/۶*	۳۴۰۴۶۶/۲ ns	۴۳۱/۹۰*
سال× نوع کشت	۱	۱۴۱/۱۲ ns	۰/۰۸ ns	۴۷۰/۴ ns	۳۴۸۷۶۸/۱ ns	۱/۴۰ ns
خطاء کرت‌های اصلی	۴	۴۱۱/۲۷	۴/۶۶	۱۰۱۱۸/۷	۴۰۵۳۸۹/۰	۸/۲۴
تاریخ کاشت	۲	۱۰۶۵/۷۲**	۵۹/۰۸**	۵۱۳۲۲۲/۱**	۲۱۳۴۰۱۸۰/۸**	۱۴۴/۴۶**
سال× تاریخ کاشت	۲	۳۲/۵۷ ns	۲/۵۱ ns	۲۰۳۸۱/۳ ns	۱۴۰۹۰/۷ ns	۰/۲۰ ns
تیمار تغذیه	۱	۲۳۴۵/۱۵**	۳/۲۴ ns	۴۹۷۰۱۶/۳**	۸۵۶۴۲۷۰/۴**	۲۱/۶۶**
سال× تیمار تغذیه	۱	۶۵/۹۶ ns	۰/۴۸ ns	۹۲۳/۹ ns	۴۱۱۵۳/۳ ns	۱/۱۲ ns
تاریخ کاشت× تیمار تغذیه	۲	۴۲۵۵/۳۰**	۲۵/۳۹**	۳۱۳۲۴۶/۰ ns	۱۶۶۲۴۸۴/۶ ns	۲۲/۳۱**
سال× تاریخ کاشت× تیمار تغذیه	۲	۱۷۸/۰۹ ns	۲/۳۴ ns	۸۵۸۱/۲ ns	۸۳۲۷۰/۴ ns	۱/۵۱ ns
نوع کاشت× تاریخ کاشت	۲	۸۵۳۲/۶۰**	۱۱۱/۴۰**	۱۲۵۸۱۲۱/۸**	۷۸۳۸۴۴۸/۵**	۴/۸۶**
سال× نوع کاشت× تاریخ کاشت	۲	۳۲۶/۰۴ ns	۰/۴۲ ns	۲۷۴۲۱/۱ ns	۴۳۹۱۱/۸ ns	۶/۱۰ ns
نوع کاشت× تیمار تغذیه	۱	۸۷۱/۲۵ ns	۳/۲۸ ns	۱۹۸۵۷۰۸/۳**	۱۴۴۱۶۷۹۴/۴**	۲/۸۴*
سال× نوع کاشت× تیمار تغذیه	۱	۲۲/۷۳ ns	۲/۹۵ ns	۱۲۰۷۸/۳ ns	۶۷۱۵۹/۸ ns	۳/۴۷ ns
نوع کاشت× تاریخ کاشت× تیمار تغذیه	۲	۴۷۸/۶۰ ns	۴/۱۶ ns	۴۴۰۰۴۶/۱**	۱۷۶۶۲۹۷/۱ ns	۰/۰۰۲ ns
سال× نوع کاشت× تاریخ کاشت× تیمار تغذیه	۲	۲۸/۴۴ ns	۰/۵۵ ns	۲۱۳۴۰/۵ ns	۸۰۱۳۲/۲ ns	۲/۷۳ ns
خطای کرت‌های فرعی	۴۰	۴۳۶/۲۴	۵/ ۳۲	۱۶۷۲۴۵/۵	۸۷۴۹۰۴۵	۴/۷۸
ضریب تغییرات (دصد)		۸/۰۳	۹/۷۸	۱۹/۹۵	۱۵/۸۲	۶/۳۲

*، ** و ns: به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار.

ادامه جدول ٤. تجزیه واریانس صفات موردمطالعه گیاه گندم به روش کرت خردشده- فاکتوریل

منابع تغییرات	درجه ازادی	کاتالاز	پراکسیداز	فتوسنتز خالص
سال	۱	۰/۰۰۰۲ ns	۰/۰۰۳ ns	۳۳۹/۷۷ ns
تکرار (سال)	۴	۰/۰۰۰۳	۰/۹۷	۱۸۹۸/۹
نوع کشت	۱	۰/۱۴۴ ns	۹۱/۳۴*	۱۶۷۰۶/۰**
سال× نوع کشت	۱	۰/۰۰۰۲ ns	۰/۴۵ ns	۱/۵۹ ns
خطاء کرت‌های اصلی	۴	۰/۰۰۰۵	۰/۳۰	۹۸۲/۹
تاریخ کاشت	۲	۰/۱۳۵**	۵۳/۶۰**	۱۶۷۸۰/۰**
سال× تاریخ کاشت	۲	۰/۰۰۰۰۷ ns	۰/۱۱ ns	۲۷۷/۴۱ ns
تیمار تغذیه	۱	۰/۰۶۱**	۰/۴۵ ns	۲۸۶۵/۵**
سال× تیمار تغذیه	۱	۰/۰۰۰۰۰۱ ns	۰/۲۱ ns	۱۲۵/۰۳ ns
تاریخ کاشت× تیمار تغذیه	۲	۰/۰۰۱**	۱۲/۵۹**	۸۱۱/۷ ns
سال× تاریخ کاشت× تیمار تغذیه	۲	۰/۰۰۰۶ ns	۰/۰۲۷ ns	۴۴/۶۲ ns
نوع کاشت× تاریخ کاشت	۲	۰/۰۰۰۵**	۵/۱۳**	۱۴۰۵۶/۳**
سال× نوع کاشت× تاریخ کاشت	۲	۰/۰۰۰۱ ns	۰/۰۸ ns	۱۲۴/۹۲ ns
نوع کاشت× تیمار تغذیه	۱	۰/۰۰۵۶**	۰/۱۷**	۰/۰۸**
سال× نوع کاشت× تیمار تغذیه	۱	۰/۰۰۰۰۷ ns	۰/۰۰۵ ns	۱۰۵/۲۲ ns
نوع کاشت× تاریخ کاشت× تیمار تغذیه	۲	۰/۰۰۵**	۹/۲۰**	۳۵۴۸/۹**
سال× نوع کاشت× تاریخ کاشت× تیمار تغذیه	۲	۰/۰۰۰۲ ns	۰/۰۶ ns	۱۰۴/۳ ns
خطای کرت‌های فرعی	۴۰	۰/۰۰۰۵	۰/۵۰	۴۹۸/۹
ضریب تغییرات (درصد)		۸/۰۳	۹/۷۸	۱۹/۹۵

*، ** و ns: به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار.

۴. ۵. شاخص برداشت

براساس نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها در دو سال زراعی، اثرات دوگانه تاریخ کاشت× نوع تغذیه و نوع کاشت× نوع تغذیه در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار شد. سایر ترکیب‌های تیماری دوگانه و سه‌گانه اثر معنی‌داری بر صفت مذکور نداشتند (جدول ۴). براساس نتایج مقایسات میانگین برهم‌کنش اثرات تاریخ کاشت× نوع تغذیه (جدول ۵)، نتایج نشان داد که بیش‌ترین میزان شاخص برداشت در شرایط تاریخ کاشت به هنگام و تغذیه کامل شیمیایی با NPK به میزان ۳۶/۵۱ درصد به‌دست آمد. کم‌ترین میزان شاخص برداشت در تاریخ کشت زودهنگام و شرایط تغذیه کامل شیمیایی با NPK به میزان ۳۰/۳۳ درصد به‌دست آمد. نتایج مقایسات میانگین اثرات برهم‌کنش نوع کشت× نوع تغذیه بیش‌ترین شاخص برداشت در نوع کشت دیم و تغذیه تلفیقی به میزان ۳۷/۲۲ درصد و کم‌ترین شاخص برداشت در کشت آبی و تغذیه کامل شیمیایی به میزان ۳۱/۸۵ درصد مشاهده شد (جدول ۷).

