"نشریه علوم زراعی ایران"
جلد بیست و ششم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۳

مقاله پژوهشی

DOR: 20.1001.1.23223243.2021.19.1.29.0

اثر اندازه مزرعه بر عوامل موثر در خلاء عملکرد دانه گندم (*Triticum aestivum* L.) دیم در منطقه گمیشان استان گلستان

Effect of field size on factors contributing to grain yield gap in rainfed wheat (*Triticum aestivum* L.) growing areas in Gomishan region of Golestan province of Iran

صفورا جافرنوده[۱]، کمال‌الدین خاندردی[۲]، ولی‌جان کرد[۳]، افشین سلطانی[۴]، فرشید قادری‌فر[۵] و آسیه سیاهمرگویی[۶]

چکیده

جافرنوده، ص.،ک. خاندردی، و. جان‌کرد، ا. سلطانی، ف. قادری‌فر و آ. سیاهمرگویی. ۱۴۰۳. اثر اندازه مزرعه بر عوامل موثر در خلاء عملکرد دانه گندم (*Triticum aestivum* L.) دیم در منطقه گمیشان استان گلستان. **نشریه علوم زراعی ایران. ۲۶ (۳): ۳۵۱ -۳۳۳.**

فاصله بین عملکرد دانه واقعی کشاورزان و عملکرد دانه پتانسیل، خلاء عملکرد نامیده می‌شود که معمولا به‌دلیل مدیریت زراعی نامناسب به‌وجود می‌آید و بخشی از آن به دلایل غیرزراعی و توان مالی کشاورزان و میزان دسترسی به تجهیزات و امکانات ارتباط دارد. این احتمال وجود دارد که کشاورزانی که مزارع بزرگ‌تری در اختیار دارند، مدیریت زراعی مناسب‌تری نیز دارند. این تحقیق با هدف ارزیابی اثر اندازه (مساحت) مزرعه بر خلاء عملکرد و اجزای آن، در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در مزارع گندم دیم منطقه گمیشان در استان گلستان اجرا شد. برای شناسایی عوامل محدودکننده عملکرد دانه، یک طرح پیمایشی در ۹۵ مزرعه به‌صورت بازدیدهای میدانی و مصاحبه چهره به چهره با کشاورزان اجرا شد. عوامل مورد ارزیابی شامل مساحت مزرعه، سابقه کشاورز و کلیه عملیات زراعی انجام شده از آماده‌سازی زمین، کاشت، داشت، برداشت و مقدار عملکرد واقعی کشاورزان بودند. مزارع مورد نظر به سه سطح کوچک (یک تا پنج هکتار)، متوسط (پنج تا ۱۰ هکتار) و بزرگ (۱۰ هکتار و بیشتر) گروه‌بندی شده و سپس عوامل مدیریتی، عملکرد دانه و میزان خلاء عملکرد به تفکیک در هر گروه تعیین شدند. برای شناسایی عوامل ایجاد کننده خلاء عملکرد و تعیین محدودیت‌های اصلی عملکرد از روش تحلیل مقایسه کارکرد (CPA) استفاده شد. نتایج نشان داد که میزان خلاء عملکرد در مزارع کوچک ۸۳ درصد، مزارع متوسط ۶۴ درصد و مزارع بزرگ ۶۲ درصد بود. میانگین عملکرد واقعی گندم دیم در مزارع کوچک، متوسط و بزرگ به‌ترتیب ۱۳۹۲، ۱۷۷۰/۵ و ۲۰۳۲/۵ کیلوگرم در هکتار بود. عوامل مؤثر بر خلاء عملکرد در مزارع کوچک شامل تاریخ کاشت (۳/۴ درصد)، مقدار کود سرک (۱۱/۲ درصد)، علف‌کش‌های آتلانتیس+ برومایسید (۴۸/۵ درصد)، علف‌کش‌های آتلانتیس+ گرانستار (۱۴/۱ درصد)، علف‌کش آتلانتیس (۱۷/۴ درصد) و علف‌های هرز (۵/۴ درصد)، در مزارع متوسط شامل تیمار بذر با اسید هیومیک (۱۴ درصد)، تاریخ کاشت (۱۲/۸ درصد)، مقدار کود سرک (۴۳/۲ درصد)، محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها (۶/۹ درصد)، علف‌کش‌های آتلانتیس+ برومایسید (۱۳/۳ درصد)، علف‌های هرز (۹/۸ درصد) و در مزارع بزرگ شامل تناوب زراعی (۹/۳ درصد)، تراکم بوته (۳۰/۲ درصد)، تقسیط کود سرک (۱۵/۹ درصد)، علف‌کش‌های آتلانتیس+برومایسید (۲۰/۱ درصد)، قارچ‌کش تیلت (۹/۵ درصد)، بیماری‌ها (۱۱/۸ درصد) و برداشت محصول (۳/۲ درصد) بودند. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزایش اندازه مزرعه، خلاء عملکرد کاهش می‌یابد. عوامل ایجادکننده خلاء عملکرد در هر گروه از مزارع مورد ارزیابی در برخی موارد متفاوت و در برخی یکسان بودند، با این حال میزان اثر آنها بسته به اندازه مزرعه متفاوت بود.

واژه‌های کلیدی: تراکم بوته، تناوب زراعی، عملکرد دانه، گندم دیم و علف‌کش

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۳۱ این مقاله مستخرج از پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد نگارندگان دوم و سوم می باشد

۱- دانش‌آموخته دکتری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران (مکاتبه کننده، saforajafarnode@yahoo.com ✉)
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۳ –دانش‌آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۴- استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۵- استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۶ –دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

Effect of field size on factors contributing to grain yield gap in rainfed wheat (*Triticum aestivum* L.) growing areas in Gomishan region of Golestan province of Iran

Jafarnodeh, S.[1], Khandardi, K.[2], Jankord, V.[3], Soltani, A.[4], Ghaderifar, F.[5] and Siahmargue, A.[6]

ABSTRACT

Jafarnodeh, S., Khandardi, K., Jankord, V., Soltani, A., Ghaderifar, F. and Siahmargue, A. 2025. Effect of field size on factors contributing to grain yield gap in rainfed wheat (*Triticum aestivum* L.) growing areas in Gomishan region of Golestan province of Iran**. Iranian Journal of Crop Sciences. 26(1): 333-351. (In Persian).**

Introduction: There is always a gap between the actual grain yield in farmers' fields and potential grain yield (yield gap), which is often caused by suboptimal agronomic management (Silva *et al*., 2021). This inappropriate management practices are partially related to non-agronomic and financial reasons including; the level of access to agricultural machineray and equipment as well as and financial facilities. It is hypothesized that farmers managing larger fields have access to financial facilities and are better equipped to address these challenges and manage their fields more effectively (Priyadarshini *et al*., 2022). Therefore, this study was carried out to identify the role of field size in the grain yield gap and factors contributing to it.

