Journal of Plant Production Research

Print ISSN: 2322-2050
Online ISSN: 2322-2778

Identifying the factors leading to yield gap in irrigated wheat (Case study: Golestan province - Jelin city)

Hamid Reza Hadi Zadeh[1], Afshin Soltani[*2], Javid Gherekhloo[3], Safora Jafarnodeh[4]

1. M.Sc. Graduate in Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: hamidreza9670@gmail.com
2. Corresponding Author, Professor, Dept. of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: afshin.soltani@gmail.com
3. Professor, Dept. of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: gherekhloo@gau.ac.ir
4. Ph.D. Graduate in Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: saforajafarnode@yahoo.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 11.04.2023
Revised: 11.22.2023
Accepted: 12.03.2023

Keywords:
Cultivars,
Grain yield,
Herbicide,
Management

ABSTRACT

Background and Objectives: Several management factors play a decisive role in the extent of yield. Higher yields may be achieved by identifying and improving the factors that cause yield gap. The present study was conducted to identify the yield gap and the contribution of factors affecting it in irrigated wheat in Jelin city.

Materials and Methods: This experiment was conducted as a survey in 50 wheat fields in Jelin city in the growing year of 2021. These farms were diverse in terms of area, crop management and yield. Information such as farm area, experience (record) of farmers, previous crop, planting date, planting method, cultivars used, seedbed preparation operation, seeding rate, herbicide, fungicide, irrigation method, water source, base fertilizer, top dressing and the time of harvest were collected and completed through field surveys during the growing season and questions from farmers. At the end of the growing season, the actual yield harvested by the farmers was recorded. Analysis of quantitative traits was done using simple linear regression method and analysis of qualitative traits was carried out in the form of an unbalanced completely randomized design. Mean comparison was done using the LSD method at five percent probability level. Finally, the relationship between actual yield and more than 50 management variables was investigated using stepwise regression and comparative performance analysis (CPA) and SAS software.

Results: The results showed that there is a significant relationship between wheat grain yield and variables such as plant and spike density per square meter, planting date, amount of herbicide and fungicide, amount of potassium sulfate application, amount of fertilizer and the number of (times) of fertilizer splits. Also, qualitative traits such as fungicide (application/ non-application) and triple superphosphate fertilizer (application/ non-application) had a significant effect on grain yield. There was a gap of 3160 kg/ha between the actual yield (3528 kg/ha) and the attainable yield (6688 kg/ha). management variables such as seedbed moisture, Tirgan variety, planting date, amount of fertilizer, amount of micronutrients, NPK application, fungicide consumption (application/non-application), Altocombi

(cyproconazole + carbendazim) (application/ non-application) contributed to yield and its gap. Fertilizer top dressing with 17.7% and seedbed moisture with 2.7% had the highest and lowest share in yield gap, respectively. The use of Tirgan variety (14.8 percent), planting date (13.3 percent), amount of micronutrients (16.5 percent), NPK (11.7 percent), fungicide application (9.6 percent) and Altocombi fungicide (7 (13 percent) also contributed to yield gap.

Conclusion: Considering that among the management factors, some variables have a greater effect on yield gap, wheat yield in Jelin city may be improved by optimizing the mentioned items. Therefore, it is necessary to prioritize the improved management of these variables in the farms of Jelin city.

Cite this article: Hadi Zadeh, Hamid Reza, Soltani, Afshin, Gherekhloo, Javid, Jafarnodeh, Safora. 2024. Identifying the factors leading to yield gap in irrigated wheat (Case study: Golestan province - Jelin city). *Journal of Plant Production Research*, 31 (2), 171-189.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/JOPP.2023.21467.3053
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۲۰۵۰
شاپا آنلاین: ۲۳۲۲-۲۷۷۸

شناسایی عوامل ایجادکننده خلاء عملکرد گندم آبی (مطالعه موردی: استان گلستان – شهر جلین)

حمیدرضا هادی‌زاده[۱]، افشین سلطانی*[۲]، جاوید قرخلو[۳]، صفورا جافرنوده[٤]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
رایانامه: hamidreza9670@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، استاد گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
رایانامه: afshin.soltani@gmail.com

۳. استاد گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
رایانامه: gherekhloo@gau.ac.ir

٤. دانش‌آموخته دکتری زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
رایانامه: saforajafarnode@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۲/۰۸/۱۳
تاریخ ویرایش: ۱٤۰۲/۰۹/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۲/۰۹/۱۲

واژه‌های کلیدی:
رقم،
علف‌کش،
عملکرد دانه،
مدیریت

چکیده

سابقه و هدف: عوامل مدیریتی متعددی در میزان عملکرد نقش تعیین‌کننده‌ای دارند. با شناسایی و بهبود عواملی که باعث خلاء عملکرد می‌شوند، می‌توان به عملکرد بالاتری دست یافت. مطالعه حاضر به‌منظور شناسایی میزان خلاء عملکرد و سهم عوامل مؤثر در آن در گندم آبی در شهر جلین انجام شد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به‌صورت پیمایشی در ۵۰ مزرعه گندم در شهر جلین در سال زراعی ۱٤۰۰ انجام شد. این مزارع به لحاظ مساحت و مدیریت‌های زراعی و عملکرد متنوع بودند. اطلاعاتی مانند مساحت مزارع، تجربه (سابقه) کشاورزان، محصول قبلی، تاریخ کاشت، روش کاشت، ارقام مورد استفاده، عملیات تهیه بستر، روش کاشت، میزان بذر مصرفی، علف‌کش، قارچ‌کش، روش آبیاری، منبع آب، کودپایه، تعداد و میزان کود سرک، زمان برداشت محصول از طریق بازدیدهای میدانی در طی فصل رشد و پرسش از کشاورزان جمع‌آوری و تکمیل گردید. در پایان فصل رشد میزان عملکرد واقعی برداشت شده توسط کشاورزان، ثبت گردید. آنالیز صفات کمی با استفاده از روش رگرسیون ساده خطی و آنالیز صفات کیفی در قالب طرح کاملاً تصادفی نامتعادل و مقایسه میانگین با استفاده از روش LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شده است. در نهایت رابطه بین عملکرد واقعی و بیش از ۵۰ متغیر مدیریتی با استفاده از رگرسیون گام به گام و روش آنالیز تحلیل مقایسه کارکرد (CPA) و نرم‌افزار SAS مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد بین عملکرد دانه گندم و متغیرهایی مانند تراکم بوته و سنبله در مترمربع، تاریخ کاشت، مقدار علف‌کش و قارچ‌کش، مقدار مصرف سولفات پتاسیم، مقدار کود سرک و تعداد تقسیط (دفعات) کود سرک رابطه معنی‌داری وجود دارد. هم‌چنین صفات کیفی مانند قارچ‌کش (مصرف/عدم مصرف) و کود سوپر فسفات تریپل (مصرف/عدم مصرف) اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت. بین عملکرد واقعی (۳۵۲۸ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد قابل حصول (٦٦٨٨ کیلوگرم در هکتار) ۳۱٦۰ کیلوگرم در هکتار خلاء وجود داشت. متغیرهای مدیریتی مانند رطوبت بستر، رقم تیرگان، تاریخ کاشت، مقدارکود سرک، مقدار ریزمغذی‌ها، مصرف NPK، مصرف قارچ‌کش (مصرف/عدم مصرف)، آلتوکمبی (سایپروکونازول+کاربندازیم) (مصرف/عدم مصرف) در عملکرد و خلاء آن سهیم بوده‌اند. مقدار مصرف کود سرک با ۱۷/۷ درصد و رطوبت بستر با ۲/۷ درصد به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین سهم را در خلاء عملکرد داشتند. هم‌چنین استفاده از رقم تیرگان (١٤/٨ درصد) تاریخ کاشت (۱۳/۳ درصد)، مقدار ریزمغذی (١٦/٥ درصد)، مصرف NPK (۱۱/۷ درصد)، مصرف قارچ‌کش (۹/٦ درصد)، قارچ‌کش آلتوکمبی (۱۳/۷ درصد) سهیم بودند.

نتیجه‌گیری: با توجه به این‌که در بین عوامل مدیریتی برخی متغیرها تأثیر بیش‌تری در خلاء عملکرد دارند با بهینه‌سازی موارد ذکر شده می‌توان عملکرد گندم را در شهر جلین افزایش داد بنابراین لازم است بهبود مدیریت این متغیرها برای مزارع شهر جلین در اولویت قرار گیرند.