جدول ۵. مقایسات میانگین تاریخ کاشت× نوع تغذیه عملکرد و اجزای عملکرد گندم

تاریخ کاشت	تغذیه	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	شاخص برداشت (درصد)
زودهنگام	Control (NPK)	۲۹۴/۷۵a	۲۵/۹۸a	۳۰/۳۲c
	NPK+%50(Bio-fertilizer)	۲۴۴/۷۵ cd	۲۴/۹۸ab	۳۵/۳۵a
به هنگام	Control (NPK)	۲۳۵/۵۸ d	۲۱/۱۶ d	۳۵/۴۶ a
	NPK+%50(Bio-fertilizer)	۲۷۸/۵۸ b	۲۳/۸۱ ac	۳۳/۰۴ b
دیر هنگام	Control (NPK)	۲۷۱/۷۵ b	۲۵/۲۶ b	۳۶/۵۱ a
	NPK+%50(Bio-fertilizer)	۲۵۰/۲۵ c	۲۲/۲۰ cd	۳۶/۴۱ a

میانگین‌های موجود در هر ستون با حداقل یک حرف مشابه براساس (P<۰/۰۵) LSD Test تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

جدول ٦. مقایسات میانگین نوع کاشت× تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

نوع کشت	تاریخ کاشت	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
کشت آبی	زودهنگام	۲۹۵/۲۳a	۲۷/۷۵a	۷۴۲۰/۰۰a
	به هنگام	۲۷۴/۶۶ b	۲۵/۳۰ b	۵۹۴۶/۶۷ bc
	دیر هنگام	۲۲۵/۵۰ c	۲۰/۵۲ cd	۴۴۴۵/۰۰ a
کشت دیم	زودهنگام	۲۷۸/۰۰b	۲۲/۰۵bc	۶۶۰۷/۷۸b
	به هنگام	۲۴۱/۸۳ c	۲۴/۷۵ b	۵۳۶۱/۶۷ cd
	دیر هنگام	۲۶۰/۳۳ b	۲۲/۸۶ bc	۵۸۴۵/۵۶ bc

میانگین‌های موجود در هر ستون با حداقل یک حرف مشابه براساس (P<۰/۰۵) LSD Test تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

جدول ۷. مقایسات میانگین نوع کاشت× نوع تغذیه بر عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت گندم

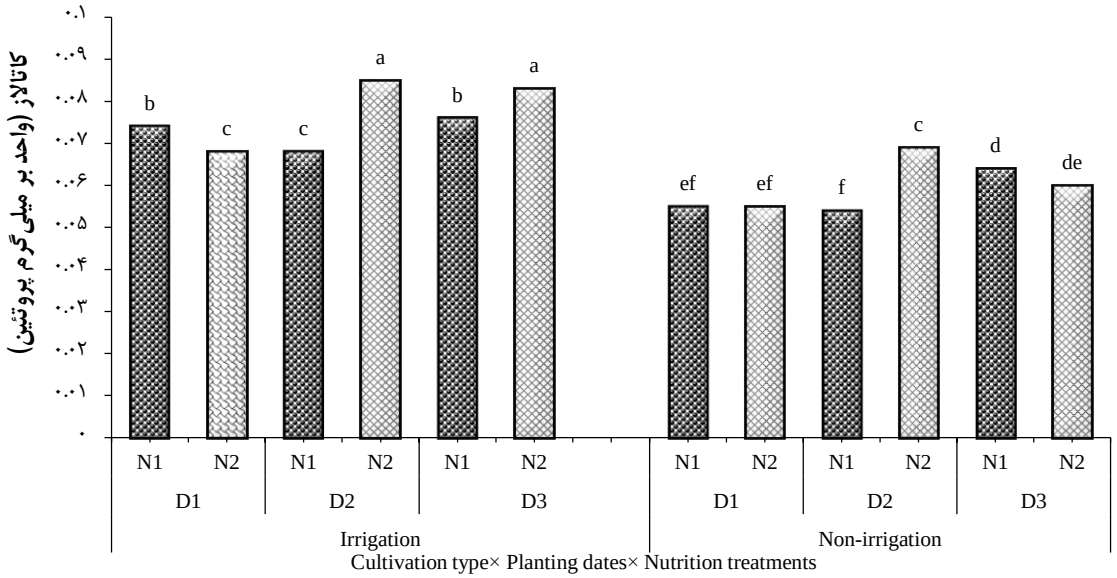
نوع کشت	تغذیه	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
کشت آبی	Control (NpK)	۵۰۹۴/۶۳ d	۳۲/۶۵ c
	NPK+%50(Bio-fertilizer)	۶۷۷۹/۸۱ a	۳۱/۸۵ d
کشت دیم	Control (NpK)	۶۰۴۳/۳۳ b	۳۷/۲۲ a
	NPK+%50(Bio-fertilizer)	۵۸۳۳/۳۳ c	۳۶/۳۴ b

میانگین‌های موجود در هر ستون با حداقل یک حرف مشابه براساس (P<۰/۰۵) LSD Test تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

۴. ۶. کاتالاز

براساس نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها (جدول ۴) در دو سال زراعی، اثر برهم‌کنش تاریخ کاشت× نوع تغذیه، نوع کشت (آبی– دیم)× تاریخ کاشت و نوع کشت (آبی– دیم)× نوع تغذیه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند. اثر سه‌گانه نوع

کشت (آبی– دیم)× تاریخ کاشت× تغذیه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. براساس نتایج مقایسات میانگین اثرات سه‌گانه بیش‌ترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در ترکیب تیماری نوع کاشت آبی، تاریخ کشت دیر هنگام (۵ آذرماه در کشت آبی) و نوع تغذیه تلفیق ۵۰ درصد کودهای زیستی (نیتروکسین، فسفر بارور دو، پتاس بارور) با کودهای شیمیایی NPK به میزان ۰/۰۸۴ (واحد بر میلی‌گرم پروتئین) به‌دست آمد. کم‌ترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در نوع کاشت دیم، تاریخ کاشت زودهنگام (یکم آبان‌ماه در کشت دیم) و نوع تغذیه تلفیق ۵۰ درصد کودهای زیستی (نیتروکسین، فسفر بارور دو، پتاس بارور) با کودهای شیمیایی NPK به میزان ۰/۰۵۵ (واحد بر میلی‌گرم پروتئین) به‌دست آمد (شکل ۲).

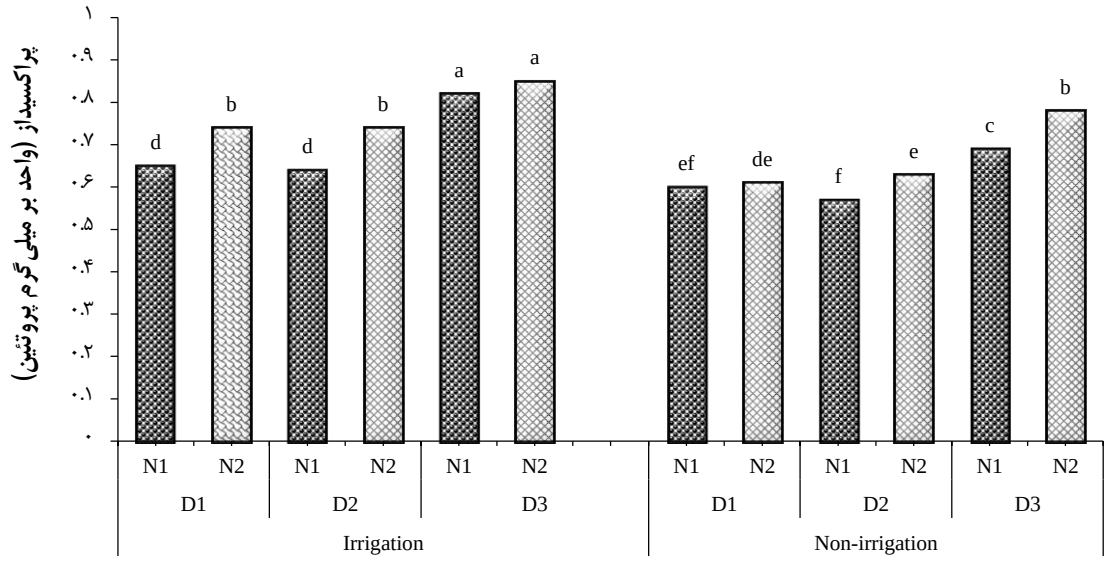


شکل ۲. اثر نوع کشت، تاریخ کاشت و تغذیه بر فعالیت کاتالاز در گندم

N1: تغذیه شیمیایی با NPK براساس آزمون خاک و N2: تغذیه شیمیایی با NPK (۵۰ درصد آزمون خاک)+ (کودهای بیولوژیک نیتروکسین، فسفات بارور– دو و پتاس بارور)/ D1: تاریخ کاشت زودهنگام/D2 : تاریخ کاشت به هنگام/D3 : تاریخ کاشت دیرهنگام