Materials and Methods: This study was conducted during the 2020-21 growing season in wheat growing areas of Gomishan region, Golestan province, Iran. To identify the limiting factors of grain yield of rainfed wheat, a field survey was carried out across 95 farmers' fields using field visits and face-to-face interviews with farmers. Fields were randomly selected to ensure variability in cultivated areas, management practices, and grain yield, allowing for the identification of factors contributing to grain yield gap. The studied variables included; field size, farmer experience, and all operations from soil preparation, seed sowing, crop management, harvesting, and actual yield. Fields were categorized into three size groups: small size fields with areas ranging from 1 to 5 ha, medium size fields with areas ranging from 5 to 10 ha, and large size fields with areas more than 10 ha. Management practices, grain yield, and then yield gap (%) were determined for each group. To analyze the factors contributing to the grain yield gap, the Comparative Performance Analysis (CPA) method was used to identify major yield-limiting factors.

Results: The results showed that the yield gap was 83%, 64%, and 62% for small, medium, and large fields' groups, respectively. The actual grain yield of rainfed wheat was 1392, 1770.5, and 2032.5 kg ha^{-1} for small, medium, and large fields' groups, respectively. Contributing factors to grain yield gap in small fields included; sowing date (3.4%), topdressing fertilizer (11.2%), Atlantis + Bromaiside (48.5%), Atlantis + Granstar (14.1%), Atlantis (17.4%), and weed issues (5.4%). In medium fields, key factors were seed treatment with humic acid (14%), sowing date (12.8%), topdressing fertilizer (43.2%), micronutrients foliar application (6.9%), Atlantis + Bromaiside (13.3%), and weeds (9.8%). For large fields, factors such as crop rotation (9.3%), plant density (30.2%), split application of topdressing fertilizer (15.9%), Atlantis + Bromaiside (20.1%), Tilt fungicide (9.5%), diseases (11.8%), and harvesting (3.2%) were significant.

Conclusion: The results of this study showed that the factors contributing to the yield gap varied in some management practices across field size groups, while others remained consistent. The contribution of Atlantis + Bromaiside herbicided to the yield gap was 48.5% in small fields, 13% in medium fields, and 20% in large fields. Considering the contribution of crop management practices, it appears that the use of Atlantis + Bromaiside herbicides in small size fields, the amount of topdressing fertilizer in medium size fields, and plant density in large size fields, which had the greatest effect on reducing grain yield, should be prioritized in agronomic management practices for closing the yield gaps in rainfed wheat growing areas of Gomishan region, in Golestan province, Iran.

Key words: Crop rotation, Grain yield, Herbicide, Plant density and Rainfed wheat

Received: December, 2024 **Accepted**: **April, 2025**

1. PhD. Graduate, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
(Corresponding author, ✉ saforajafarnode@yahoo.com)
2. MSc. Graduate, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
3. MSc. Graduate, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
4. Professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
5. Professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
6. Associate Prof., Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

مقدمه

در بین غلات، گندم (*Triticum aestivum*) بیشترین سطح کشت را در دنیا دارد. گندم ۲۰ درصد از کالری و پروتئین رژیم غذایی انسان را تأمین می‌کند (Shiferaw *et al*., 2013). بر اساس پیش‌بینی‌های انجام شده جمعیت دنیا تا سال ۲۰۵۰ به بیش از نه میلیارد نفر خواهد رسید و تقاضا برای گندم افزایش خواهد یافت (WISRA, 2021). بنابراین لازم است تولیدات گیاهی نیز متناسب با افزایش جمعیت، افزایش یابد. یکی از راه‌های افزایش مقدار تولید، کاهش و رفع خلاء عملکرد است.

بالاترین عملکردی که با مدیریت مناسب از ارقام فعلی زراعی می‌توان تولید کرد، عملکرد پتانسیل نامیده می‌شود. عملکرد واقعی، مقدار عملکردی است که کشاورزان با مدیریت‌های زراعی معمول (اغلب نامناسب) به آن دست می‌یابند و همواره کم‌تر از عملکرد پتانسیل می‌باشد. بین عملکرد واقعی کشاورزان و عملکرد پتانسیل، خلاء وجود دارد که علت آن مدیریت زراعی نامناسب کشاورزان است (Silva *et al*., 2021). بخش قابل توجهی از خلاء عملکرد با بهبود ترویج و انتقال یافته‌های نوین به کشاورزان قابل رفع خواهد بود (Soltani and Mirzai, 2022). به گزارش سلطانی و همکاران (Soltani *et al*., 2019) برای گیاهان زراعی مهم کشور حدود ۴۱ تا ۶۴ درصد خلاء عملکرد وجود دارد. عملکرد پتانسیل گندم دیم در کشور ۲۳۶۹ کیلوگرم و میزان خلاء عملکرد ۱۴۲۶ کیلوگرم در هکتار برآورد شده است. بزرگ بودن مقدار خلاء عملکرد نشان دهنده این است که از ظرفیت تولید گیاهان زراعی به‌طور بهینه استفاده نمی‌شود و با مدیریت‌های زراعی مناسب می‌توان مقدار تولید را افزایش داد. تفاوت در عملیات مدیریتی برای دستیابی به عملکرد واقعی با سایر سطوح عملکرد می‌تواند یکی از دلایل خلاء عملکرد باشد. هر اندازه اختلاف مدیریتی بیشتر باشد، میزان خلاء عملکرد نیز بیشتر خواهد بود (Torabi *et al*., 2020). نتایج تحقیقات در رابطه با خلاء عملکرد انواع گیاهان زراعی از جمله پنبه (Soltani *et al*., 2022)، سویا در استان گلستان (Nehbandani *et al*., 2017) و سویا در هند (Rameshrao, 2024) نشان داده است که بسته به نوع گیاه و شرایط منطقه، برخی عوامل مدیریتی سهم بیشتری در خلاء عملکرد دارند. هادی‌زاده و همکاران (Hadi Zadeh *et al*., 2024) با ارزیابی خلاء عملکرد گندم در منطقه جلین استان گلستان گزارش کردند که عوامل مدیریتی متعددی مانند رطوبت بستر، نوع رقم، تاریخ کاشت، مقدار کود سرک، مقدار ریزمغذی‌ها، مصرف کودهای شیمیایی (NPK)، مصرف قارچ‌کش (مصرف/عدم مصرف)، مصرف قارچ‌کش آلتوکمبی (مصرف /عدم مصرف) در خلاء عملکرد سهیم هستند و در صورت اعمال مقادیر توصیه شده، عملکرد دانه از ۳۵۲۸ کیلوگرم در هکتار به ۶۶۸۸ کیلوگرم در هکتار خواهد رسید. آناقلی و همکاران (Anagholi *et al*., 2023) گزارش کردند که میانگین عملکرد دانه گندم در مزارع ابرکوه ۵۰۴۰ کیلوگرم در هکتار و خلاء عملکرد ۴۶۵۹ کیلوگرم در هکتار بود. عواملی مانند تعداد دفعات آبیاری (۲۴ درصد)، تناوب زراعی (۱۸ درصد)، کود نیتروژن (۱۶ درصد)، روش تهیه بستر کاشت (۱۲ درصد)، عدم مصرف کود دامی (۱۲ درصد)، کنترل علف‌های هرز (۱۱ درصد)، تاریخ کاشت (چهار درصد) و تقسیط نیتروژن (دو درصد) در کاهش عملکرد سهیم بودند.

نتایج تحقیقات جدیدتر نشان داده است که اندازه مزرعه نیز بر میزان خلاء عملکرد اثرگذار است، زیرا اندازه مزرعه می‌تواند نشان دهنده میزان دسترسی به امکانات، نهاده‌ها و مدیریت زراعی مطلوب باشد (Vahedi *et al*., 2021; Priyadarshini *et al*., 2022).