استناد: هادی‌زاده، حمیدرضا، سلطانی، افشین، قرخلو، جاوید، جافرنوده، صفورا (۱۴۰۳). شناسایی عوامل ایجادکننده خلاء عملکرد گندم آبی (مطالعه موردی: استان گلستان - شهر جلین). *نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی*، ۳۱ (۲)، ۱۸۹-۱۷۱.
DOI: 10.22069/JOPP.2023.21467.3053

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
© نویسندگان.

مقدمه

پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که نرخ رشد جمعیت تا سال ۲۰۵۰ به ۳۵ درصد خواهد رسید و با رسیدن جمعیت به ۹ میلیارد نفر، تقاضا برای غذا و خوراک افزایش می‌یابد (۱) و دو برابر شدن تقاضا برای غذا، با توجه به تغییر عادات تغذیه‌ای، درآمد بالاتر و در نتیجه مصرف بیش‌تر مواد غذایی اجتناب‌ناپذیر به‌نظر می‌رسد (۲) ضرورت افزایش تولید محصولات کشاورزی به‌دلیل رشد جمعیت انسانی مستلزم کاهش خلاء عملکرد است (۳). تغذیه انسان به‌شدت به غلاتی مانند گندم، ذرت و برنج بسیار وابسته بوده و پیش‌بینی شده است که در آینده نیاز به تولید غلات و به‌ویژه گندم افزایش پیدا می‌کند. تولیدات کشاورزی جهان طی سه تا چهار دهه آینده به‌دلیل افزایش جمعیت و تغییر عادات غذایی باید به سه برابر افزایش یابند تا تقاضای فزآینده مصرف را تأمین کنند (٤).

خودکفایی گندم همواره یکی از اهداف کشور بوده است در حالی‌که متوسط سالانه واردات این محصول (۲/۹ میلیون تن میانگین ١٤ سال) بیانگر عدم موفقیت آن می‌باشد. بر اساس سرانه مصرف فعلی گندم و جمعیت کشور (سال ١٣٩٦) نیاز گندم برای سال ۲۰۵۰ حدود ۱۸/۳ میلیون تنن گزارش شده است. سطح کشت گندم (دیم و آبی) ٦/٣ میلیون هکتار است و در صورتی عدم افزایش عملکرد تا سال ۲۰۵۰، مقدار نیاز کشور به واردات گندم ۵/۹ میلیون تن خواهد بود. بنابراین لازم است عملکرد گندم به‌طور متوسط ٣٤ درصد افزایش یابد و حداقل به ۳ تن در هکتار (دیم/ آبی) برسد. نتایج مطالعات (۵، ٦، ۷ و ۸) نشان می‌دهد خودکفایی گندم از طریق رفع خلاء عملکرد در شرایط آبی و دیم + کاهش ضایعات و حفظ سطح کشت فعلی امکان‌پذیر خواهد بود (۹). مقایسه متوسط عملکرد گندم در ایران با میانگین عملکرد جهانی نشان می‌دهد که پایین بودن عملکرد گندم در واحد سطح از مهم‌ترین نقاط ضعف تولید آن به‌شمار می‌آید (۱۰). شناسایی عوامل محدودکننده و تعیین پتانسیل عملکرد در هر منطقه نقش به‌سزایی در برنامه‌ریزی‌های کلان کشاورزی، تخصیص بهینه منابع و افزایش بهره‌وری مصرف منابع دارد (۱۱).

گندم مهم‌ترین گیاه زراعی جهان و ایران بوده و تأمین آن در زمره اولین اولویت‌های کشور به‌شمار می‌رود. سطح زیرکشت گندم آبی در کشور در سال‌های اخیر (۱۳۹۳ تا ۱۳۹۵) به‌طور متوسط ٢٢٤٢٤٧٥ هکتار بوده و به‌طور متوسط از هر هکتار ۳۳۷۸ کیلوگرم دانه برداشت شده است. کشت گندم آبی در کل کشور پراکنده شده است. دامنه تغییرات عملکرد واقعی گندم آبی در مناطق اقلیمی اصلی آن در کشور بین ۱۷۲۸ تا ٤٣١١ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. بالاترین عملکردهای فعلی در بخش‌هایی از استان‌های کرمانشاه، همدان، تهران، سمنان و فارس گزارش شده است. در مقابل، کم‌ترین عملکردهای واقعی در خوزستان و منطقه زابل مشاهده شده است (۸). در مطالعات متعدد اختلاف زیاد بین عملکرد واقعی کشاورزان و عملکرد قابل دستیابی گزارش شده است (۱۲، ۱۳، ١٤). بنابراین، بررسی علل خلاء عملکرد می‌تواند کمک شایانی به رفع این شکاف عملکردی داشته باشد. آنالیز خلاء عملکرد یک تخمین کمی از امکان افزایش در ظرفیت تولید غذا برای یک ناحیه مشخص را فراهم می‌آورد که یک جزء مهم در طراحی استراتژی‌های تأمین غذا در سطح منطقه‌ای، ملی و در سطح جهانی است (۱۵). یکی از راه‌های افزایش بهره‌وری از اراضی و افزایش تولید، شناسایی عوامل محدودکننده عملکرد و تلاش برای رفع موانع تولید و به تبع آن کاهش خلاء عملکرد

می‌باشد. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که اولـین قدم برای کاهش خلاء عملکرد محاسبه مقدار پتانسیل عملکرد می‌باشد. در شرایط آبی پتانسیل عملکرد عبارت است از عملکرد یک رقم زراعی سازگار با محیط در شرایط عدم محدودیت آب، عناصر غذایی، خسارت علف هرز، آفات و بیماری می‌باشد (۱۶). شناخت خلاء عملکرد (اختلاف بین پتانسیل عملکرد و عملکرد واقعی) در هر منطقه که ناشی از شیوه مدیریت و مجموعه عوامل محدودکننده (آب و عناصر غذایی) و کاهش‌دهنده (آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز) می‌باشد که با تحلیل آن می‌توان سهم نسبی هر یک از عوامل را در ایجاد خلاء عملکرد تعیین و تدابیر مدیریتی مناسب جهت پر کردن شکاف (افزایش عملکرد) در مناطق مختلف را مشخص نمود (۱۷، ۱۸). نتایج خلاء عملکرد در مزارع گندم در شرایط آب و هوای مدیترانه با بارندگی کم نشان داد که خلاء عملکرد بین تولید در شرایط آب محدود و عملکرد واقعی در مورد گندم معمولاً مقداری بین ۰/۵ تا ۲/۵ تن در هکتار می‌باشد و این در حالی بود که میزان خلاء عملکرد در سال‌های خشک ۰/٦ تن در هکتار و در سال‌های مرطوب ۱/۵ تن در هکتار به‌دست آمد (۱۷). از اولین پژوهش‌های صورت گرفته در ایران در خصوص خلاء عملکرد می‌توان به مطالعه سلطانی و همکاران (۲۰۰۰) در زمینه تجزیه و تحلیل محدودیت‌های تولید گندم در استان گلستان اشاره کرد (۱۹)، و پس از آن مطالعات متعددی انجام شد که نشان می‌دهد عملکرد فعلی گیاهان زراعی مهم کشور بین ۳٦ تا ۵۹ درصد از پتانسیل آن‌ها می‌باشد که به معنی ٤۱ تا ٦٤ درصد خلاء عملکرد است. بزرگ بودن خلاء عملکرد، بیانگر این است که از ظرفیت تولید گیاهان زراعی در کشور به‌خوبی استفاده نمی‌شود و با رفع خلاء عملکرد تا ۸۰ درصد پتانسیل عملکرد از طریق بهبود مدیریت تولید گیاهان زراعی، تولید دیم کشور تا دو برابر قابل افزایش است (۸). میزان خلاء عملکرد گندم در مناطق مختلف متفاوت است به‌طوری‌که خلاء عملکرد گندم در شهرستان خرمشهر ۳۱/۵ درصد (۲۰). خلاء عملکرد گندم در استان گلستان- بندرگز ٦۱ درصد (۲۱) گندم در منطقه ماهدشت کرج ۳۷ درصد (۲۳). خلاء عملکرد گندم آبی در استان گلستان ۵۱ درصد (۲٤) گزارش شده است. عوامل مدیریتی مانند میزان آبیاری، کود نیتروژن مصرفی، تراکم سنبله و تأخیر در کاشت (۲۵) تعداد عملیات تهیه زمین، تجربه کشاورز، تکرار مصرف قارچ‌کش، تاریخ کاشت، تقسیط کود اوره و تراکم سنبله قابل برداشت (۲٦)، میزان استفاده از علف‌کش، میزان تحصیلات کشاورزان، تعداد دفعات آبیاری، میزان مصرف کود پتاسیم و روش کاشت (۲۰)، تراکم بوته، تاریخ کاشت، رقم (۲۱) در ایجاد خلاء عملکرد سهیم می‌باشند. اغلب پژوهش‌گران بر این باورند که رفع خلاء عملکرد از طریق بهبود مدیریت زراعی امکان‌پذیر است (۲۰، ۲٦، ۲۷). کوچکی و همکاران (۲۰۱٤) عوامل مدیریتی شامل آبیاری، کاربرد کودهای شیمیایی، مکانیزاسیون و کاربرد کود دامی را عوامل ایجاد کننده تنوع خلاء عملکرد گیاه گندم در ۲۸ استان کشور دانسته‌اند (۲۸).