۴. ۷. پراکسیداز

براساس نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها (جدول ۴) در دو سال زراعی، اثرات ساده نوع تغذیه و تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد و نوع کشت (آبی– دیم) در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. اثر برهم‌کنش تاریخ کاشت× نوع تغذیه، نوع کشت (آبی– دیم)× تاریخ کاشت و نوع کشت (آبی– دیم)× نوع تغذیه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شدند. اثر سه‌گانه نوع کشت (آبی– دیم)× تاریخ کاشت× تغذیه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. سایر ترکیب‌های تیماری دوگانه و سه‌گانه اثر معنی‌داری بر صفت میزان پراکسیداز نداشتند. براساس نتایج مقایسات میانگین اثرات سه‌گانه بیش‌ترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در ترکیب تیماری نوع کاشت آبی، تاریخ کشت دیرهنگام (۵ آذرماه در کشت آبی) و نوع تغذیه تلفیق ۵۰ درصد کودهای زیستی (نیتروکسین، فسفر بارور دو، پتاس بارور) با کودهای شیمیایی NPK به میزان ۰/۸۵ (واحد بر میلی‌گرم پروتئین) به‌دست آمد. کم‌ترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در نوع کاشت دیم، تاریخ کاشت زودهنگام (یکم آبان در کشت دیم) و نوع تغذیه کامل کودهای شیمیایی NPK به میزان ۰/۶۰ (واحد بر میلی‌گرم پروتئین) به‌دست آمد (شکل ۳).



Cultivation type× Planting dates× Nutrition treatments

شکل ۳. اثر نوع کشت، تاریخ کاشت و تغذیه بر فعالیت پراکسیداز در گندم

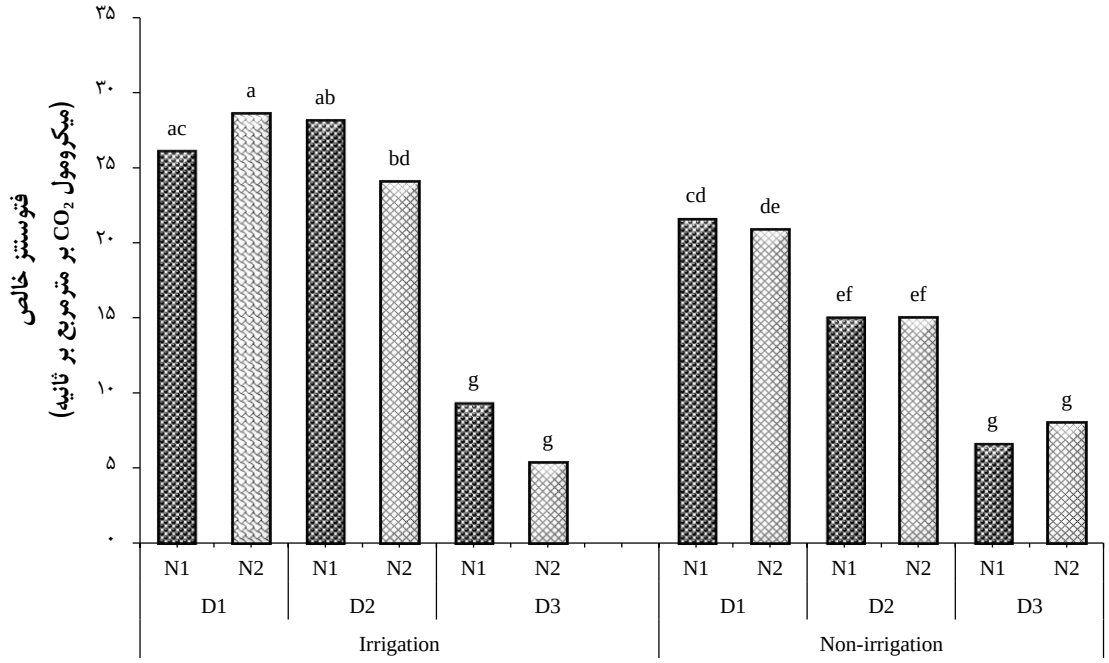
N1: تغذیه شیمیایی با NPK براساس آزمون خاک و N2: تغذیه شیمیایی با NPK (۵۰ درصد آزمون خاک)+ (کودهای بیولوژیک نیتروکسین، فسفات بارور- ۲و پتاس بارور)/ D1: تاریخ کاشت زودهنگام/D2 : تاریخ کاشت به هنگام/D3 : تاریخ کاشت دیرهنگام

۴. ۸. فتوسنتز خالص

براساس نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها (جدول ۴) در دو سال زراعی، اثرات ساده نوع تغذیه، نوع کشت (آبی- دیم) و تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند. اثر برهم‌کنش تاریخ کاشت× نوع تغذیه، نوع کشت (آبی- دیم)× تاریخ کاشت و نوع کشت (آبی- دیم)× نوع تغذیه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند. اثر سه‌گانه نوع کشت (آبی- دیم)× تاریخ کاشت× تغذیه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. سایر ترکیب‌های تیماری دوگانه و سه‌گانه اثر معنی‌داری بر صفت میزان فتوسنتز خالص نداشتند. براساس نتایج مقایسات میانگین اثرات سه‌گانه بیش‌ترین میزان فعالیت فتوسنتز خالص در ترکیب تیماری نوع کاشت آبی، تاریخ کشت به هنگام (۱۵ آبان‌ماه در کشت آبی) و نوع تغذیه کامل با کودهای شیمیایی NPK به میزان ۲۸/۱ (میکرومول بر CO_2 بر مترمربع برثانیه) به‌دست آمد. کم‌ترین میزان فتوسنتز خالص در نوع کاشت آبی، تاریخ کاشت دیر هنگام (۵ آذرماه در کشت آبی) و نوع تغذیه تلفیق ۵۰ درصد کودهای زیستی (نیتروکسین، فسفر بارور۲، پتاس بارور) با کودهای شیمیایی NPK به میزان ۵/۴ (میکرومول بر CO_2 بر مترمربع برثانیه) به‌دست آمد (شکل ۴).

۴. ۹. بررسی ارتباط پارامترهای جوی (میزان بارش، میزان تبخیر، ساعات آفتابی و GDD) با عملکرد و اجزای عملکرد گندم کوهدشت

پارامترهای آب‌وهوایی یکی از مؤثرترین فاکتورها در رشد و عملکرد محصولات کشاورزی به‌ویژه کشت‌های دیم می‌باشند در این مطالعه به‌منظور بررسی صفات دارای اثر بیش‌تر و نیز حذف اثر صفات غیر مؤثر و یا کم تأثیر در توجیه تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم کوهدشت در شرایط دیم، از رگرسیون گام به گام استفاده شد. در این مدل رگرسیونی صفات مربوط به تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد به‌عنوان متغیر وابسته و پارامترهای جوی (میزان بارش، میزان تبخیر، ساعات آفتابی و GDD) به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد.



شکل ٤. اثر نوع کشت، تاریخ کاشت و تغذیه بر میزان فتوسنتز خالص در گندم

N1: تغذیه شیمیایی با NPK براساس آزمون خاک و N2: تغذیه شیمیایی با NPK (۵۰ درصد آزمون خاک)+ (کودهای بیولوژیک نیتروکسین، فسفات بارور- ۲و پتاس بارور)/ D1: تاریخ کاشت زودهنگام/D2 : تاریخ کاشت به هنگام/D3 : تاریخ کاشت دیرهنگام

مدل با حذف فاکتورهای جوی غیر مؤثر در نهایت تأثیرگذارترین پارامترهای جوی مؤثر بر صفات عملکرد و اجزای عملکرد را مشخص و میزان بروآرد پارامتر هر صفت را بر مبنای یک واحد افزایش در پارامترهای جوی نشان داد. در متغیر عملکرد دانه از بین پارامترهای جوی متأثر از تاریخ کشت متغیر روز درجه (GDD) بر روی عملکرد دانه معنی‌دار شد و رابطه رگرسیونی نشان داد با افزایش یک واحد GDD حدود ۲/۵۸ واحد عملکرد دانه افزایش می‌یابد. بنابراین تاریخ کشت از طریق افزایش GDD موجب افزایش عملکرد دانه گردید (جدول ۸). این‌که چرا متغیرهای دیگر متأثر از تاریخ کشت مانند متغیر بارندگی در عملکرد دانه مؤثر نبوده است به این دلیل است که سه تاریخ کشت همپوشانی زیادی در طی رشد گیاه داشته‌اند و احتمالاً بارندگی به‌طورعمده در زمانی که تمامی تاریخ کشت‌ها همپوشانی نداشته‌اند به‌ویژه در سال دوم کشت معنی‌دار نبوده است یا خیلی مؤثر نبوده است. بنا بر نتایج مندرج در جدول هواشناسی کاهش میان بارش در قسمت اعظمی از ماه‌های سال به‌ویژه سال دوم کشت مشهود است (جدول ۱). بنابراین تفاوت در روز درجه (GDD) بیش‌تر مربوط به افزایش و کاهش آن در ابتدا و انتهای کشت بوده است که عملکرد نهایی را تحت تأثیر قرار داده است.