نتایج برخی از تحقیقات نشان داده است که میزان کارایی فنی با توجه به اندازه و مساحت مزارع می‌تواند متفاوت باشد، زیرا در مزارع با اندازه بزرگ‌تر این امکان وجود دارد که از تجهیزات، ماشین آلات و نهاده‌ها به صورت اقتصادی‌تری بهره بگیرند (Vahedi *et al*., 2021). نتایج یک تحقیق نشان داد که در زراعت پنبه، خلاء عملکرد بستگی به اندازه مزرعه داشته و رابطه بین اندازه مزرعه و خلاء عملکرد معکوس است. نتایج این تحقیق نشان داد که کشاورزان مزارع کوچک به‌دلیل ضعف منابع مالی، عملکرد مطلوبی نداشتند. کشاورزان مزارع متوسط از نظر منابع مالی نسبتا غنی و از نظر فناوری برتر بودند و خلاء عملکرد در گروه‌های با اندازه مزرعه متوسط، نسبتا کم بود. تولیدکنندگان پنبه در مزارع کوچک، با بیشترین خلاء عملکرد مواجه بودند (Priyadarshini *et al*., 2022). در تحقیق دیگری از بین ۱۶ متغیر مستقل، سه متغیر اندازه مزرعه، استفاده از منابع اطلاعاتی و جهت‌گیری ریسک، در خلاء عملکرد پنبه تاثیر بیشتری داشتند (Jeya and Thyagarajan, 2011).

با توجه به اهمیت گندم که جزء چهار گیاه اصلی زراعی در شهرستان گمیشان است (جو با ۲۳۷۰۰ هکتار، گندم با ۱۱۰۰۰ هکتار، کلزا با ۹۰۰ هکتار و کاملینا با ۴۰۰ هکتار)، تحقیق حاضر با هدف ارزیابی اثر اندازه مزرعه بر خلاء عملکرد و شناسایی عوامل مدیریتی ایجاد کننده خلاء عملکرد در مزارع گندم دیم منطقه گمیشان استان گلستان اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در مزارع گندم دیم گمیشان استان گلستان اجرا شد. شهرستان گمیشان با مرکزیت شهر گمش‌تپه بین ۵۳ درجه و ۵۴ دقیقه تا ۵۴ درجه و دو دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۴۹ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۲۱ دقیقه عرض شمالی در قسمت غربی استان در فاصله ۶۱ کیلومتری از گرگان قرار دارد. شهرستان گمیشان دارای اقلیم معتدل مرطوب می‌باشد (Montazeri and Bay, 2012). این تحقیق در روستاهای صفا ابشان، گمیش تپه، ناردالی، کملر، خواجه نفس و چارقلی انجام شد. بر اساس گزارش هواشناسی ایستگاه کلیماتولوژی گمیشان در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ و طی فصل رشد گندم، میزان بارندگی ۳۶۳/۷ میلی‌متر بود. بیشترین میزان بارندگی با ۱۴۷ میلی‌متر در بهمن و کمترین میزان بارش با دو میلی‌متر در خرداد ثبت شد. در ماه‌های آبان و اردیبهشت میزان بارندگی به‌ترتیب ۳۳ و ۳۵/۵ میلی‌متر بودکه هم‌زمان با مراحل کاشت تا سبز شدن گیاهچه و تشکیل سنبله گندم بود. کمترین میانگین دمای هوای ماهانه، در مرحله سبز شدن گیاهچه در دی و آذر (به‌ترتیب ۶/۵ و ۷ درجه سانتی‌گراد) ثبت شد. بیشترین میانگین دمای هوا در خرداد (۲۱ درجه سانتی‌گراد) گزارش شده است.

جهت شناسایی عوامل محدودکننده عملکرد، طرحی به‌صورت میدانی (پیمایشی) انجام شد. طی بازدیدها و مصاحبه چهره به چهره با کشاورزان، اطلاعات لازم از ۹۵ مزرعه جمع‌آوری شد. برای تعیین تراکم بوته‌های گندم و علف‌های هرز، از بوته‌های گندم در دو مرحله پنجه‌زنی و بعد از ساقه‌دهی، با استفاده از چارچوب به ابعاد ۱ ×۱ متر نمونه‌برداری شد. مزارع به‌طور تصادفی و به‌نحوی انتخاب شدند که از لحاظ سطح زیرکشت (ابعاد و مساحت مزرعه)، سطح مدیریتی و مقدار عملکرد دارای تنوع باشند تا عوامل ایجاد کننده خلاء عملکرد قابل شناسایی بوده و تقریبا کل شهرستان را پوشش دهند (Nehbandani and Soltani, 2018). در مزارع منتخب هیچ‌گونه توصیه فنی برای بهبود عملکرد انجام نشد. عوامل مورد ارزیابی شامل مساحت زمین، سابقه کشاورز، نحوه آماده‌سازی بستر بذر (تعداد دفعات