مطالعات نشان می‌دهد عوامل متعددی مانع از دستیابی کشاورزان به عملکرد مناسب می‌شود. با شناسایی این عوامل مدیریتی و تعیین میزان تأثیر آن‌ها بر عملکرد، می‌توان خلاء عملکرد را کاهش داد. به‌همین منظور این پژوهش با هدف تعیین سهم عوامل مدیریتی مختلف (شامل؛ آماده‌سازی زمین، تناوب، تاریخ کاشت، نوع رقم، ضدعفونی بذر، نوع سموم، کوددهی و نحوه مصرف، نحوه و تعداد آبیاری و غیره) بر خلاء عملکرد در گندم آبی شهر جلین صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

شهر جلین با طول جغرافیایی۵۳ درجه و ٥٦ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ٣٦ درجه و ٨٥ دقیقه شمالی در ٥ کیلومتری شرق و در بخش مرکزی شهرستان گرگان استان گلستان واقع شده است. میانگین بارندگی سالانه منطقه ٥٥٠-٤٨٠ میلی‌متر و میانگین سالانه دما برابر ١٧/٥ درجه سانتی‌گراد می‌باشد مردادماه با میانگین حداکثر ٣٤/٠ درجه سانتی‌گراد گرم‌ترین ماه سال محسوب می‌گردد. این پژوهش پیمایشی در ٥٠ قطعه از اراضی تحت کشت گندم آبی در شهر جلین استان گلستان انجام شد. مزارع به‌نحوی انتخاب شدند که بتوانند کل منطقه موردنظر را پوشش دهند، زیرا برای دستیابی به نتایج دقیق لازم است دامنه متنوع و مختلفی از شرایط محیطی و مدیریتی در یک ناحیه بررسی شود تا ارتباط بین عملکرد با شرایط محیطی و مدیریتی مشخص شود (٢٩).

مساحت قطعات مورد بررسی بین ٤٠٠٠ تا ٥٥٠٠٠ مترمربع بودند. در این پژوهش همه اطلاعات مربوط به مدیریت زراعی شامل عملیات تهیه بستر بذر، کشت قبلی، میزان بذر مصرفی، رقم مورد استفاده، محل تهیه بذر، زمان کاشت، روش‌کاشت، تراکم بوته در مترمربع، روش مبارزه با علف هرز، نوع و مقدار علف‌کش‌های مصرفی، زمان سم‌پاشی و مسائل مربوط به عملیات کاشت و برداشت در طول فصل رشد از طریق مراجعه حضوری به مزارع کشاورزان جمع‌آوری و تکمیل گردید. در پایان فصل رشد نیز میزان عملکرد واقعی برداشت شده توسط کشاورزان، ثبت شد. برخی اندازه‌گیری‌ها مانند تراکم بوته و تعداد سنبله توسط نگارنده اندازه‌گیری شد. به‌این ترتیب که در مرحله پنجه‌زنی تراکم بوته و در مرحله سنبله‌دهی تعداد سنبله در مترمربع یادداشت‌برداری شد. در هر مزرعه (٥٠ مزرعه به تفکیک) ٥ نقطه به‌صورت تصادفی در مزرعه انتخاب و تعداد بوته و تعداد سنبله درکوادراتی با ابعاد ١×١ مترمربع شمارش گردید.

داده‌های جمع‌آوری شده به‌صورت آماری در اکسل وارد گردید. به‌منظور تعیین رابطه بین متغیرها با عملکرد از روش رگرسیون و تجزیه واریانس استفاده گردید. برای تعیین عوامل ایجاد خلاء عملکرد از روش آنالیز تحلیل مقایسه کارکرد (CPA) استفاده شده است و با این روش محدودیت‌های اصلی عملکرد تعیین شدند. در این روش میزان عملکرد در بهترین حالت (پتانسیل عملکرد) با مقدار عملکرد کشاورزان منطقه (عملکرد واقعی) مورد مقایسه قرار می‌گیرد. با قرار دادن متوسط مشاهده شده متغیرها در ٥٠ مزرعه، در این مدل، عملکرد متوسط محاسبه گردید. سپس با قرار دادن بهترین مقدار مشاهده شده متغیرها در مدل عملکرد، حداکثر عملکرد قابل حصول محاسبه شد. با محاسبه اختلاف عملکرد پتانسیل و عملکرد قابل حصول خلاء عملکرد به‌دست آمد نسبت مقدار خلاء عملکرد برای هر متغیر به کل خلاء عملکرد، نشان‌دهنده سهم آن متغیر در ایجاد خلاء عملکرد می‌باشد. برای تجزیه تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS و برنامه رگرسیون گام به گام استفاده شده است (برای مطالعه جزئیات به راهنمای دستورالعمل آنالیز خلاء عملکرد نه‌بندانی و سلطانی ١٣٩٧ مراجه شود). آنالیز صفات کمی با استفاده از روش رگرسیون ساده خطی و آنالیز صفات کیفی در قالب طرح کاملاً تصادفی نامتعادل و مقایسه میانگین با استفاده از روش LSD با سطح احتمال پنج درصد انجام شده است.

نتایج و بحث

در بررسی مزارع گندم آبی در شهر جلین حدود ٤٢ درصد مزارع مساحتی در محدوده ۱۱۵۰۰ تا ۲۲۰۰۰ مترمربع داشتند. سابقه کشاورزان در تولید گندم از ۵ تا ۵۰ سال متغیر بود و ٥٤ درصد از کشاورزان دارای سابقه تولید ۲۱ تا ٤٣ سال می‌باشند (جدول ۱). ۹٦ درصد از مزارع مورد بررسی از بذر گواهی شده و ٤ درصد از بذر خود مصرفی استفاده کرده بودند. در این مزارع پنج نوع رقم شامل؛ احسان، کلکتور، کلاته، تیرگان، مروارید مورد کشت قرار گرفتند. رقم کلکتور با ٤٢ درصد بیش‌ترین و رقم مروارید با ۱۰ درصد کم‌ترین ارقام مورد استفاده در مزراع بودند.

جدول ۱- مقادیر حداقل، حداکثر، میانگین و درصد فراوانی متغیرهای کمی در این مطالعه.

Table 1. The minimum, maximum, average and frequency percentage of quantitative variables in this study.