در متغیر شاخص برداشت از بین پارامترهای جوی متأثر از تاریخ کشت متغیر میزان بارش و ساعات آفتابی بر میزان شاخص برداشت معنی‌دار شد و رابطه رگرسیونی نشان داد با افزایش یک واحد بارش و ساعت آفتابی به‌ترتیب ۰/۰۱۵ و ۰/۰۲۲ واحد شاخص برداشت کاهش می‌یابد (جدول ۸). عواملی مانند نوع گیاه، خاک و شرایط آب‌وهوا می‌توانند تأثیرگذار باشند. اما در این پژوهش کم‌بودن ساعات آفتابی در سال‌های زراعی به واسطه بارش بالا و ابری‌بودن هوا که

مصادف با سیل سال ۱۳۹۸ بود، فاز زایشی گیاه را با تأخیر رو به رو نمود و منجر به منفی‌شدن میزان تأثیر ساعات آفتابی بر شاخص برداشت گردید. پژوهش‌گران گزارش کردند کارآیی مصرف نور با توزیع بهتر تشعشع فعال فتوسنتزی در کانوپی گیاه تحت شرایط تنش خشکی افزایش می‌یابد (ناظری و همکاران، ۱۳۸۲).

در متغیر وزن هزاردانه از بین پارامترهای جوی متأثر از تاریخ کشت متغیر میزان بارش بر میزان وزن هزاردانه معنی‌دار شد و رابطه رگرسیونی نشان داد با افزایش یک واحد بارش حدود ۰/۰۲۰ واحد وزن هزاردانه کاهش می‌یابد (جدول ۸). بنابراین تاریخ کشت از طریق افزایش بارش نتوانست موجب افزایش وزن هزاردانه گردد. مجموع بارندگی سال زراعی، رطوبت نسبی هوا و آب فراوان در خاک به‌طور معنی‌داری خصوصیات کیفی، وزن هزاردانه و عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهند. بنابراین با استفاده از روابط رگرسیونی به‌دست‌آمده می‌توان چنین استنباط نمود که بخش عمده‌ای از تغییرات وزن هزاردانه گندم رقم کوهدشت را در سال‌های زراعی ۹۹-۹۸ در منطقه خرم‌آباد می‌تواند تغییرات مجموع بارندگی سال زراعی یا درصد رطوبت نسبی هوا در بین تمامی صفات مستقل موردمطالعه را توجیه نمایند، اما سایر صفات مستقل موردمطالعه در این بررسی به‌تنهایی قادر به توجیه تغییرات وزن هزاردانه نیستند. بارندگی از جمله عوامل بسیار مهم آب‌وهوایی است که از طریق تحت تأثیر قراردادن میزان رطوبت و دمای خاک می‌تواند در تولید عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم بسیار مؤثر واقع شود.

نتایج پژوهش‌های انجام‌شده بر روی محصولات مختلف در ایستگاه تحقیقات استانکف روسیه نشان می‌دهد که عواملی نظیر بارندگی و هم‌چنین درجه حرارت‌های بالاتر از حد بهینه از مهم‌ترین عوامل مؤثر در تشکیل سطح برگ، وزن هزاردانه و عملکرد گیاهان از جمله ارقام مختلف گندم بوده است. در غلات دو عامل تعداد دانه در واحد سطح و وزن دانه تعیین‌کننده عملکرد اقتصادی است که واکنش آن‌ها نسبت به شرایط مختلف آب‌وهوایی بسیار سریع و حساس می‌باشد. در این میان بارندگی و درجه حرارت از جمله دو عامل بسیار مهم آب‌وهوایی هستند که از طریق تحت تأثیر قراردادن میزان رطوبت و دمای خاک می‌توانند در تولید عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم بسیار مؤثر واقع شوند. بنابراین، این دو عامل به‌غیر از تحت تأثیر قرار دادن اندام‌های رویشی و زایشی گندم، بر رشدونمو ریشه‌این گیاه، میزان جذب آب و مواد غذایی و در نهایت عملکرد دانه گندم دیم مؤثر واقع می‌شوند. در متغیر تعداد سنبله در بوته از بین پارامترهای جوی متأثر از تاریخ کشت متغیر روز درجه بر روی تعداد سنبله در بوته معنی‌دار شد و رابطه رگرسیونی نشان داد با افزایش یک واحد GDD حدود ۰/۱۴ واحد تعداد سنبله در بوته افزایش می‌یابد. بنابراین، تاریخ کشت از طریق افزایش GDD موجب افزایش تعداد سنبله در بوته گردید (جدول ۸). افزایش تعداد سنبله بارور در کاشت به‌هنگام را می‌توان به افزایش دما در طول دوره پنجه‌زنی در پاییز و هم‌چنین افزایش میزان تابش دریافتی که در کشت‌های به‌هنگام مشاهده می‌شود نسبت داد.

جدول ۸. نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام برای صفات عملکرد، اجزای عملکرد بعد از حذف متغیرهای جوی مستقل (میزان کل بارش، میزان تبخیر، ساعات آفتابی و GDD) غیر مؤثر بر صفات مذکور

متغیر وابسته	متغیر مستقل	استاندارد تخمین	خطای استاندارد	میانگین مربعات	F Value	Pr > F
عملکرد دانه	عرض از مبدأ	-۲۶۵۹/۷۴	۱۶۹۴/۱۲	۱۱۵۲۲۱	۲/۴۶	۰/۱۴۷
	روز-درجه	۲/۵۸	۰/۹۳	۳۵۹۷۲۹	۷/۷۰	۰/۰۱۹
شاخص برداشت	عرض از مبدأ	۸۱/۳۶۵	۱۲/۵۲	۷۶/۰۳	۴۲/۲۰	۰/۰۰۰۱
	بارش	-۰/۰۱۵	۰/۰۰۲	۹۴/۳۸	۵۲/۳۹	<.۰۰۰۱
	ساعات آفتابی	-۰/۰۲۲	۰/۰۰۷	۱۷/۱۴	۹/۵۲	۰/۰۱۳
وزن هزاردانه	عرض از مبدأ	۵۵/۳۶	۲/۰۱۶	۳۰۷۶/۵۸	۷۵۳/۵۴	<.۰۰۰۱
	بارش	-۰/۰۲۰	۰/۰۰۲	۲۰۹/۱۵	۵۱/۳۸	<.۰۰۰۱
تعداد سنبله در بوته	عرض از مبدأ	-۳/۴۲	۱۸۲/۲۸	۳۰۶۷/۵۸	۱۱۵۴/۲۹	۰/۹۸
	روز-درجه	۰/۱۴	۰/۱۰	۲۰۹/۱۵	۵۴۱/۱۹	۰/۱۷