شخم و دیسک)، تناوب زراعی، تاریخ کاشت، تراکم بوته، نوع رقم، مقدار بذر مصرفی، تیمار بذر، عمق کاشت، روش کاشت (کاشت با خطی کار و سانتریفیوژ)، تعداد دفعات و مقدار استفاده از علف‌کش، حشره‌کش و قارچ‌کش، تعداد دفعات و مقدار کوددهی (انواع کودهای پایه و سرک و کود دامی)، محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی و نوع علف‌های هرز و عملکرد واقعی کشاورز محصول بودند. بعد از جمع‌آوری اطلاعات، و برای تجزیه بعدی، کلیه متغیرها به صورت کمّی کدگذاری شدند. برای متغیرهای کیفی مانند نوع زراعت قبلی، نوع رقم، نوع کود و غیره، کدگذاری با گذاشتن کد صفر (به معنای عدم استفاده) و کد یک (به معنای استفاده) انجام شد. فراوانی مطلق و تجمعی داده‌ها در مزارع مختلف تعیین و تغییرات عملیات و نسبت استفاده کشاورزان از هر کدام از عملیات مشخص شد. مزارع مورد ارزیابی به سه سطح کوچک (یک تا پنج هکتار، ۳۰ مزرعه)، متوسط (پنج تا ۱۰ هکتار، ۴۱ مزرعه) و بزرگ (۱۰ هکتار و بیشتر، ۲۴ مزرعه) گروه‌بندی شده و سپس عوامل مدیریتی، عملکرد دانه و میزان خلاء عملکرد به تفکیک در هر گروه تعیین شدند. با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده از مزارع، تجزیه خلاء عملکرد انجام شد. این اطلاعات کاملا تحت تاثیر مدیریت و محیط می‌باشد، بنابراین نتایج حاصله به واقعیت منطقه نزدیک‌تر بوده و برای شناسایی عوامل ایجاد کننده خلاء عملکرد مناسب است (Nehbandani and Soltani, 2018). برای شناسایی عوامل ایجاد کننده خلاء عملکرد، از روش تحلیل مقایسه کارکرد (Comparative Performance Analysis; CPA) استفاده شد. در این روش میزان عملکرد در بهترین حالت (عملکرد پتانسیل) با مقدار عملکرد کشاورزان منطقه (عملکرد واقعی) مورد مقایسه قرار می‌گیرد. با قرار دادن میانگین مقادیر مشاهده شده متغیرها در هر گروه از مزارع در مدل، میانگین عملکرد محاسبه شد. سپس با قرار دادن بالاترین مقدار مشاهده شده متغیرها در مدل، حداکثر عملکرد قابل حصول محاسبه شد. با محاسبه اختلاف میانگین عملکرد و عملکرد قابل حصول، خلاء عملکرد برآورد شد. نسبت مقدار خلاء عملکرد برای هر متغیر به کل خلاء عملکرد، نشان‌دهنده سهم آن متغیر در ایجاد خلاء عملکرد می‌باشد. برای تجزیه داده‌ها از نرم افزار آماری SAS و مدل رگرسیون گام به گام استفاده شد (Nehbandani and Soltani, 2018). متغیرهای مورد نظر ابتدا در قالب طرح کاملا تصادفی با تکرار نامتعادل تجزیه شدند و سپس مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. اندازه مزرعه (کوچک، متوسط و بزرگ) به عنوان تیمار و تعداد مزارع در هر گروه به عنوان تکرار و هر یک از عملیات مدیریتی به عنوان متغیر در نظر گرفته شده و تجزیه شدند.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تحلیل مقایسه کارکرد، بین اندازه مزرعه و خلاء عملکرد گندم رابطه معکوس وجود داشت و با افزایش اندازه مزرعه، مقدار خلاء عملکرد نیز کاهش یافت. مقدار خلاء عملکرد در مزارع کوچک ۸۳ درصد بود و عوامل تاریخ کاشت (۳/۴ درصد)، مقدار کود سرک اوره (۱۱/۲ درصد)، علف‌کش‌های آتلانتیس+ برومایسید (۴۸/۵ درصد)، علف‌کش‌های آتلانتیس + گرانستار (۱۴/۱ درصد)، علف‌کش آتلانتیس (۱۷/۴ درصد) و علف‌های هرز (۵/۴ درصد) در خلاء عملکرد سهیم بودند (جدول ۱). میانگین و حداکثر عملکرد واقعی (کشاورزان) در مزارع کوچک به‌ترتیب ۱۳۹۲ و ۵۵۰۰ کیلوگرم در هکتار و میانگین و حداکثر عملکرد برآورد شده ۱۳۳۸/۷ و ۷۹۷۲ کیلوگرم در هکتار بودند (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه رگرسیون عوامل ایجاد کننده خلاء عملکرد در گندم دیم (مزارع کوچک)

Table 1. Results of regression analysis of constitutive factors of yield gap in rainfed wheat (small size fields)

			متغیر در مدل Variable in model		مقادیر برآورد شده Estimated values		خلاء عملکرد Yield gap	
Variable	متغیر	ضریب Coefficient	میانگین Mean	مطلوب Optimum	میانگین Mean	مطلوب Optimum	($kg.ha^{-1}$)	(%)
Intercept	عرض از مبدأ	598.46	1	1	598.46	598.46		
Sowing date	تاریخ کاشت	9.96	52.20	75	519.912	747	227.1	3.4
N Fertilizer rate	مقدار کود سرک	5.04	52.1	200	262.584	1008	745.4	11.2
Atlantis+Bromaicid	آتلانتیس+ برومایسید	3318.24	0.030	1	99.5472	3318.24	3218.7	48.5
Atlantis+Granstar	آتلانتیس+گرانستار	1075.55	0.13	1	139.8215	1075.55	935.7	14.1
Atlantis	آتلانتیس	1225.03	0.06	1	73.5018	1225.03	1151.5	17.4
Weeds	علف‌های هرز	-152.38	2.33	0	-355.0454	0	355	5.4
Grain yield	عملکرد دانه				1338.78	7972.28	6633.5	100

مقدار خلاء عملکرد در مزارع متوسط ۶۴/۳ درصد (۳۲۲۱ کیلوگرم در هکتار) و عوامل تیمار بذر با اسید هیومیک (۱۴ درصد)، تاریخ کاشت (۱۲/۸ درصد)، مقدار کود سرک (۴۳/۲ درصد)، محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی (۶/۹ درصد)، علف‌کش‌های آتلانتیس+ برومایسید (۱۳/۳ درصد)، علف‌های هرز (۹/۸ درصد) در خلاء عملکرد سهیم بودند (جدول ۲). میانگین و حداکثر عملکرد واقعی (کشاورزان) در مزارع متوسط به‌ترتیب ۱۷۷۰ و ۳۸۰۰ کیلوگرم در هکتار و میانگین و حداکثر عملکرد برآورد شده ۱۷۸۳ و ۵۰۰۴ کیلوگرم در هکتار بودند (جدول ۲).

مقدار خلاء عملکرد در مزارع بزرگ ۶۲ درصد بود و عوامل تناوب (۹/۳ درصد)، تراکم بوته (۳۰/۲ درصد)، دفعات تقسیط کود نیتروژن سرک (۱۵/۹ درصد)، علف‌کش‌های آتلانتیس+برومایسید (۲۰/۱ درصد)، قارچ‌کش تیلت (۹/۵ درصد)، بیماری‌ها (۱۱/۸ درصد) و زمان برداشت محصول (۳/۲ درصد) در خلاء عملکرد سهیم بودند (جدول ۳). میانگین و حداکثر عملکرد واقعی (کشاورزان) در مزارع بزرگ به ترتیب ۲۰۳۲ و ۴۷۰۰ کیلوگرم در هکتار و میانگین و حداکثر عملکرد برآورد شده ۲۰۲۲/۵ و ۵۳۷۶ کیلوگرم در هکتار بودند (جدول ۳).

مقدار خلاء عملکرد در مزارع کوچک، بیشتر (۸۳ درصد) از مزارع بزرگ (۶۲ درصد) بود و همچنین عوامل ایجاد کننده خلاء عملکرد در هر یک از مزارع متفاوت و در مواردی که عوامل مشترک بودند، میزان (شدت) اثر آنها متفاوت بود.

نتایج نشان داد که در مجموع ۹۵ مزرعه، ۱۲ نوع علف‌کش به‌صورت جداگانه و یا اختلاط مصرف شدند. علف‌کش‌های آتلانتیس+ برومایسید در هر سه گروه اندازه مزرعه بر خلا عملکرد تأثیرگذار بود (شکل ۱)، اما با توجه به اندازه مزرعه، سهم (درصد) و رتبه (درجه اهمیت) آن متفاوت بود. در مزارع کوچک علف‌کش‌های آتلانتیس+ برومایسید با ۴۸ درصد، بیش‌ترین سهم را داشت، در حالی که این عامل در مزارع متوسط با ۱۳ درصد در رتبه سوم قرار گرفت و مصرف کود سرک با ۴۳ درصد در اولویت قرار گرفت. در مزارع بزرگ علف‌کش‌های آتلانتیس+برومایسید با ۲۰ درصد در رتبه دوم و تراکم بوته با ۳۰ درصد در اولویت قرار گرفت. از دلایل این موضوع می‌توان به وضعیت اولیه مزارع (تراکم و نوع علف‌های هرز و کارایی علف‌کش‌ها) اشاره نمود. بر اساس مشاهدات مزرعه‌ای، در مزارع کوچک مشکل علف‌های هرز نسبت به مزارع متوسط و بزرگ، بیشتر بوده است و به همین علت احتمالا علف‌کش‌ها در مزراع کوچک سهم بیشتری را در خلاء عملکرد داشتند.