متغیر Variable	حداقل Min	حداکثر Max	میانگین Mean	درصد فراوانی Frequency (%)
مساحت اراضی (هکتار) Field area (ha)	0.4	5.5	1.7	٤٢ درصد بین ۱/۱۲ تا ۲/۲ هکتار 42% between 1.12 and 2.2 ha
تراکم بوته (تعداد در مترمربع) Plant density (plants per m^2)	147	277	186	۵۰ درصد ۱۷۵ تا ۲۰۰ بوته در مترمربع 50% of 175 to 200 plants per m^2
تراکم سنبله (تعداد در مترمربع) Spike density (spike per m^2)	177	450	303	۵۰ درصد بین ۲۵۲ تا ۳٤٦ خوشه در مترمربع 50% between 252 and 346 skip per m^2
سابقه کشاورز (سال) Farmer's experience (years)	5	50	32	٥٤ درصد بین ۲۱ تا ٤۳ سال 54 %between 21 and 43 years
تاریخ کاشت (از اول مهر) Sowing date (days since 23th September)	35	135	72	٥٤ درصد بین ٦۰ تا ۸۰ (۳۰ آبان تا ۲۰ آذر) 54% between 60 and 80 (November 30 to December 20)
تاریخ برداشت (از اول مهر) Harvest date (days since 23th September)	245	266	259	٥٦ درصد در محدوده ۲۵۸ تا ۲٦۱ (۱٦ تا ۱۹ خرداد) 56% in the range of 258 to 261 (16 to 19 June)
بذر مصرفی (کیلوگرم بر هکتار) Seeding rate (kg ha^{-1})	180	260	193.3	۳۸ درصد از ۱۹۰ تا ۲٦۰ کیلوگرم بر هکتار 38% from 190 to 260 kg ha^{-1}
کود پس از کاشت (کیلوگرم بر هکتار) Fertilizer after planting (kg ha^{-1})	100	600	185.5	٥۲ درصد مزارع ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار 52% of farms 200 to 300 kg ha^{-1}
مقدار علف‌کش (کیلوگرم یا لیتر بر هکتار) The amounted of herbicide (kg or liter ha^{-1})	0	2.55	1.32	٦٦ درصد بین ۱/۰۵ تا ۱/۵۵ لیتر 66% between 1.05 and 1.55 liters
مقدار قارچ‌کش (کیلوگرم یا لیتر بر هکتار) The amounted of fungicide (kg or liter ha^{-1})	0	2	0.5	٤۸ درصد بین ۰/۵ تا ۲ لیتر (۲۵ مزرعه) 48% between 0.5 and 2 liters (25 Field)
مقدار حشره‌کش (کیلوگرم یا لیتر بر هکتار) The amounted of insecticide (kg or liter ha^{-1})	0	1	0.17	۳۰ درصد بین ۰/۲۵ تا ۱ لیتر (۱٦ مزرعه) 30% between 0.25 and 1 liter (16 Field)
عملکرد (کیلوگرم بر هکتار) Yield (kg ha^{-1})	1500	5500	3517.6	۵۰ درصد بین ۲٦۰۰ تا ٤۳۸۳ کیلوگرم بر هکتار 50% between 2600 and 4383 kg ha^{-1}

کشاورزان شهر جلین در فاصله زمانی ۳۵ تا ۱۳۵ روز پس از مهر (۵ آبان تا ۱۵ بهمن) اقدام به کشت گندم نمودند (جدول ۱)، اگرچه تاریخ کاشت زودهنگام و دیرهنگام در مزارع وجود داشت اما ٥٤ درصد کشاورزان در محدوده ٦٠ تا ۸۰ روز پس از اول مهر (۳۰ آبان تا ۲۰ آذر) نسبت به کشت گندم اقدام نمودند و با توجه به تاریخ کاشت توصیه شده (ترویج) در زمان نسبتاً مناسبی انجام شده است. در بندرگز تاریخ کاشت گندم در محدوده زمانی ۱۰ آذر تا ۱۰ دی (۱۸)، و در گرگان از ۲۸ آبان تا ۱۰ دی انجام شده است (۲۲) از دلایل تفاوت در تاریخ کاشت می‌توان به شرایط آب وهوایی سال انجام مطالعه، محصول قبلی و برداشت آن، آماده‌سازی زمین، بارش و رطوبت مزرعه برای کشت اشاره نمود. به گزارش مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج (متولی تحقیقات به‌نژادی و به‌زراعی غلات کشور) تاریخ کاشت مناسب برای اقلیم سواحل خزر نیمه دوم آبان ماه تا اواخر آذرماه (دامنه ٤٥ روز) ذکر شده است (۳۰، ۳۱). در بررسی دستفال (۲۰۱۳) میزان کاهش عملکرد دانه گندم در کشت‌های تأخیری بسته به میزان تنش و ارقام مورد استفاده از ۰/۲ تا ۱/۵ درصد گزارش شده است (۳۲).

در هیچ‌یک از مزارع مورد مطالعه کشت گندم به روش دستی انجام نشده است و همه مزارع به روش مکانیزه مورد کشت قرار گرفتند. به‌طوری‌که ۷۲ درصد مزارع با استفاده از خطی‌کار و ۲۸ درصد مزارع با استفاده از سانتریفیوژ مورد کشت قرار گرفتند. در بندرگز کشت گندم در ٤٩ درصد مزارع با سانتریفیوژ و ۵۱ درصد توسط خطی‌کار انجام شده است (۲۱).

میزان بذر مصرفی از ۱۸۰ تا ٢٦٠ کیلوگرم در هکتار متغیر بود، مقادیر توصیه شده برای کاشت ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار است که ۳۰ مزرعه معادل ٦٠ درصد از مزارع از مقادیر توصیه شده استفاده نمودند و سایر مزارع میزان بذر بالاتر از مقادیر توصیه شده و بین ۱۹۰ تا ٢٦٠ کیلوگرم استفاده نمودند. دلیل آن می‌تواند تنظیم نبودن دستگاه کاشت باشد که باعث شده بذر بیش‌تری در یک قطعه زمین کشت شود، و از دیگر دلایل آن می‌توان به تمایل کشاورزان به مزارع پرتراکم اشاره کرد، به‌عبارتی کشاورزان برای اطمینان از سبز شدن مزارع خود ترجیح می‌دهند از بذر بیش‌تری استفاده کنند. میزان بذر مصرفی در ٦٩ درصد از مزارع بندرگز ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شد و در مزارع گرگان ۵۰ درصد از کشاورزان به میزان ۱۸۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم بذر در زمان کاشت مصرف می‌کنند (۲۲).

کودهای شیمیایی (کود پایه) مورد استفاده در مزراع گندم شامل کود اوره، سوپرفسفات تریپل، سولفات پتاسیم، گوگرد می‌باشد و ۱۰ درصد از کشاورزان از کود پایه استفاده نکردند، هم‌چنین کشاورزان از کود اوره به‌عنوان سرک نیز استفاده نمودند که تعداد دفعات آن از ۱ تا ۵ متغیر بود، ٤٨ درصد مزارع ۳ بار کود سرک استفاده کرده‌اند. مقدار کود سرک از ۱۰۰ تا ٦٠٠ کیلوگرم در هکتار متغیر بود و ۵۲ درصد مزارع از مقادیر ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار استفاده کرده‌اند. لازم به ذکر است این مقادیر فقط برای کود سرک است و شامل مقادیر کود اوره به‌عنوان کود پایه نمی‌باشد.

تعداد علف‌های هرز در مزارع برای مرحله اول از ۸ تا ٤٨ با میانگین ٢٤ علف‌هرز در مترمربع و برای مرحله دوم نمونه‌برداری از ۰ تا ۲۳ عدد در مترمربع (میانگین ۸ علف‌هرز) متغیر بود. نمونه‌برداری (شمارش) علف‌های هرز مرحله دوم بعد از استفاده از علف‌کش‌ها انجام شد به همین علت تعداد علف‌های