۵. بحث

براساس نتایج به‌دست‌آمده تعداد سنبله در مترمربع در نوع کشت آبی نسبت به کشت دیم به مراتب بالاتر بود. با توجه به نتایج کاشت زودهنگام، تأثیر مثبت بیش‌تری بر میزان صفت مذکور داشت. احتمالاً فراهمی رطوبت در تاریخ کاشت زودهنگام نسبت به دو تاریخ کاشت دیگر، به‌طور بهتری انجام شده است. ضمن آن که در این تاریخ کاشت، گیاه فرصت بیش‌تری برای جذب منابع به نفع خود و شکل گیری سنبله‌ها داشته است (جعفرنژاد، ۱۳۸۸). از سوی دیگر، در کشت آبی زمانی‌که رطوبت خاک در حد کافی تأمین شود جزئی از اجزای عملکرد که بیش‌ترین تأثیر را بر عملکرد نهایی بوته دارد تعداد سنبله در بوته است. تعداد سنبله در گیاه تعیین‌کننده پتانسیل عملکرد می‌باشد، زیرا سنبله‌ها در برگیرنده تعداد دانه‌ها بوده و از طرفی تأمین‌کننده مواد فتوسنتزی موردنیاز دانه‌ها می‌باشند (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۰). بالا بودن عملکرد گل و اجزای عملکرد در تاریخ کاشت‌های زودهنگام چه در کشت آبی و چه در کشت دیم به‌دلیل طولانی تر بودن فصل رشد و استفاده از شرایط جوی مناسب اوایل فصل رشد بود. به‌عبارتی، کاهش ارتفاع ساقه و تعداد شاخه گل‌دهنده در تاریخ کاشت دیرهنگام را می‌توان دلیل کاهش عملکرد گل در این تاریخ کاشت دانست (اولسن[1] و همکاران، ۱۹۸۲). در تاریخ کاشت زودهنگام و به هنگام، تلفیق ۵۰ درصد کودهای زیستی (نیتروکسین، فسفر بارور۲، پتاس بارور) با کودهای شیمیایی NPK نتوانست تفاوت فاحشی را در تعداد سنبله در مترمربع به وجود آورد. براساس نتایج استفاده از کودهای شیمیایی فسفر و نیتروژن سبب افزایش انتقال مواد پرورده به اندام زایشی شده و از غیر بارور شدن آن‌ها جلوگیری می‌نمایند (سیدی و همکاران، ۱۳۹۴). در تاریخ کاشت دیرهنگام تلفیق ۵۰ درصد کودهای زیستی (نیتروکسین، فسفر بارور ۲، پتاس بارور) با کودهای شیمیایی NPK توانست، نتایج بهتری بر میزان تعداد سنبله در هر مترمربع بر جای بگذارد. در توضیح مسئله می‌توان این گونه بیان داشت که کودهای زیستی (نیتروکسین، فسفر بارور ۲) از طریق بهبود فعالیت میکروبی خاک و در دسترس قرار دادن عناصر غذایی، سبب افزایش فتوسنتز و تعداد سنبله در بوته می‌شوند (کوندان[2] و همکاران، ۲۰۱۵).

کودهای زیستی حاوی ازتو باکتر علاوه بر تثبیت نیتروژن مولکولی توانایی ساخت و ترشح مواد بیولوژیکی فعال مانند اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتنیک، بیوتین، ویتامین‌های گروه ب، اکسین‌ها، جیبرلین‌ها در محیط ریشه گیاه را داشته و در توسعه سیستم ریشه نقش مفید و مؤثری دارند و با بهبود جذب آب و عناصر غذایی و بهبود ویژگی‌های خاک رشد گیاه را تحت تأثیر قرار داده و باعث افزایش تعداد سنبله در مترمربع می‌شوند (شاتا[3] و همکاران، ۲۰۰۷). باکتری‌های حل کننده فسفات موجود در کود فسفاته بارور ۲ با ترشح اسیدهای آلی و اسید فسفاتاز باعث تجزیه آنزیمی ترکیبات آلی و محلولسازی عناصر غذایی موجود در خاک گردیده و از این طریق توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه بیش‌تر شده و درنتیجه جذب عناصرغذایی خاک مخصوصاً فسفر و رطوبت موجود در اعماق پایین خاک برای گیاه را تسهیل نموده و با افزایش تعداد پنجه بارور، افزایش تعداد سنبله در مترمربع را در پی خواهد داشت (منصوری، ۱۳۹۲).

تعداد دانه در سنبله بسیار مهم است، چون حداکثر عملکردی است که در یک شرایط محیطی معین می‌توان تولید کرد. بنابراین، افزایش تعداد دانه به‌ناچار کاهش وزن هزاردانه را در پی دارد. میزان تعداد دانه در سنبله، در کشت دیم به مراتب کم‌تر از کشت آبی بود. در بسیاری از گیاهان زراعی، وقوع تنش آبی در فاز گلدهی موجب کاهش تعداد گل‌های بارور و به‌دنبال آن کاهش تعداد دانه می‌گردد و در نتیجه سبب کاهش عملکرد به میزان زیادی می‌گردد. از سوی دیگر، در شرایط کم‌آبی، میزان رشد رویشی و مقدار مواد فتوسنتزی گیاه گندم کاهش یافت. براساس نتایج به‌دست‌آمده در این

1. Olsen
2. Kundan
3. Shata

پژوهش تعداد دانه در سنبله با تأخیر در زمان کاشت به‌طور چشمگیری کاهش یافت. در کشت تأخیری قرارگرفتن دانه در معرض دمای هوای بالاتر در طول پرشدن دانه افزایش می‌یابد و با ایجاد شرایط تنش منجر به کاهش تولید دانه می‌شود. در واقع با افزایش تأخیر در کاشت تعداد پنجه در بوته کاهش، درصد تلفات پنجه افزایش، تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله کاهش می‌یابد(گارج[1] و همکاران، ۲۰۱۳).

تیمار کاربرد کودهای شیمیایی NPK به‌تنهایی بیش‌ترین تأثیر معنی‌دار را بر میزان تعداد دانه در سنبله در هر سه تاریخ کاشت بر جای گذاشت. پژوهش‌گران افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی و جذب بیش‌تر آن‌ها توسط گیاه، در نتیجه افزایش رشد و فعالیت فتوسنتز گیاه همراه با افزایش سطح برگ را از عوامل افزایش تعداد دانه با کاربرد کود شیمیایی ذکر نمودند (آزادی و همکاران، ۱۳۹۲). تیمارهـای کاربرد کودهای زیستی (نیتروکسین، فسفر بارور۲، پتاس بارور) در تلفیق با کودهای شیمیایی افزایش معنی‌داری را بر تعداد دانه در سنبله در مقایسه با تیمارهای کاربرد شیمیایی NPK به‌تنهایی نداشتند. بنابراین کاربرد کودهای زیستی (نیتروکسین، فسفر بارور۲، پتاس بارور) در تلفیق با کودهای شیمیایی نمی‌تواند اثرات کودهای شیمیایی را در تولید دانه در کشت‌های زودهنگام و به‌هنگام ایجاد کند. اما در کشت دیرهنگام کودهای زیستی ممکن است از طریق تولید هورمون‌های محرک رشد به‌ویژه اکسین رشد گیاه را تحت تأثیر قرار دهند. حضور کودهای زیستی می‌تواند باعث بهبود خصوصیات خاک نظیر محتوای ماده آلی و افزایش دسترسی عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و هم‌چنین عناصر ریزمغذی شود، ایـن اثرات در حضور کودهای شیمیایی تشدید می‌شود و ممکن است از طریق گسترش ریشه و افزایش جذب عناصر غذایی موجب افزایش تعداد دانه در سنبله گندم گردیده باشد.

در تاریخ کاشت‌های اول و دوم بین اثر متقابل‌های متناظر به هم با مقایسه دوبه‌دو با هم در شرایط کشت ابی و دیم، تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه با هم ندارند. اما فقط در تاریخ کاشت سوم (دیرهنگام) بین متناظرها و بین شرایط آبی و دیم از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌دار وجود دارد. حجم زیاد بارندگی‌ها در هر یک از دو سال آزمایش عملاً تفاوت کشت آبی و دیم رو از بین برده و همه چیز تحت تأثیر این بارندگی‌ها قرار گرفته است. چه بسا حجم زیاد بارندگی‌ها کودها را در خاک شسته و تأثیرشان را از بین برده است. براساس آمار هواشناسی توزیع بارندگی در این دو سال با هم متفاوت بوده، به‌طوری‌که در سال زراعی ۹۸ فقط در ماه‌های اسفند و فروردین به‌ترتیب ۳۰۹ و ۱۸۸ میلی‌متر بارندگی حادث شده است، که منجر به ایجاد سیل در شهرستان‌های خرم‌آباد و ویرانگر در پلدختر شده است. از طرفی در اردیبهشت‌ماه سال ۹۸ تنها ۶/۱ میلی‌متر بارندگی اتفاق افتاده که در مقایسه با آمار بارش‌های سال ۹۷، می‌توان گفت که توزیع بارش در سال ۹۷ خوب اما در سال ۹۸ توزیع و پراکنش بسیار نامناسب بوده است. این نتایج نشان‌دهنده آن است که عملکرد دانه تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفته و با تأخیر در تاریخ کاشت عملکرد دانه کاهش یافته است. از آن جا که تاریخ کاشت بر طول دوره‌های رویشی و زایشی گیاه اثر می‌گذارد و هم‌چنین طول دوره گلدهی و پر شدن دانه ارتباط مثبت بالایی با عملکرد دانه دارد، بنابراین به‌نظر می‌رسد که با توجه به کاهش فاصله سبزشدن گیاه تا زمان گلدهی و نیز زمان گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیکی در کشت‌های دیرتر، گیاه قبل از رسیدن به شاخص سطح برگ مناسب وارد فاز زایشی گردیده و کاهش دریافت انرژی نورانی توسط برگ‌ها باعث کاهش عملکرد در تاریخ‌های کاشت دیرتر گردید. بنابراین، دستیابی به عملکرد دانه بالا در تاریخ‌های کاشت زودتر می‌تواند به‌دلیل طولانی‌تربودن فصل رشد و استفاده از شرایط جوی مناسب اوایل بهار باشد (موسوی[2] و همکاران، ۲۰۱۲). در تاریخ کاشت دیرهنگام سنبله‌دهی و پر شدن دانه با گرمای آخر فصل مواجه می‌شود و در نتیجه باعث کاهش طول دوره پر شدن دانه و کاهش عملکرد می‌شود. کشت گندم در زمان مطلوب منجر به افزایش درصد جوانه‌زنی و پنجه‌زنی، رشد فنولوژیک به‌هنگام و تولید گیاهان قوی با