جدول ۲- نتایج تجزیه رگرسیون عوامل ایجاد کننده خلاء عملکرد در گندم دیم (مزارع متوسط)

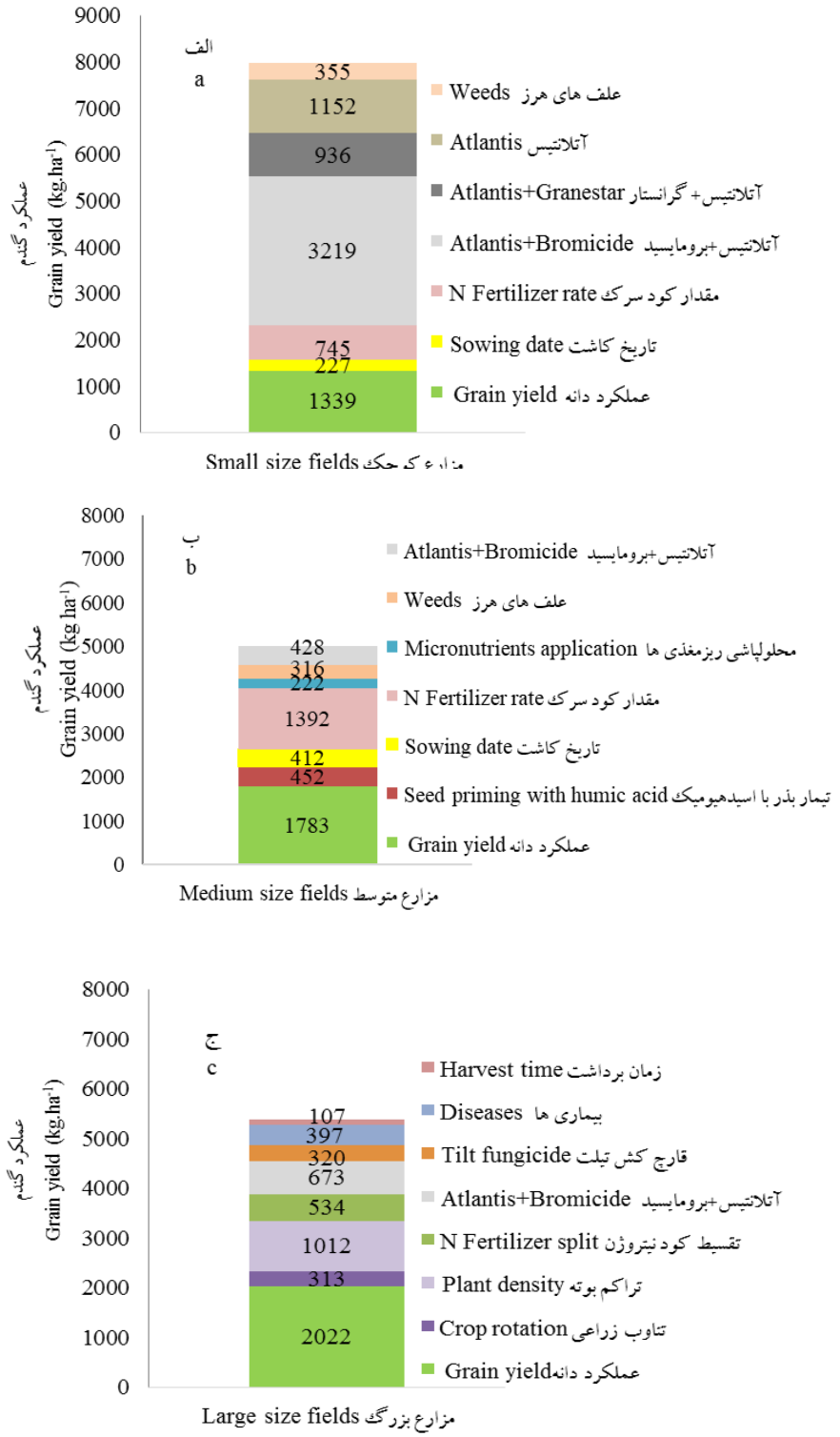
Table 2. Results of regression analysis of constitutive factors of yield gap in rainfed wheat (medium size fields)

Variable	متغیر	ضریب Coefficient	متغیر در مدل Variable in model: میانگین Mean	متغیر در مدل Variable in model: مطلوب Optimum	مقادیر برآورد شده Estimated values: میانگین Mean	مقادیر برآورد شده Estimated values: مطلوب Optimum	خلاء عملکرد Yield gap: (kg.ha^{-1})	خلاء عملکرد Yield gap: (%)
Intercept	عرض از مبدأ	618.2	1.0	1.0	618.2	618.2		
Seed priming with humic acid	تیمار بذر با اسید هیومیک	617.1	0.27	1.0	165.4	617.1	451.7	14.0
Sowing date	تاریخ کاشت	12.2	55.21	89.0	672.5	1084.0	411.6	12.8
N Fertilizer rate	مقدار کود سرک	4.7	93.78	390.0	440.8	1833.0	1392.2	43.2
Micronutrients spplication	محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها	335.8	0.34	1.0	114.2	335.8	221.7	6.9
Atlantis+Bromaicide	آتلانتیس+برومایسید	516.2	0.170	1.0	87.8	516.2	428.5	13.3
Weeds	علف‌های هرز	-180.3	1.8	0.0	-315.5	0.0	315.5	9.8
Grain yield	عملکرد دانه				1783	5004	3221	100

جدول ۳ - نتایج تجزیه رگرسیون عوامل ایجاد کننده خلاء عملکرد در گندم دیم (مزارع بزرگ)

Table 3. Results of regression analysis of constitutive factors of yield gap in rainfed wheat (large size fields)

Variable	متغیر	ضریب Coefficient	متغیر در مدل Variable in model: میانگین Mean	متغیر در مدل Variable in model: مطلوب Optimum	مقادیر برآورد شده Estimated values: میانگین Mean	مقادیر برآورد شده Estimated values: مطلوب Optimum	خلاء عملکرد Yield gap: (kg.ha^{-1})	خلاء عملکرد Yield gap: (%)
Intercept	عرض از مبدأ	-5441.6	1.00	1.00	-5441.6	-5441.6		
Crop rotation	تناوب زراعی	416.8	0.25	1.00	104.2	416.8	312.6	9.3
Plant density	تراکم بوته	8.4	240	360	2023.2	3034.8	1011.6	30.2
N fertilizer split	تقسیط کود نیتروژن	327.4	1.37	3.00	448.5	982.2	533.7	15.9
Atlantis+Bromaisid	آتلانتیس+ برومایسید	700.7	0.04	1.00	28.0	700.8	672.7	20.1
Tilt fungicide	قارچ‌کش تیلت	639.4	0.50	1.00	319.7	639.4	319.7	9.5
Diseases	بیماری‌ها	-436.1	0.91	0.00	-396.9	0.0	396.9	11.8
Harvest time	زمان برداشت	19.4	254.5	260	4937.3	5044.0	106.7	3.2
Grain yield	عملکرد دانه				2022.5	5376.4	3353.9	100.0