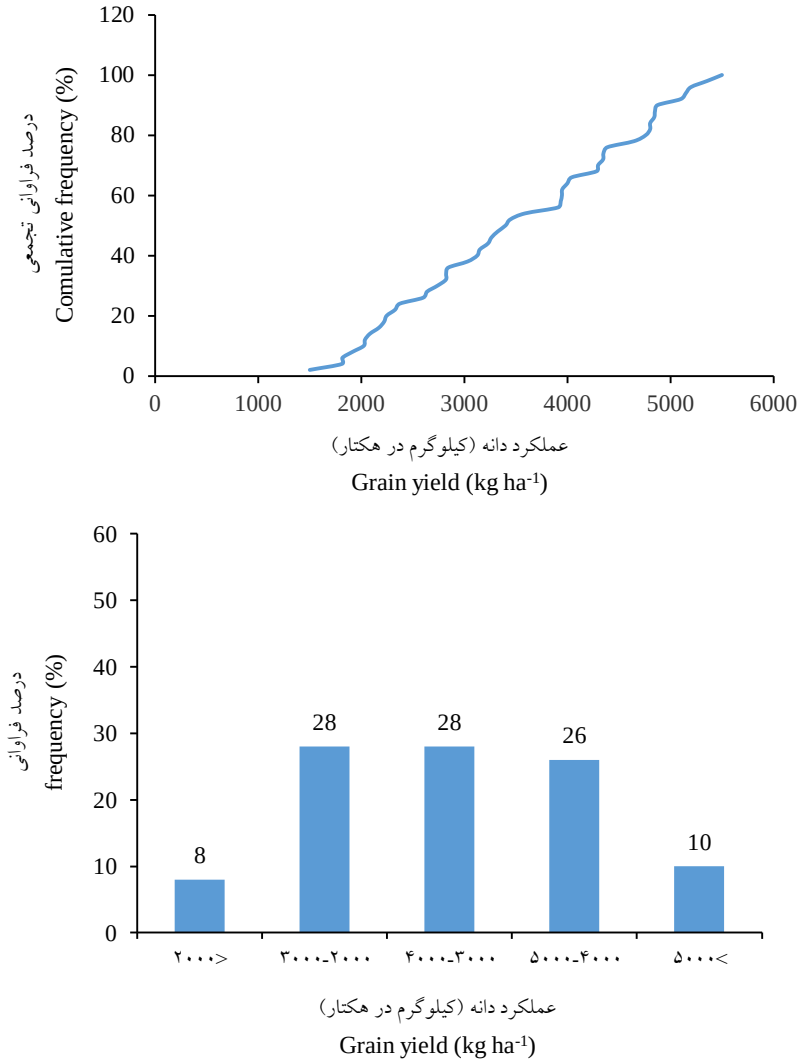
هرز در مرحله دوم کم‌تر از تعداد علف‌های هرز مرحله اول می‌باشد. در ۵۰ مزرعه مورد بررسی در شهر جلین علف‌های هرز پیچک بند، یولاف وحشی، علف خونی، خردل وحشی، سیزاب ایرانی مهم‌ترین علف‌های هرز مزراع گندم به شمار می‌روند. سایر علف‌های هرز مشاهده در مزارع نیز در ثبت شده است اما تعداد آن‌ها قابل‌توجه نبود.

همه مزارع (به‌استثنای یک مزرعه) از حداقل یک نوع علف‌کش استفاده کرده‌اند، علف‌کش‌ها شامل تیفیس (مزوسولفورون متیل + یدوسولفورونمتیل سدیم + مفن پیردی اتیل)، تاپیک (کلودینافوپپروپارژیل)، گرانستار (تری بنورون متیل)، برومایسید (بروموکسینیل+ ام سی پی آ)، آتلانتیس (یودوسولفورون + مزوسولفورون) بوده است. حدود ٤٢ درصد از مزراع از اختلاط علف‌کش آتلانتیس (یودوسولفورون + مزوسولفورون) + گرانستار (تری بنورون متیل) استفاده کرده‌اند، ۲۰ درصد از مزارع از اختلاط تاپیک (کلودینافوپپروپارژیل) + گرانستار (تری بنورون متیل) و ۸ درصد از مزارع از اختلاط آتلانتیس (یودوسولفورون + مزوسولفورون) + برومایسید (بروموکسینیل + ام سی پی آ) استفاده نمودند. در رابطه با مصرف جداگانه علف‌کش‌ها علف‌کش دومنظوره آتلانتیس (یودوسولفورون + مزوسولفورون) (باریک برگ‌کش و پهن برگ‌کش) با ۲۰ درصد بیش‌ترین استفاده را در بین علف‌کش‌ها با کاربرد جداگانه داشته است.

میزان تراکم بوته در مزارع گندم از ١٤٧ تا ٢٢٧ بوته در مترمربع متغیر بوده است و ۵۰ درصد مزارع ۱۷۵ تا ۲۰۰ بوته در مترمربع داشتند. در رابطه با تعداد سنبله در مترمربع ۱۷۷ تا ٤٥٠ سنبله متغیر بوده است و ۵۰ درصد مزارع دارای ۲۵۲ تا ٣٤٦ سنبله در مترمربع بودند (جدول ۱).

٤٢ درصد از مزراع آبیاری نشده است و سایر مزارع با استفاده از منابع آبی مانند سد، رودخانه و چاه مورد آبیاری قرار گرفته‌اند، طبق مشاهدات ۵۰ درصد مزارع با استفاده از منبع آب زیرزمینی (چاه) آبیاری شده‌اند. ۳۸ درصد از مزراع به روش کرتی و ۲۰ درصد از مزراع به روش غرقابی آبیاری شده است. شایان ذکر است که همه مزارع آبی بودند (در سال‌های قبل) اما به دلایل مختلف از جمله خرابی چاه آب و کاهش دبی آب در سال انجام این مطالعه برخی از کشاورزان نتوانستند مزارع خود را آبیاری کنند. ٣٦ درصد از مزراع در مرحله شیری دانه گندم، ۱۲ درصد در مرحله ساقه و خوشه‌دهی، ٦ درصد مزارع در مرحله آبستنی، ٦ درصد در مرحله خمیری آبیاری شده‌اند. با توجه به این‌که آبیاری در مرحله شیری یکی از مراحل مهم در تعیین عملکرد است به‌نظر می‌رسد کشاورزان این منطقه از منابع آبی در زمان مناسب استفاده کرده‌اند. برداشت مزارع از ۳ خرداد شروع و ٢٤ خرداد به پایان رسید (٢٤٥ تا ٢٦٦ روز پس از اول مهر) ٥٦ درصد مزارع در محدوده زمانی ١٦ خرداد تا ۱۹ خرداد (۲۵۸ تا ٢٦١ روز پس از اول مهر) برداشت شدند (جدول ۱).

درصد فراوانی تجمعی و طبقه‌بندی عملکردها در شکل نشان داده شده است (شکل ۱). بر این اساس کم‌ترین و بیش‌ترین عملکرد دانه گندم از ۱۵۰۰ تا ۵۵۰۰ متغیر و میانگین عملکرد ٣٥١٧/٦ کیلوگرم در هکتار بود. ۵۰ درصد مزارع ٢٦٠٠ تا ٤٣٨٣ کیلوگرم در هکتار عملکرد داشتند. عملکرد ۸ درصد از مزارع زیر ۲ تن و ۱۰ درصد مزارع بالای ۵ تن در هکتار بود.



شکل ۱- درصد فراوانی تجمعی عملکرد دانه (شکل بالا) و طبقه‌بندی عملکرد دانه (شکل پایین).

Fig. 1. Cumulative percentage of grain yield (upper figure) and classification of Grain yield (lower figure).

بین عملکرد دانه گندم و متغیرهایی مانند تراکم بوته و سنبله در مترمربع، تاریخ کاشت، مقدار علف‌کش و قارچ‌کش، مقدار مصرف سولفات پتاسیم، مقدار کود سرک و تعداد تقسیط (دفعات) کود سرک رابطه معنی‌داری وجود داشت که ناشی از اثر این متغیرها بر عملکرد دانه می‌باشد، علامت منفی و مثبت ضرایب b نشان‌دهنده اثر منفی و مثبت بر عملکرد می‌باشد، به‌طور مثال علامت منفی ضریب b برای تاریخ کاشت بیانگر این است که با تأخیر در کاشت عملکرد دانه کاهش می یابد (جدول ۲).

جدول ۲- پارامترهای رابطه رگرسیونی بین عملکرد و متغیرهای کمی مختلف با استفاده از رگرسیون ساده خطی (y= a + bx).

Table 2. Parameters of the regression relationship between performance and different quantitative variables using simple linear regression (y = a + bx).