1. Garg
2. Moosavi

سیستم ریشه‌ای محکم منجر شده و در نتیجه باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود (سوبدی[1] و همکاران، ۲۰۰۷). براساس نتایج به‌دست آمده تیمارهای کـاربرد کود زیستی (نیتروکسین، فسفر بارور۲، پتاس بارور) در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی افزایش معنی‌داری در عملکرد دانه در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی در شرایط کشت زودهنگام و به هنگام نشان دادند.

در شرایط کشت آبی میزان عملکرد بیولوژیک نسبت به کشت دیم بالاتر بود. کمبود آب سبب کاهش فتوسنتز و کاهش تولید مواد پرورده و در نتیجه باعث کاهش اندام‌های رویشی و اندام‌های زایشی می‌شود که درنهایت می‌تواند منجر به کاهش عملکرد بیولوژیک گیاه در شرایط محدودیت آب گردد. به‌نظر می‌رسد به‌دلیل تأثیر مثبت کودهای زیستی روی روابط آبی گیاه، چرخه مواد غذایی و قابل‌دسترس‌ساختن و افزایش جذب عناصر غذایی، تیمار تغذیه‌ای تلفیقی توانسته سبب افزایش عملکرد بیولوژیک گردد (محمدی و سهرابی[2]، ۲۰۱۲). ایجاد شرایط بهتر تغذیه‌ای با اعمال تیمارهای کود زیستی منجر به افزایش عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گیاه می‌گردد. اثر منابع مختلف کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن و فسفر بر ویژگی‌های مرفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد گندم نشان داد که صفات مروفولوژیکی و عملکردی از قبیل ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، طول سنبله، وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، کارآیی مصرف نیتروژن، پروتئین گلدهی، رسیدگی و دانه و رنگدانه‌های کلروفیل اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که اثر سطوح مختلف منابع تأمین‌کننده نیتروژن و فسفر بر صفات موردبررسی معنی‌دار بود. بیش‌ترین میزان ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، تعداد سنبله، طول سنبله، عمکلرد بیولوژیک و عملکرد دانه در تیمار ترکیب مساوی سه منبع تأمین‌کننده نیتروژن (۳۳ درصد ازتوباکتر+ ۳۳ درصد آزوسپیریلیوم+ ۳۳ درصد اوره) و بیش‌تر میزان کارآیی مصرف نیتروژن در تیمار تلقیح بذر با کود زیستی ازتوباکتر مشاهده شد. کاربرد کودهای زیستی مناسب، می‌تواند در افزایش عملکرد، بهبود ویژگی‌های رشدی گیاه گندم و کاهش کود شیمایی مؤثر باشد (جهانشاهی و همکاران، ۱۴۰۰). نتایج این پژوهش نشان داد که مساعد بودن شرایط محیطی به‌ویژه نور و درجه حرارت و نیز طول دوره رشد بیش‌تر در تاریخ کاشت ۲۵ مهرماه باعث شد که گیاه از این شرایط بهتر استفاده نموده و تولید مواد فتوسنتزی را افزایش داده و در نهایت عملکرد بیولوژیک افزایش یابد و با کوتاهشدن دوره رشد گیاهان عملکرد بیولوژیکی کم‌تری تولید نمودند. به تأخیرافتادن سبزشدن محصول در اثر تأخیر کاشت موجب کاهش دوره مواجه‌شدن گیاه با شرایط محیطی موردنیاز و به‌طورکلی کاهش طول فصل رشد می‌شود که این امر نیز موجب افت تعداد پنجه و تراکم محصول و در نتیجه کاهش عملکرد بیولوژیک می‌گردد (شریفی[3] و همکاران، ۲۰۰۴).

گندم گیاهی روزبلند است، روزهای بلندتر باعث می‌شود تا طول دوره مراحل نموی کوتاه‌تر شوند و قبل از این‌که اندام‌های رویشی برای ایجاد منبع فیزیولوژیک به‌طور کامل توسعه یابند، بوته‌ها زودتر از آن وارد مرحله زایشی شده و در ادامه با کمبود منابع فتوسنتزی مواجه شوند. لذا به‌نظر می‌رسد به همین دلیل تاریخ کاشت غیربهینه کم‌ترین میزان شاخص برداشت را داشته است. کاهش معنی‌دار شاخص برداشت با تأخیر درکاشت می‌تواند مربوط به مصادف‌شدن زمان گلدهی و پرشدن دانه با دماهای بالا در منطقه و تأثیر منفی آن با فاز زایشی گیاه باشد که کاهش بیش‌تر عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک و در نتیجه کاهش شاخص برداشت را در پی داشته است. با توجه به یافته‌های این پژوهش می‌توان گفت، اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه، شاخص برداشت و کارآیی مصرف آب معنی‌دار بود. به‌طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که تأخیر در کاشت می‌تواند مراحل نموی تعیین‌کننده اجزای عملکرد را در معرض عوامل نامساعد محیطی قرار داده و قابلیت تولید اقتصادی گیاه گندم را کاهش دهد. شاخص برداشت به‌عنوان یکی از شاخص‌های مورد ارزیابی گیاهان زراعی می‌باشد که از نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیکی محاسبه می‌گردد. کود دامی ضمن افزودن و در دسترس قرار دادن بسیاری از عناصر غذایی، با بهبود

1. Subedi
2. Mohammadi and Sohrabi
3. Sharifi

ساختمان خاک و هم‌چنین با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت باعث ایجاد بستر مناسب برای رشد بهتر ریشه و به‌دنبال آن افزایش رشد سبزینگی گیاهان می‌شود، از طرف دیگر کاربرد کودهای زیستی همراه با آن نیز باعث دسترسی بیش‌تر گیاه به عناصر غذایی شده درنتیجه گیاه با افزایش فتوسنتز، مواد پرورده بیش‌تری به دانه انتقال داده و منجر به افزایش عملکرد اقتصادی و نهایتاً شاخص برداشت دانه می‌شود. کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه، دسترسی بیش‌تر گیاه به نیتروژن را به‌همراه دارد و این عنصر غذایی پرمصرف که در ترکیب اسیدهای آمینه، اسیدهای نوکلئیک، ریبوزوم‌ها، پروتئین‌ها مشارکت داشته و جزء مهمی از مولکول‌های کلروفیل و روبیسکو می‌باشد، با افزایش رشد سبزینه‌ای گیاه، اثرات مستقیمی بر میزان عملکرد اقتصادی محصول دارد (گال[1] و همکاران، ۲۰۱۵).