شکل ۱- عوامل ایجاد کننده خلاء عملکرد در گندم دیم

مزارع کوچک (الف)، مزارع متوسط (ب) و مزارع بزرگ (ج)

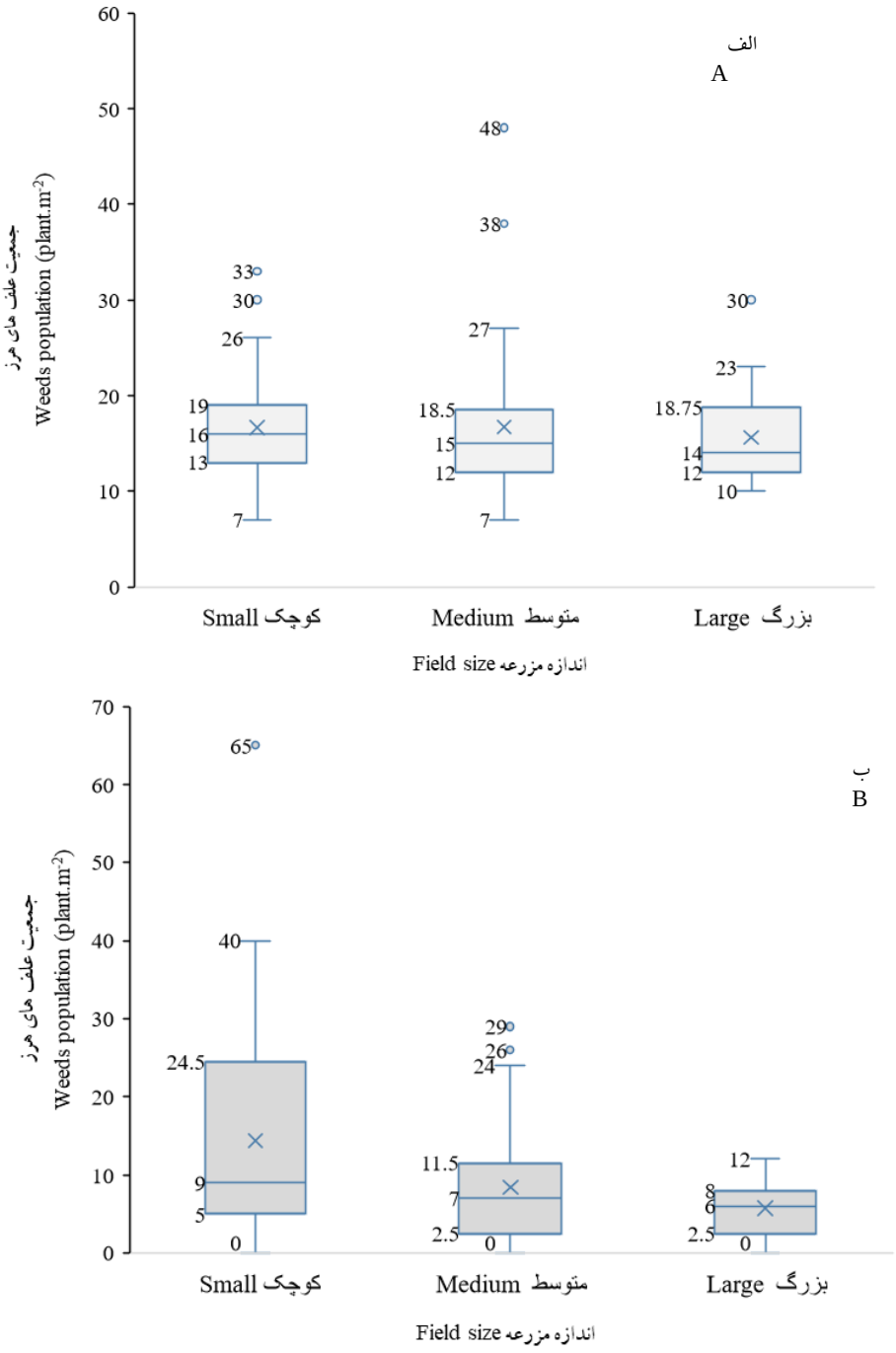
Fig. 1. constitutive factors of yield gap in rainfed wheat

small (a), medium (b) and large (c) size fields

میانگین تراکم علف‌های هرز در نمونه‌برداری اول (قبل از سمپاشی) در مزارع متوسط ۱۶/۷ بوته در مترمربع (۷ تا ۴۸ بوته) بود که در نمونه‌برداری دوم به ۸/۳ بوته در مترمربع (صفر تا ۲۹ بوته) کاهش یافت (شکل ۲). تعداد علف‌های هرز در نمونه‌برداری اول برای مزارع بزرگ به طور متوسط ۱۵/۵ بوته در مترمربع بود و در نمونه‌برداری دوم به شش بوته در مترمربع کاهش یافت. در مزارع کوچک میانگین تراکم علف‌های هرز در نمونه‌برداری دوم به مقدار ناچیزی کاهش یافت و در برخی مزارع نیز با افزایش همراه بود. زمان نامناسب مصرف علف‌کش‌ها (کنترل دیرهنگام)، کالیبره نبودن سمپاش، عدم دسترسی به تجهیزات سمپاشی و استفاده از علف‌کش‌های نامناسب، باعث کاهش کارایی سموم و عدم موفقیت در کنترل علف‌های هرز می‌شود (Qasem, 2011). در مزارع بزرگ‌تر به دلیل اینکه اغلب دسترسی به امکانات بیشتر است، کنترل علف‌های هرز به‌طور موثرتری انجام شده و جمعیت علف‌های هرز در مزارع بزرگ در نمونه‌برداری دوم نسبت به نمونه‌برداری اول ۶۱ درصد کاهش داشت. در مزارع کوچک جمعیت علف‌های هرز در نمونه‌برداری دوم نسبت به نمونه‌برداری اول تنها ۱۳ درصد کاهش داشت. این مقدار برای مزارع متوسط حدود ۴۹ درصد بود. هرچند در مزارع گندم مورد ارزیابی، علف‌های هرز خردل وحشی(*Sinapis srvensis*)، علف خونی(*Phalaris* spp) و کنگر وحشی (*Cirsium arvense*) مشاهده شدند، اما گونه غالب علف‌های هرز، چچم (*Loium* spp) و پس از آن یولاف وحشی (*Avena fstua*)، بودند. سازمان جهاد کشاورزی استان، علف‌کش‌های تاپیک، ایلوکسان، آکسیال را برای کنترل علف‌هرز چچم در مرحله ۲ تا ۴ برگی علف هرز توصیه کرده است. در تحقیق حاضر از مجموع ۹۵ مزرعه، در هفت مزرعه تاپیک، در نه مزرعه اکسیال و ۲۶ مزرعه از مخلوط گرانستار+تاپیک استفاده شده بود. به‌عبارت دیگر در اغلب مزارع از سموم توصیه شده برای کنترل علف هرز چچم استفاده نشده بود. از دلایل دیگر مشکل مربوط به علف‌های هرز، استفاده از بذر خودمصرفی و عدم استفاده از بذور گواهی شده است. در ۴۶/۶ درصد از مزارع با مساحت کوچک از بذور خودمصرفی استفاده شده بود. در مزارع متوسط ۲۹ درصد (۱۲ مزرعه از ۴۱ مزرعه) و در مزارع بزرگ ۴۵ درصد (۱۱ مزرعه از ۲۴ مزرعه) از بذر خود مصرفی استفاده شده بود.