Pr>F	R^2	b±SE	a±se	متغیر Variable
0.117	0.051	250.3±156	3098.6±317.8	مساحت مزرعه (هکتار) Field area (ha)
0.0001	0.42	40.07±6.7	-3902.13±1257	تراکم بوته (تعداد در مترمربع) Plant density (number of m^2)
0.0001	0.78	14.86±1.13	-973.8±352	تراکم سنبله (تعداد در مترمربع) Spike density (number of m^2)
0.73	0.0025	4.25±12.4	3399.8±435	سابقه کشاورز (سال) Farmer's experience (years)
0.0001	0.39	-38.75±7	6345.48±523	تاریخ کاشت (از اول مهر) Sowing date (days since 23th September)
0.41	0.0139	-38.46±46.7	13481.1±121.05	تاریخ برداشت (از اول مهر) Harvest date (days since 23th September)
0.74	00022	-2.57±7.9	4035.7±1555.9	بذر مصرفی (کیلوگرم بر هکتار) Seed rat (kg ha^{-1})
0.004	0.1615	852.4±283.4	2411.1±403.4	مقدار علف‌کش (کیلوگرم/ لیتر بر هکتار) The amounted of herbicide (kg or liter ha^{-1})
0.0001	0.53	1419.7±192	2827±147	مقدار قارچ‌کش (کیلوگرم/ لیتر بر هکتار) The amounted of fungicide (kg or liter ha^{-1})
0.21	0.03	827.2±664.2	3427.7±183	مقدار حشره‌کش (کیلوگرم/ لیتر بر هکتار) The amounted of insecticides (kg or liter ha^{-1})
0.004	0.163	1227±405.6	3337.1±163.9	مقدار مصرف سولفات پتاسیم (کیلوگرم بر هکتار) The amounted of Potassium solfat K_2SO_4 (kg ha^{-1})
0.0001	0.42	8.29±1.4	1145.8±424.8	مقدار کود پس از کاشت Amount of fertilizer after planting
0.0004	0.23	734.2±191.5	1469.7±557.8	تعداد تقسیط کود نیتروژن (اوره) Number of fertilizer splits

صفات کیفی مانند، قارچ‌کش (مصرف/عدم مصرف) و کود سوپر فسفات تریپل (مصرف/ عدم مصرف) اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند (جدول ۳). به‌طوری‌که براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها عملکرد گندم در اثر مصرف قارچ‌کش ٤٤٥٢/٧ و در صورت عدم مصرف قارچ‌کش ٢٦٥٤/٤ کیلوگرم در هکتار بوده است، به‌عبارتی مصرف قارچ‌کش در مقایسه با عدم مصرف آن، عملکرد دانه گندم را ٦٧/٧ درصد افزایش داده است. در رابطه با سوپرفسفات تریپل نیز در صورت مصرف ٣٨٦١/٥ و در صورت عدم مصرف این کود ٣١٤٥/١ کیلوگرم در هکتار تولید شد که ٢٢/٧ درصد افزایش عملکرد در اثر مصرف این کود حاصل گشته است. در رابطه با عدم معنی‌داری مصرف علف‌کش بر عملکرد؛ در همه

مزارع مورد بررسی به استثنای یک مزرعه از علف‌کش استفاده شده است، آن یک مزرعه نیز به‌دلیل این‌که علف هرزی زیادی وجود نداشته است از علف‌کش استفاده نشد، به‌همین علت تفاوت عملکرد بین تیمارهای مصرف و عدم مصرف علف‌کش‌ها معنی‌دار نبود. ٤٢ درصد از مزارع مورد بررسی آبیاری صورت نگرفته است و میانگین عملکرد آن ٢٨٠٤ کیلوگرم در هکتار، و ٥٨ درصد مزارع آبیاری شدند که میانگین عملکرد این مزارع ٤٠٣٤ کیلوگرم در هکتار بوده است.

جدول ٣- بررسی تأثیر متغیرهای کیفی مورد مطالعه بر عملکرد گندم.

Table 3. Investigating the impact of qualitative variables studied on wheat yield.

Pr>F	میانگین مربعات Mean of squares	درجه آزادی df	متغیر Variable
0.0001	40356326.5	1	مصرف قارچ‌کش Use of Fungicide
0.078	3938900.12	1	روش کاشت Planting method
0.49	619893.4	1	مصرف علف‌کش Use of herbicide
0.09	357304	1	آتلانتیس+گرانستار Atlantis+Granstar
0.57	405540.1	1	آتلانتیس جدا Atlantis
0.023	6408318.7	1	مصرف سوپر فسفات تریپل Superphosphate fertilizer application
0.89	21425.3	1	رقم احسان Ehsan cultivar
0.069	4191170.1	1	رقم کلکتور Collector cultivar
0.0001	18419201	1	آبیاری (آبی/دیم) Irrigation

جدول ٤- مقایسه میانگین بررسی تأثیر متغیرهای کیفی مورد مطالعه بر عملکرد گندم.

Table 4. Average comparison of the effect of qualitative variables studied on wheat yield.

متغیر Variable	تیمار Treatment	عملکرد دانه گندم Wheat grain yield
روش کاشت Planting method	خطی‌کار Row planter	3693[a]
	سانتریفیوژ Centrifuge	3068[b]
رقم کلکتور Collector Cultivar	رقم کلکتور Collector Cultivar	3857.8[a]
	سایر ارقام Other Cultivar	3271.2[b]
مصرف قارچ‌کش Use of Fungic	مصرف application	4452.7[a]
	عدم مصرف non-application	2654.4[b]
مصرف سوپرفسفات تریپل superphosphate fertilizer application	مصرف application	3861.5[a]
	عدم مصرف non-application	3145.1[b]
آبیاری Irrigation	دیم rainfed	2804[b]
	آبی Irrigation	4034[a]

* میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی‌دار براساس LSD در سطح پنج درصد می‌باشد

Means in a common letter are lacking in each group significant difference (LSD) test based on the level of five percent

بر اساس نتایج رگرسیون گام به گام متغیرهای مدیریتی مانند رطوبت بستر، رقم تیرگان، تاریخ کاشت، مقدارکود سرک، مقدار ریزمغذی‌ها، مصرف NPK، مصرف قارچ‌کش (مصرف/عدم مصرف)، قارچ‌کش آلتوکمبی (مصرف/عدم مصرف) در عملکرد و خلاء آن سهیم بوده‌اند. در صورتی‌که مقادیر متوسط این متغیرها در مزارع اعمال شود میزان عملکرد ۳۵۲۸ کیلوگرم در هکتار و در صورت اعمال مقادیر توصیه شده عملکرد به ٦٦٨٨ کیلوگرم در هکتار خواهد رسید (جدول ۵). تفاوت بین عملکرد برآورد شده واقعی و قابل حصول بیانگر اهمیت این عوامل مدیریتی می‌باشد. مقدار مصرف کود سرک با ۱۷/۷ درصد و رطوبت بستر با ۲/۷ درصد به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین سهم را در خلاء عملکرد داشتند. مقدار تأثیر هر یک از عوامل و سهم آن در جدول ۳ ارائه شده است. به‌طور مثال با اعمال تاریخ کاشت مناسب (۲۰ آبان) حدود ٤١٨ کیلوگرم به عملکرد اضافه خواهد شد، طبق نتایج این مطالعه در شهر جلین خلاء عملکردی در حدود ٤٧ درصد وجود دارد که با اقدامات مدیریتی مناسب می‌توان عملکردهای بالاتری تولید نمود.

جدول ۵- نتایج رگرسیون تأثیر متغیرهای مختلف بر خلاء عملکرد محصول.

Table 5. Regression results of the effect of different variables on the product performance gap.

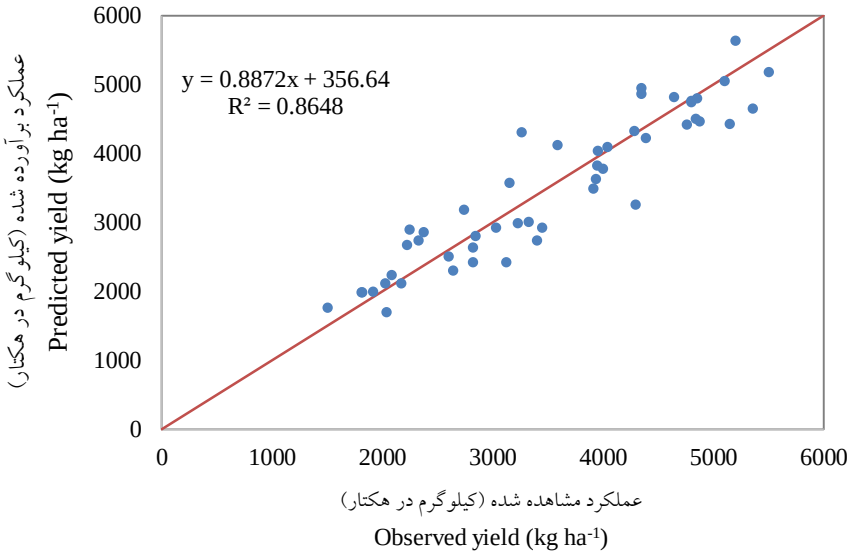
متغیر Variable	ضریب در مدل Coefficient in model	شکل متغیر در مدل Variable in model		مقادیر محاسبه‌شده با مدل Predicted values by model		خلاء عملکرد Yield gap	
		میانگین Average	مطلوب Optimum	میانگین Average	مطلوب Optimum	(کیلوگرم بر هکتار) ($kg\ ha^{-1}$)	درصد (%)
عرض از مبدأ Intercept	2293.5	1	1	2293.5	2293.5	-	-
رطوبت بستر Substrate moisture	605.9	1.9	2	1127	1211.8	84.8	2.7
رقم تیرگان Tirgan variety	530.5	0.12	1	63.7	530.5	466.9	14.8
تاریخ کاشت Planting date	-18.9	72.2	50	-1361.7	-943	418.7	13.3
مقدار کود پس از کاشت Amount of fertilizer after planting	2.7	288.5	500	764.5	1325	560.5	17.7
مقدار ریزمغذی‌ها	310.9	0.3	2	99.5	621.8	522.4	16.5
کاربرد NPK NPK fertilizer application	560	0.3	1	190.4	560	369.6	11.7
مصرف قارچ‌کش Fungicid use	584.6	0.48	1	280.6	548.6	304	9.6
قارچ‌کش آلتوکمبی Altocombi fungicide	503.3	0.14	1	70.46	503.3	432.8	13.7
عملکرد (Y)	-	-	-	3528	6688	3159.6	100