کاتالاز یکی از مهم‌ترین آنزیم‌های جمع‌آوری‌کننده پراکسید هیدروژن به‌شمار می‌آید که افزایش فعالیت این آنزیم باعث مقاومت گیاه در شرایط تنش و درنتیجه افزایش عملکرد محصول می‌شود. کاتالاز به‌عنوان یک آنزیم آنتی‌اکسیدانی عمل کرده و در پراکسی زوم‌ها و کاهش اثرات تخریبی گونه‌های فعال اکسیژن حذف و روبندگی پراکسید هیدروژن تولیدشده در نقش مهمی بر عهده دارد (سیموا و استیلوا[2]، ۲۰۱۴). افزایش فعالیت آنزیم‌های آسکوربات پراکسیداز و گایاکول پراکسیداز در شرایط تنش نشان‌دهنده این است که این دارند. آسکوربات پراکسیداز و گایاکول پراکسیداز از H_2O_2 آنزیم‌ها نقش کلیدی در پاک‌سازی گونه‌های فعال اکسیژن به‌عنوان سوبسترا برای واکنش استفاده می‌کنند. هم‌چنین میل ترکیبی آسکوربات پراکسیداز برای ترکیب با H_2O_2 نسبت به گایاکول پراکسیداز بیش‌تر می‌باشد. بنابراین، می‌توان گفت که با افزایش شدت تنش میزان آسکوربات پراکسیداز به‌دلیل افزایش گونه‌های فعال اکسیژن افزایش پیدا کند (میتلر[3]، ۲۰۰۲). براساس نتایج به‌دست‌آمده با تأخیر در تاریخ کاشت، عدم مصرف کامل تغذیه با NPK و شرایط کشت دیم میزان فتوسنتز خالص با کاهش روبه‌رو شد. کمبود آب سبب کاهش پتانسیل آب و از دست‌دادن آماس سلولی، بسته‌شدن روزنه‌ها و اختلال در یکپارچگی غشا می‌شود (سینگ و تاکور[4]، ۲۰۱۸). گیاهان در این شرایط قابلیت هدایت روزنه‌ای خود را کاهش می‌دهند تا مانع از تلفات اساسی رطوبت از طریق تعرق شوند که در نتیجه فتوسنتز خالص را محدود می‌کند و این واکنش ممکن است منجر به بهبود کارآیی مصرف آب گیاه شود (آلوارز و سانچزبلانکو[5]، ۲۰۱۳). به‌طور کلی، چنین به‌نظر می‌رسد که خشکی با ایجاد اختلال در وضعیت آب و اثرگذاری کلیدی بر فرایندهای فیزیولوژیکی مانند فتوسنتز، تنفس و جذب مواد مغذی معدنی سبب اختلال در میزان رشد و تکامل گیاه می‌گردد.

۶. نتیجه گیری و پیشنهادها

با توجه به اهمیت روزافزون تغییرات آب‌وهوایی بر تولیدات زراعت و وابستگی میزان عملکرد محصولات کشاورزی به‌نظر می‌رسد استفاده از اطلاعات جوی به‌ویژه دما و بارش در توصیه رقم و زمان کاشت در مناطق مختلف دارای اهمیت است. در این پژوهش مشخص شد در بین تمامی پارامترهای جوی موردمطالعه از قبیل دما، بارش، ساعت آفتابی و میزان تبخیر دو پارامتر بارش و دما بیش‌ترین اثرگذاری را بر صفات عملکرد و اجزای عملکرد داشتند. به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که با استفاده از تیمار شیمیایی NPK (۵۰ درصد آزمون خاک)+ (کودهای زیستی) می‌توان تا حدودی مصرف کود شیمیایی را زراعت آبی و دیم گندم رقم کوهدشت کاهش داد. در سایر تاریخ‌های کاشت از جمله زودهنگام و به

1. Gul
2. Simova-Stoilova
3. Mittler
4. Singh and Thakur
5. Alvarez and Sanchez-Blanco

هنگام مصرف کود زیستی توانست خلأ تغذیه‌ای موردنیاز برای بهبود رشد و عملکرد را در شرایط کاهش مصرف کودهای شیمیایی در گیاه گندم تأمین نماید. بنابراین هر دو نوع تغذیه برای سه تاریخ کشت در دیم قابل توصیه است.

۷. تشکر و قدردانی

از تمامی عزیزانی که در مراحل مختلف انجام رساله در مزرعه و آزمایشگاه به جمع آوری داده در این پژوهش کمک نموده‌اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

آزادی، صادق؛ سیادت، سیدعطاالله؛ ناصری، رحیم؛ سلیمانی‌فرد، عباس و میرزایی، امیر (۱۳۹۲). کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه در ارقام گندم دوروم. *اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی*، ۲(۲۶)، ۱۲۹-۱۴۶.

بهلکه، گلدی محمد؛ بیابانی، عباس؛ صبوری، حسین و فلاحی، حسینعلی (۱۳۹۷). تعیین رقم و تاریخ کشت ایده‌ال گندم دیم (*Triticom aestivum* L.) منطقه گنبد کاووس با استفاده از تکنیک GGE بای‌پلات. *نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی*، ۸ (۲)، ۱۵-۳۱.

جعفرنژاد، احمد (۱۳۸۸). تعیین مناسب ترین تاریخ کاشت برای ارقام گندم نان (*Triticum aestivum* L.) دارای تیپ های رشد متفاوت در نیشابور، *به زراعی نهال و بذر*، ۲۵(۲)، ۱۱۷-۱۳۵.

جهانشاهی، هادی؛ عجم نوروزی، حسین؛ داداشی، محمدرضا؛ رضایی، محمدعلی و مصنعی، هدیه (۱۴۰۰). بررسی اثر کودهای شیمیایی و زیستی بر صفات زراعی و فیزیولوژیک گندم در شرایط محیطی نوکنده. *مجله علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی*، ۱۳ (۵۲)، ۵۹-۷۷.

سیدی، سیدمحمد؛ خواجه حسینی، محمد؛ رضوانی مقدم، پرویز و شاهنده، حمید (۱۳۹۴). ارتباط حلالیت فسفر خاک و جذب نیتروژن و تأثیر آن بر شاخص برداشت فسفر سیاهدانه. *علوم گیاهان زراعی ایران*، ۴۶ (۱)، ۲۵ – ۳۶.

کوچکی، علیرضا؛ مختاری، ویدا؛ طاهرآبادی، شهربانو و کلانتری، سلما (۱۳۹۰). ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد و ویژگی های کیفی اسفرزه (*Plantago ovata*) و پسیلیوم (*Plantago psyllium*) در شرایط تنش رطوبتی. *آب و خاک*، ۲۵(۳)، ۶۵۶-۶۶۴.

منصوری، ایراندخت (۱۳۹۲). بررسی واکنش لاین امیدبخش N_{8119} گندم به کاربرد کود زیستی فسفات. *به‌زراعی کشاورزی*، ۱۵(۱)، ۱۲۵-۱۳۳.

ناظری، سیدمحمود؛ مجنون حسینی، ناصر؛ جلال کمالی، محمدرضا؛ مظاهری، داریوش و قنادها، محمدرضا (۱۳۸۲). تأثیر کاهش دمای کانوپی و مقدار نسبی آب برگ بر عملکرد ژنوتیپ‌های تریتیکاله هگزاپلوئید تحت شرایط محدودیت رطوبتی. *پژوهش‌های زراعی ایران*، ۱(۲)، ۲۹۳-۳۰۳.

References

Abumhadi, N., Todorovska, E., Assenov, B., Tsonev, S., Vulcheva, D., Vulchev, D., Atanasova, L., Savova, S., Atanassov, A., & Keith, W. (2012). Agricultural research in 21st century: Challenges facing the food security under the impacts of climate change. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, *18*, 801-818.

Aebi, H. (1984). Catalase in vitro, Methods in enzymology. *Elsevier*, 121-126.

Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M (1998). Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. Fao, Rome 300.

Álvarez-Fernández, A., García-Laviña, P., Fidalgo, C., Abadía, J., & Abadía, A. (2004). Foliar fertilization to control iron chlorosis in pear (*Pyrus communis* L.) trees. *Plant and Soil, 263* (1), 5-15.

Alvarez, S., & Sanchez-Blanco, M. J. (2013). Changes in growth rate, root morphology and water useefficiency of potted Callistemon citrinus plants in response to different levels of water deficit. *Scientia Horticulture, 156*, 54-62.

Azadi, S., Siyadat, S., Naseri, R., Soleimani Fard, A., & Mirzaei, A. (2013). Effect of Integrated Application of Azotobacter chroococcum and Azospirillum brasilense and Nitrogen Chemical Fertilizers on Qualitative and Quantitative of Durum Wheat. *Journal of Crop Ecophysiology*, *7*(2), 129-146. (In Persian).