نتایج نشان داد که مقدار مصرف کود سرک با سهم ۱۱/۲ و ۴۳/۲ درصد (به‌ترتیب در مزارع کوچک و متوسط) در ایجاد خلاء عملکرد نقش داشتند، بنابراین لازم است مصرف کود سرک نیتروژن به نحو بهتری مدیریت شود. میانگین مقدار مصرف کود سرک در مزارع کوچک ۵۴/۶، در مزارع متوسط ۹۳/۷ و در مزارع بزرگ ۱۱۵/۴ کیلوگرم در هکتار بود. در مزارع بزرگ تعداد دفعات تقسیط کود نیتروژن سرک با سهم ۱۵/۹ درصد در خلاء عملکرد موثر بود. تعداد دفعات تقسیط کود سرک در مزارع کوچک ۰/۷۶، متوسط ۱/۱۹ و بزرگ ۱/۳۷ بود (جدول ۴).

تاریخ کاشت در مزارع کوچک و متوسط به‌ترتیب با سهم ۳/۴ و ۱۲/۸ درصد در خلاء عملکرد مؤثر بودند. دامنه تاریخ کاشت از اوایل آبان تا اواخر آذر بود (شکل ۳). به‌نظر می‌رسد که در بازه زمانی یاد شده، تاریخ کاشت‌های دیرهنگام بهتر بودند، به عبارت دیگر مزارعی که از اواسط آذر به بعد کشت شده بودند، عملکرد مناسب‌تری داشتند. بر اساس توصیه‌های ترویجی نیز تاریخ کاشت مناسب برای اغلب ارقام گندم در منطقه، ماه آذر اعلام شده است. با توجه به اینکه زراعت به‌صورت دیم انجام شده بود، برتری عملکرد دانه ارقام گندم در تاریخ کاشت آذر در سال اجرای آزمایش در منطقه، احتمالا به دلیل تعادل رطوبت بین دوره رویشی و دوره زایشی بوده است. البته این



شکل ۲- حداقل، میانگین و حداکثر جمعیت علف‌های هرز در مزارع کوچک، متوسط و بزرگ گندم دیم در نمونه‌برداری اول (قبل از سمپاشی) (الف) و نمونه‌برداری دوم (بعد از سمپاشی) (ب)

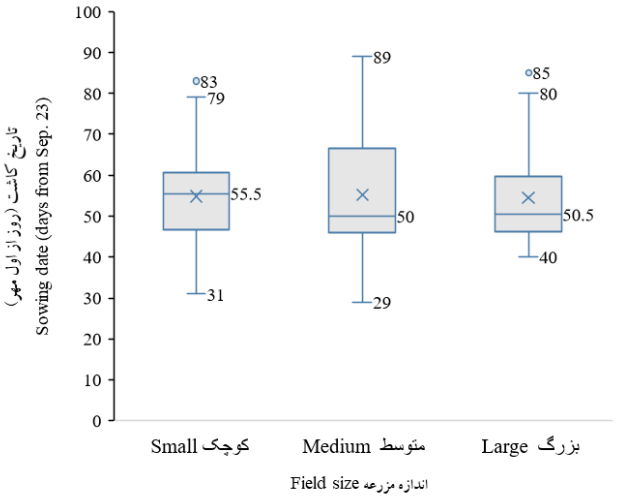
Fig. 2. Minimum, mean and maximum weeds population in small, medium and large size fields of rainfed wheat before (a) and after (b) herbicide application

جدول ۴- میانگین مقدار مصرف کود سرک نیتروژن، تعداد دفعات مصرف کود سرک، جمعیت علف‌های هرز و عملکرد دانه واقعی گندم دیم

Table 4. Mean of N fertilizer split application rate, number of splitting, weeds population and actual grain yield of rainfed wheat

متغیر Variable	Field size	اندازه مزرعه	میانگین Mean
مقدار مصرف کود سرک نیتروژن N fertilizer split application rate	Small	کوچک	54.6b
	Medium	متوسط	93.7ab
	Large	بزرگ	115.4a
تعداد دفعات مصرف کود سرک نیتروژن No. of N fertilzer splitting	Small	کوچک	0.76b
	Medium	متوسط	1.19a
	Large	بزرگ	1.37a
تراکم علف‌های هرز بعد از سمپاشی Weeds population after herbicide application (plant.m^{-2})	Small	کوچک	14.3a
	Medium	متوسط	8.3b
	Marge	بزرگ	5.7b
عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})	Small	کوچک	1392.3b
	Medium	متوسط	1770.5ab
	Large	بزرگ	2032.5a

موضوع صرفا مربوط به اثرمطلق تاریخ کاشت نیست و مجموعه‌ای از سایر عوامل مدیریتی را نیز در بر می‌گیرد. با بررسی بیشتر اطلاعات مدیریتی مزارع مشخص شد که کشاورزانی که کشت را دیرتر انجام داده بودند، با مصرف بیشتر بذر، تراکم بوته مناسبی داشتند و پس از آن با تغذیه مناسب (تیمار بذر، مصرف کود دامی، مصرف کود پایه، سرک و محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها) بخشی از آثار منفی تاخیر در کاشت را جبران نمودند. به‌علاوه این امکان وجود دارد که جمعیت برخی آفات مانند سوسک سیاه گندم (*Zabrus tenebrioides Goze*)، کرم مفتولی (*Ariotes lineatus*) با تغییر شرایط آب و هوایی کاهش یابد (Jalilian and Tawhidi, 2017).



شکل ۳- حداقل، میانگین و حداکثر تاریخ کاشت در مزارع کوچک، متوسط و بزرگ گندم دیم

Fig. 3. Minimum, mean and maximum sowing dates in small, medium and large size field of rainfed wheat

در مزارع متوسط تیمار بذر با اسید هیومیک با سهم ۱۴درصد در ایجاد خلاء عملکرد موثر بود. در مزارع کوچک تنها ۱۰ درصد (۳ مزرعه از ۳۰ مزرعه)، در مزارع متوسط ۲۶ درصد (۱۱ مزرعه از ۴۱) و در مزارع بزرگ ۱۶ درصد (چهار مزرعه از ۲۴) از تیمار بذر با اسید هیومیک استفاده شده بود. کشاورزان در مزارع متوسط (پنج تا ۱۰ هکتار) تمایل بیشتری به استفاده از تیمار بذر با اسید هیومیک داشتند. عدم آگاهی از فواید تیمار بذر و هزینه‌های کارگری جهت اجرای تیمار بذر در مزارع کوچک و دشواری فرایند تیمار بذرمالی در مزارع بزرگ، حجم بالای بذر و آغشته کردن آن با اسید هیومیک و خشکاندن بذرها و غیره، از موانع استفاده از تیمار بذرمالی می‌باشد. نتایج نشان داد که در مزارع متوسط، میانگین عملکرد دانه در تیمار بذرمالی با اسید هیومیک، ۲۹۲۲/۸ کیلوگرم در هکتار و در شرایط عدم تیمار بذرمالی، ۱۸۸۹/۵ کیلوگرم در هکتار بود (اختلاف معنی‌دار بود).