$$Y=2293.5 + 605.9\ X_1 + 530.5\ X_2 - 18.9\ X_3 + 2.7\ X_4 + 310.9\ X_5 + 560\ X_6 + 584.6\ X_7 + 503.3\ X_8$$

Y، عملکرد دانه گندم؛ X_1، رطوبت بستر؛ X_2، رقم تیرگان؛ X_3، تاریخ کاشت؛ X_4، مقدار کود پس از کاشت؛ X_5، مقدار ریزمغذی‌ها؛ X_6، مصرف NPK؛ X_7، مصرف قارچ‌کش؛ X_8، قارچ‌کش آلتوکمبی

Y, Wheat grain yield; X_1, Substrate moisture; X_2, Tirgan variety; X_3, Planting date; X_4, Amount of fertilizer after planting; X_5, Amount of micronutrients; X_6, NPK fertilizer application; X_7, Fungicide use; X_8, Altocombi fungicide

با قرار دادن ضرایب حاصل از مدل، عملکرد مزارع مورد بررسی برآورد شد و با مقایسه عملکرد برآورد شده در مقابل عملکرد واقعی کشاورزان نمودار یک به یک آن ترسیم شد. پراکنش نقاط در اطراف خط یک به یک و همبستگی ۸۶ درصد بیانگر این است که مدل فوق و متغیرهای مدیریتی شناسایی‌شده در میزان عملکرد مؤثر می‌باشند.



شکل ۲- عملکرد واقعی (کشاورزان – مشاهده‌شده) در مقابل عملکرد برآوردشده برای مزارع گندم آبی جلین.

Fig. 2. Actual yield (farmers - observed) versus estimated yield for irrigated wheat fields in Jelin region.

تاریخ کاشت یکی از عوامل مهم مدیریتی است زیرا با تغییر در تاریخ کاشت پارامترهای هواشناسی تغییر می‌کند (۳۳). اثر تاریخ کاشت بر عملکرد گیاه از طریق انطباق مراحل رشدی گیاه بر عوامل اقلیمی (دمای هوا و خاک، تابش خورشیدی، تبخیرتعرق، بارندگی، طول روز، رطبت نسبی هوا) و علاوه بر آن تنش‌هایی مانند آفات، بیماری‌ها، علف‌های هرز، تنش خشکی، سرمایی و گرما بروز می‌کند. عواملی مانند تناوب زراعی نامناسب، رطوبت زیاد خاک، عدم دسترسی به ادوات، آلودگی آفات و بیماری‌ها در برخی مناطق موجب تأخیر در کاشت می‌شود (۳۱).

در منطقه پارس‌آباد مغان، بین عملکرد واقعی گندم کشاورزان و عملکرد گندم قابل حصول ۲۳۱۶/۴۲ کیلوگرم در هکتار خلاء وجود دارد. نتایج آن‌ها نشان داد تعداد عملیات تهیه زمین، تجربه کشاورز، مصرف قارچ‌کش، تاریخ کاشت، تقسیط کود اوره و تراکم سنبله به‌ترتیب ۴/۶، ۱۳/۴، ۱۴/۳، ۱۸، ۲۰ و ۲۹/۷ درصد در ایجاد خلاء نقش دارند این متغیرها با مدیریت زراعی ارتباط دارند. بنابراین با مدیریت صحیح مزارع و درنظر گرفتن عوامل خلاء عملکرد ذکر شده، می‌توان عملکرد دانه گندم در مزارع آبی را در حدود ۲۳۱۶/۴۲ کیلوگرم در هکتار نسبت به عملکرد فعلی کشاورزان، افزایش داد (۲۶). به گزارش نکاحی و همکاران (۲۰۱۴) در مزارع بندرگز (استان گلستان) خلاء عملکرد وجود دارد که با مدیریت زراعی مناسب قابل رفع است (۲۱). ایشان تاریخ کاشت مناسب، استفاده از ارقام مناسب و استفاده از علف‌کش‌های تاپیک و گرانستار را به‌عنوان عوامل مؤثر بر خلاء عملکرد گندم شناسایی کردند.

وجود خلاء عملکرد در منطقه خرمشهر نشان‌دهنده تأثیرپذیری شدید عملکرد گندم نسبت به روش‌های مدیریت زراعی است. عوامل مدیریتی مانند میزان استفاده از علف‌کش، تعداد دفعات آبیاری، میزان مصرف کود پتاسیم و روش کاشت با خلاء عملکرد دراین منطقه مرتبط بودند. این متغیرها در مجموع ۸۷/۴۵ درصد از خلاء عملکرد محاسبه شده گندم را به خود اختصاص دادند (۲۰). مطالعه خلاء عملکرد

گندم آبی در استان گلستان نشان داد از میان عوامل مختلف مدیریتی، آبیاری (۲۷ درصد) و عدم مصرف بهینه کود نیتروژنه (۲۵ درصد)، عدم رعایت تاریخ کاشت (۲۰ درصد)، عدم استفاده از رقم مناسب (۱۰ درصد)، عدم استفاده از زیرشکن (۹ درصد) و عدم استفاده از فاروئر (۸ درصد) بیش‌ترین تأثیر را بر خلاء عملکرد گندم در منطقه مورد مطالعه داشتند (۲٤). در یک بررسی مشخص گردید با افزایش مقدار مصرف کود نیتروژن (خالص) تا ۵۸/۳ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه از گندم افزایش و پس از آن روند ثابتی داشت. عملکرد پتانسیل نیتروژن محدود ٤٨٤٨ کیلوگرم در هکتار بود که با مصرف حداقل ۵۸/۳ کیلوگرم نیتروژن خالص به‌دست آمده بود و در ۲۰ درصد مزارع مورد مطالعه مقدار نیتروژن مصرفی خارج از حد بهینه بود و خلاء عملکرد حاصل از عدم مصرف بهینه کود نیتروژن در مزارع مورد بررسی ۳٤/٤ درصد (١٦٧١/٦ کیلوگرم در هکتار) بود (۳٤).

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد عملکرد گندم شهر جلین تحت‌تأثیر عوامل مدیریتی مختلف قرار دارد، و عدم مدیریت آن‌ها منجر به خلاء عملکرد می‌شود. متغیرهای مدیریتی مانند رطوبت بستر، رقم تیرگان، تاریخ کاشت، مقدارکود سرک، مقدار ریزمغذی‌ها، مصرف NPK، مصرف قارچ‌کش (مصرف/ عدم مصرف)، قارچ‌کش آلتوکمبی (سایپروکونازول + کاربندازیم) در خلاء عملکرد سهیم می‌باشند. در صورتی که مقادیر متوسط این متغیرها در مزارع اعمال شود میزان عملکرد ۳۵۲۸ کیلوگرم در هکتار و در صورت اعمال مقادیر توصیه شده عملکرد به ٦٦٨٨ کیلوگرم در هکتار خواهد رسید.