Bahalkeh, G.M., Biabani, A., Sabouri, H., & Fallahi, H.A. (2018). Determination of Best Varieties and Planting Date for Wheat Varieties (*Triticom aestivum* L.) in Gonbad Kavous Using GGE Biplot Method. *Journal of Crop Production and Processing, 8,* 15-31. (In Persian).

Buráňová, Š., Černý, J., Mitura, K., Lipińska, K., Kovářík, J., & Balík, J. (2016). Effect of organic and mineral fertilizers on yield parameters and quality of wheat grain. *Scientia Agriculturae Bohemica, 47*, 47-53.

Caliskan, S., Caliskan, M., Arslan, M., & Arioglu, H. (2008). Effects of sowing date and growth duration on growth and yield of groundnut in a Mediterranean-type environment in Turkey. *Field Crops Research*. *105*, 131-140.

Ekin, Z. (2019). Integrated use of humic acid and plant growth promoting rhizobacteria to ensure higher potato productivity in sustainable agriculture. *Sustainability*, *11*, 3417.

El-Sheshtawy, A., & Hager, M. (2015). The role of different bio-fertilizers and nitrogen rates in improveming yield and yield components of wheat. *Journal of Plant Production*, *6*, 1991-2001.

Esitken, A., Ercisli, S., Karlidag, H., & Sahin, F. (2005). Potential use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in organic apricot production, Proceedings of the international scientific conference: *Environmentally Friendly Fruit Growing*, *Polli*, *Estoni*a, 7-9 September,. Tartu University Press, pp. 90-97.

FAO. (2022). World Food and Agriculture Statistical Pocketbook. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Garg, D., Sareen, S., Dalal, S., Tiwari, R., & Singh, R. (2013). Grain filling duration and temperature pattern influence on the performance of wheat genotypes under late planting. *Cereal Research Communications 41*, 500-507.

Gul, S., Khan, M. H., Khanday, B. A., & Nabi, S. (2015). Effect of sowing methods and NPK levels on growth and yield of rainfed maize (*Zea mays* L.). *Scientifica*, *2015*(1), 198575.

Ilahi, H., Hidayat, K., Adnan, M., Rehman, F., Tahir, R., Saeed, M.S., Shah, S.W.A., & Toor, M.D. (2020). Accentuating the impact of inorganic and organic fertilizers on agriculture crop production: *A review. Indian Journal of Pure and Applied Biosci*ences, *9*, 36-45.

Jat, L.K., Singh, S., Latare, A., Singh, R., & Patel, C. (2013). Effect of dates of sowing and fertilizer on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum*) in an Inceptisol of Varanasi. *Indian Journal of Agronomy, 58,* 611-614.

Jafarnezhad, A. (2009). Determination of optimum sowing date for bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars with different flowering habits in Neishabour. *Seed and Plant Production Journal*, *25*, 117-135. (In Persian).

Jahanshahi, H., Ajamnorozi, H., Dadashi, M., Rezaei, M.B., & Mosanaiey, H. (2022). Study of the chemicals and biological effects on crop and physiological characteristics of *Triticum aestivum* L in Nokandeh climatic. *Crop Physiology Journal, 13*, 59-77. (In Persian).

Karmakar, N., Chakravarty, A., Bandopadhyay, P.K., & Das, P.K. (2014). Response of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seedlings under moisture and heavy metal stress with special reference to antioxidant system. *African Journal of Biotechnology*, *13(3)*, 434-440.

Khan, M., Mobin, M., Abbas, Z., & Alamri, S. (2018). Fertilizers and their contaminants in soils, surface and groundwater. *Encyclopedia of the Anthropocene*, 5, 225-240.

Koocheki, A., Mokhtari, V., Taherabadi, Sh., & Kalantari, S. (2011). The effect of water stress on yield, yield components and quality characteristics of *Plantago Ovata* and *Plantago Psyillium*. *Journal of Water and Soil, 25 (3)*, 565-664. (In Persian).

Kundan, R., Pant, G., Jadon, N., & Agrawal, P.K. (2015). Plant growth promoting rhizobacteria: mechanism and current prospective. *Journal of Fertilizers and Pesticides, 6(2),* 9.

Lamlom, S.F., Irshad, A., & Mosa, W.F. (2023). The biological and biochemical composition of wheat (*Triticum aestivum*) as affected by the bio and organic fertilizers. *BMC Plant Biology, 23*, 1-15.

Marin, D.-E. (2014). Evolution of supply and demand of wheat in Romania. *Evolution,* 14, 207-210.

Mansoori, I. (2013). Response of promising line N_{8119} of wheat to application of phosphate bio-fertilizer. *Journal of Crops Improvement, 15*, 125-133. (In Persian).

Me Carty, S., Chauhan, D., MeCarty, A., Tripathi, K., & Selvan, T. (2017). Effect of Azotobacter and phosphobacteria on yield of wheat (*Triticum aestivum*). *Vegetos-An International Journal of Plant Research, 30(2),*75-83.

Melnik, P., & Drebot, O. (2019). Production of winter wheat in the phases of solar activity cycle. Scientific Papers Series Management. *Economic Engineering in Agriculture and Rural Development, 19(4)*, 179-189.

Mittler, R. (2002). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science.* 7, 405-410.

Mohammadi, K., & Sohrabi, Y. (2012). Bacterial biofertilizers for sustainable crop production: a review. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, 7*, 307-316.

Moosavi, S.G., Hemayati, S.S., Seghatoleslami, M.J., & Ansarinia, E. (2012). Effect of planting date and plant density on morphological traits, yield and water use efficiency of Plantago ovate. *Medicinal Plants Research, 6*, 1873-1878.

Nazeri, M., Majnoun Hosseini, M.N., Jalal Kamali, M.R., Mazaheri, D. & Ghannadha M. R. (2004). effects of canopy temperature depression and relative water content on the yield of hexaploid triticale genotypes under water limited conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research, 1(2),* 293-303. (In Persian).

Olsen, S. R., & Sommers, L. E. (1982). Phosphorus. In A. L., Miller, R. H., Keeney, D. R. (Eds.), Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy, Madison, pp 403-430.

Poutanen, K.S., Kårlund, A.O., Gómez-Gallego, C., Johansson, D.P., Scheers, N.M., Marklinder, I.M., Eriksen, A.K., Silventoinen, P.C., Nordlund, E., & Sozer, N. (2022). Grains–a major source of sustainable protein for health. *Nutrition Reviews, 80*, 1648-1663.

Sairam, R.K., Rao, K.V., & Srivastava, G. (2002). Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. *Plant Science, 163*, 1037-1046.

Seyyedi, S., Khajeh-Hosseini, M., Rezvani Moghaddam, P., & Shahandeh, H. (2015). Relation between the increasing soluble phosphorus and nitrogen uptake and its effects on phosphorus harvest index of black seed. *Iranian Journal of Field Crop Science, 46 (1),* 25-36. (In Persian).

Shata, S., Mahmoud, A., & Siam, S. (2007). Improving calcareous soil productivity by integrated effect of intercropping and fertilizer. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 3*, 733-739.

Simova-Stoilova, L., Demirevska, K., Petrova, T., Tsenov, N., & Feller, U. (2008). Antioxidative protection in wheat varieties under severe recoverable drought at seedling stage. *Plant, Soil and Environment, 54*, 529-536.

Singh, J., & Thakur, J.K. (2018). Photosynthesis and abiotic stress in plants. In: Biotic and abiotic stress tolerance in plants. *Springer*, 27-46.

Soare, E., & Churciu, I.-A. (2020). Research on the wheat market in the South-Muntenia Region, Romania. *Management, Economic Engineering In Agriculture And Rural Development, 20*, 453-458.

Subedi, K. D., Ma, B. L., & Xue, A. G. (2007). Planting date and nitrogen effects on grain yield and protein content of spring wheat. *Crop Science, 47*, 36-44.

Tudor, V.C., Stoicea, P., Chiurciu, I.-A., Soare, E., Iorga, A.M., Dinu, T.A., David, L., Micu, M.M., Smedescu, D.I., & Dumitru, E.A. (2023). The Use of Fertilizers and Pesticides in Wheat Production in the Main European Countries. *Sustainability, 15*, 3038.

Wu, S.C., Cao, Z., Li, Z., Cheung, K., & Wong, M.H. (2005). Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma, 125*, 155-166.