منابع

1. Hall, A. J., & Richards, R. A. (2013). Prognosis for genetic improvement of yield potential and water-limited yield of major grain crops. *Field Crops Research*, 143, 18-33.
2. Chen, S., Zhang, X., Sun, H., Ren, T., & Wang, Y. (2010). Effects of winter wheat row spacing on evapotranpsiration, grain yield and water use efficiency. *Agricultural Water Management*, 97 (8), 1126-1132. **Doi:10.1016/ j.ag.wat.2009. 005.**
3. Ruffo, M. L., Gentry, L. F., Henninger, A. S., Seebauer, J. R., & Below, F. E. (2015). Evaluating management factor contributions to reduce corn yield gaps. *Agronomy Journal*, 107, 495-505.
4. FAOSTAT, F. (2017). Available online: **http://www.fan.org/faostat/en/#data.QC** (accessed on January 2018).
5. Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, N. D., Mueller, M., O'Connell, C., Ray, D. K., West, P. C., Balzer, C., Bennett, E. M., Carpenter, S. R., Hill1, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockstrom, J., Sheehan, J., Siebert, S., Tilman, D., & Zaks, D. P. M. (2011). Solutions for a cultivated planet. *ANALYSIS*, 478, 337-342. **doi:10.1038/nature10452.**
6. Shadan, A., & Mahinkhah, N. (2004). Investigating the economic methods of reducing the waste of agricultural products. Prevention of wastage of bread and other products. *The first conference on methods of preventing the loss of national resources, June 18. Tehran*, 205-216. [In Persian]
7. Khosravani, F., Medicine Rad, G. R., & Farhadian, H. (2014). Investigating the status of agricultural waste and waste and providing management solutions in order to achieve the goals of sustainable development. *Promotion of science*, 5 (6), 95-111. [In Persian]
8. Soltani, A., Zand, A., Aalimaqam, M., Nehbandani, A., Barani, H., Soltani, A., Torabi, B., Zinli, A., Mirkarimi, Sh., & Julayi, R. (2018). Analysis of the country's food security until 2050 by modeling the correlation of water, land,

food and environment: perspective and necessary policies. *Research Project Report Agricultural Research, education and extension organization,* 129 p. [In Persian]

9. Soltani, A., & Alimagham, S. M. (2017). Analysis of wheat production and the strategies to reach self-sufficiency by 2050 in Iran. Research Report. *Vice President for Research Gorgan University Agricultural Sciences and Natural Resources,* 59 p.
10. Ramyar, H., & Jamnejad, V. (2010). Evaluation of confounding effects of barley on growth indices of some bread wheat varieties. *Iranian Journal of Field Crops Research,* 8 (1), 75-81. [In Persian]
11. Bhatia, V. S., Singh, P., Wani, S. P., Chauhan, G. S., Rao, A. V. R., Mishra, A. K., & Srinivas, K. (2008). Analysis of potential yields and yield gaps of rainfed soybean in India using CROPGRO-Soybean model. *Agricultural and Forest Meteorology,* 148, 1252-1265.
12. Soltani, A., Nehbandani, A., Zainli, A., & Torabi, B. (2017). Gap Atlas of yield and production capacity of important crops in the country in current and future climatic conditions. *Gorgan: Syring vocabulary,* 268 p. [In Persian]
13. Hajjarpoor, A. (2016). Yield gap analysis of wheat in Golestan province. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of PhD in Crop Ecology. *Gorgan University Agricultural Sciences and Natural Resources*, 130 p. [In Persian]
14. Torabi, B., Soltani, A., Galeshi, S., & Zeinali, E. (2012). Documenting the process of wheat production in Gorgan. *Journal of Plant Production,* 19 (4), 19-42. [In Persian]
15. Van Wart, J., van Bussel, L. J., Wolf, J., Licker, R., Grassini, P., Nelson, A., Boogaard, H., Mueller, N. D., Claessens, L., van Ittersum, M. K., & Cassman, K. G. (2013). Use of agro-climatic zones to upscale simulated crop yield potential. *Field Crops Research,* 143, 44-55.
16. Hochman, Z., Gobbett, D., Horan, H., & Navarro Garcia, J. (2016). Data rich yield gap analysis of wheat in Australia. *Field Crops Research,* 197, 1052-1066.
17. Oliver, Y. M., & Robertson, M. (2013). Quantifying the spatial pattern of the yield gap within a farm in a low rainfall Mediterranean climate. *Field Crops Research,* 150, 29-41.
18. Van Ittersum, M. K., Cassman, K. G., Grassini, P., Wolf, J., Tittonell, P., & Hochman, Z. (2013). Yield gap analysis with local to global relevance review. *Field Crops Research,* 143, 4-17.
19. Soltani, A., Galshi, S., & Zainli, A. (2000). Analysis of existing limitations in wheat production in Golestan province. *Research project report, management and planning organization of Golestan province,* 97 p.
20. Matourian, H., Khodaei Joghan, A., Moradi Telavat, M., Siadat, S.A., & Torabi, B. (2022). Analyzing rapeseed (*Brassica napus* L.) yield gap using comparative performance analysis (CPA) in Khorramshahr. *Journal of Agroecology,* 14 (2), 275-289.
21. Nekahi, M. Z., Soltani, A., Siahmarguee, A., & Bagherani, N. (2014). Yield gap associated with crop management in wheat (Case study: Golestan province-Bandar-gaz). *Electronic Journal of Plant Production,* 7 (2), 135-156. [In Persian]
22. Soltani, A., Torabi, B., Galshi, S., & Zainli, A. (2011). Analysis of wheat yield limitations in Gorgan by comparative yield analysis (CPA) method. Research Project. *Gorgan University Agricultural Sciences and Natural Resources,* 65 p.
23. Mosavi, S. A., Aghayari, F., & Rezaei, M. (2020). Study of effective factors on reducing wheat yield in Mahdasht region of Karaj. *Journal of Agronomy and plant Breeding,* 15 (4), 49-62. [In Persian]
24. Hajjarpoor, A., Soltani. A., Zeinali, E., Kashiri, H., and Aynehband. A. (2017). Evaluation of wheat (*Triticum aestivum* L.) yield gap in Golestan province of Iran using comparative performance analysis (CPA) method. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 19 (2), 86-101. [In Persian]

25. Bagheripour, M. A., Heidari Sharifabad, H., Mehraban, A., & Ganjali, H. R. (2021). Investigation of the Limiting Factors of Wheat Seed Yield in the Eastern Region of Kerman. *Journal of Crop Ecophysiology*, 15 (3), 435-450. **DOI: 10.30495/jcep.2021.687075**
26. Shirinzadeh, A., Heidari Sharif Abad, H., Nourmohammadi, Gh., Majidi Haravan, E., & Madani, H. (2020). Analyzing Wheat Yield Constraints in Parsabad Moghan, North-West of Iran. *Journal of Crop production and processing*, 10 (2), 49-65. [In Persian]
27. Nehbandani, A., Soltani, A., Rahemi-Karizaki, A., Dadrasi, A., & Nourbakhsh, F. (2020). Determination of soybean yield gap and potential production in Iran using modelling approach and GIS. *Journal of Integrative Agriculture*, 19, 2-14.
28. Koocheki, A., Nasiri Mahalati, M., Mansouri, H., & Moradi, R. (2014). Effect of Climate and Management Factors on Potential and Gap of Wheat Yield in Iran with Using WOFOST Model. *Iranian Journal field Crop Research*, 15 (2), 244-256. [In Persian]
29. Nehbandani, A., & Soltani, A. (2017). Guide to gap analysis of crop yield in production areas. *Report. Gorgan University Agricultural Sciences and Natural Resources*, 17 p. [In Persian]
30. Najafi Mirek, T., & Sheikhi Garjani, A. (2014). Guide to wheat, had. Agricultural Research and Training Organization, Vice-Chancellor of Training and Manpower Equipping. *Publication of agricultural education*, 154p. [In Persian]
31. Saidi, A., Akbari, A., Heydari, A., & Bakhtiar, F. (2003). The history and achievements of the grain research department with an emphasis on the 2001s (1992_2002). *Research institute for improvement and preparation of seedlings and seeds, Grain section*, 55 p. [In Persian]
32. Dastfal, M. (2013). Compilation of standards for determining potential and damage assessment by separating management and coercive factors in different stages of growth in irrigated wheat fields. Education and promotion of agriculture. *The thirteenth chapter of the book*, 493-509. [In Persian]
33. Khichar, M. L., & Niwas, R. (2006). Microclimatic profiles under different sowing environments in wheat. *Agronomy Journal*, 8, 201-209.
34. Nobatiany, M., Rahemikarizaki, A., Biabani, A., & Mansouri rad, A. (2020). Evaluation and determining the share of macro chemical fertilizers and soil properties in wheat (*Triticum aestivum* L.) yield gap using Boundary Line Analysis. *Crop Production*, 13 (4), 1-14. [In Persian]