در مزارع با اندازه متوسط، محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی با سهم ۶/۹ درصد در کاهش خلاء عملکرد موثر بود. در مزارع متوسط ۳۴ درصد از مزارع محلول‌پاشی شدند (۱۴ مزرعه از ۲۷ مزرعه). میانگین عملکرد دانه در مزارعی که محلول‌پاشی شده بودند ۲۶۹۶/۵ کیلوگرم در هکتار و در مزارعی که محلول‌پاشی نشده بودند ۱۲۹۰/۴ کیلوگرم در هکتار بود. بنابراین محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی می‌تواند در افزایش عملکرد موثر باشد. در مزارع کوچک و بزرگ به ترتیب ۱۶ و ۳۳ درصد مزارع محلول‌پاشی شده بودند و میانگین عملکرد مزارع محلول‌پاشی شده در مزارع کوچک ۲۹۵۲ و در مزارع بزرگ ۳۱۶۵ کیلوگرم در هکتار بود و با مزارع محلول‌پاشی نشده اختلاف معنی‌داری داشتند.

در مزارع بزرگ میانگین تراکم بوته گندم ۲۴۰ بوته در مترمربع بود (۱۶۰ تا ۴۰۰ بوته). تراکم بوته در مزارع بزرگ بیش‌ترین سهم را نسبت به سایر عوامل مدیریتی داشت، به‌طوری که در دامنه ۱۶۰ تا ۴۰۰ بوته با افزایش تراکم، روند افزایش عملکرد صعودی بود. با توجه به شرایط منطقه و وجود سوسک سیاه گندم در ابتدای فصل و علف‌هرز چچم، به‌نظر می‌رسد که تراکم بوته بالاتر می‌تواند خسارت ناشی از این آفت و علف هرز را کاهش داده و باعث افزایش عملکرد شده است.

در مزارع بزرگ با رعایت تناوب زراعی (با کلزا و جو)، میانگین عملکرد دانه ۳۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و در شرایط عدم رعایت تناوب، ۱۶۴۳ کیلوگرم در هکتار بود. در مزارع بزرگ در ۲۵ درصد از مزارع (شش مزرعه از ۱۸ مزرعه) تناوب زراعی انجام شده بود و افزایش عملکرد را به همراه داشت. بر اساس نتایج، رعایت تناوب ۹/۳ درصد (۳۱۲/۶ کیلوگرم در هکتار) در خلاء عملکرد نقش داشت. گزارش شده است که اجرای تناوب زراعی باعث کاهش جمعیت آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز می‌شود. تناوب زراعی به‌دلیل تفاوت در نیازهای غذایی گیاهان، باعث تعادل در عناصر غذایی خاک و کمک به افزایش عملکرد دانه در گندم می‌شود (Abdulahi, 2016.). در مزارع بزرگ، شیوع بیماری‌ها باعث خلاء عملکرد شده و در مزارعی که از قارچ‌کش تیلت استفاده شده بود، عملکردهای مناسبی تولید شد. برای مزارع بزرگ میانگین عملکرد گندم در مزارعی که از قارچ‌کش تیلت استفاده کرده بودند ۲۷۱۸/۳ کیلوگرم در هکتار و در مزراعی که از قارچ‌کش تیلیت استفاده نشده بود، ۱۳۴۶/۷ کیلوگرم در هکتار بود (اختلاف معنی‌دار بود). در ۱۲ مزرعه از قارچ‌کش تیلت استفاده شده و ۱۲ مزرعه از قارچ‌کش استفاده نشده بود. لازم به توضیح است که مصرف تیلت به‌تنهایی عامل افزایش عملکرد نمی‌باشد، زیرا تیلت قارچ‌کش ضعیف‌تری است و اغلب با هدف پیشگیری در مزارع گندم استفاده می‌شود. استفاده از قارچ‌کش به‌طور غیرمستقیم نشان دهنده میزان مراقبت (مدیریت زراعی) کشاورزان است. به طور معمول اغلب کشاورزان به دلیل عدم آگاهی از

خسارت بیماری‌های قارچی، توجهی به کنترل بیماری‌های قارچی ندارند. برخی از کشاورزان حتی بیماری قارچی را تشخیص نمی‌دهند و با توجه به اینکه استفاده از قارچ‌کش در مراحل انتهایی فصل رشد که بوته‌ها رشد کرده‌اند و وارد کردن تجهیزات سمپاش به مزرعه باعث خسارت به بوته‌های گندم می‌شود، اغلب کشاورزان از مصرف قارچ‌کش‌ها خودداری می‌کنند. در مقابل تعدادی از کشاورزان از قارچ‌کش تیلت جهت پیشگیری از شیوع بیماری‌ها استفاده می‌کنند. به‌علاوه بر اساس مشاهدات و مدیریت اعمال شده در مزارع، این‌گونه کشاورزان سایر اقدامات مدیریتی مانند محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها، مصرف مقدار مناسب کودهای پایه و سرک، رعایت تراکم بوته (۲۶۷) و میزان بذر مصرفی (میانگین ۲۰۵ کیلوگرم در هکتار) و علف‌کش مناسب را رعایت کرده و بنابراین برآیند این عوامل در افزایش عملکرد نقش داشته است. تاریخ برداشت با ۳/۲ درصد در خلاء عملکرد مزارع بزرگ نقش داشته است. بنابراین تنظیم زمان برداشت می‌تواند بخشی از کاهش عملکرد را جبران کند. زیرا برداشت زودهنگام به دلیل چروکیدگی دانه و برداشت دیرهنگام به دلیل خسارت آفات و پرندگان، بارش‌های ناگهانی و ریزش دانه، کاهش عملکرد را به همراه دارد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزایش اندازه مزرعه خلاء عملکرد کاهش یافت. این نتایج با گزارش‌های سایر محققان انطباق داشت. در یک تحقیق، خلاء عملکرد پنبه در ایالت تامیل نادوی هندوستان (شش روستا و ۳۰۰ مزرعه) بررسی شد. نتایج نشان داد که ۴۲ درصد از پنبه‌کاران دارای خلاء عملکرد متوسط، ۳۳ درصد دارای خلاء عملکرد کم، و ۲۵ درصد دارای خلاء عملکرد زیاد بودند. بر اساس نتایج تجزیه رگرسیون چندگانه، از ۱۶ متغیرها مستقل، متغیرهای اندازه مزرعه، استفاده از منابع اطلاعاتی و جهت‌گیری ریسک در عملکرد مؤثر بودند و گزارش شد که در صورت ثابت نگه داشتن سایر متغیرها، افزایش اندازه مزرعه، تجربه کشاورز، استفاده از منابع اطلاعاتی و جهت گیری ریسک، باعث کاهش خلاء عملکرد خواهد شد (Jeya and Thyagarajan, 2011). نتایج یک تحقیق (Priyadarshini *et al*., 2022) نشان داد که خلاء عملکرد کل بستگی به اندازه مزارع داشته و اندازه مزرعه با خلاء عملکرد رابطه معکوس دارد. ایشان گزارش کردند که با افزایش اندازه مزرعه، خلاء عملکرد کاهش می‌یابد. در تحقیق یاد شده، خلاء عملکرد کل ۷/۸۶ درصد، خلاء عملکرد در مزارع کوچک ۱۵/۶۸ درصد، خلاء عملکرد در مزارع متوسط و بزرگ به‌ترتیب ۲/۲۵ و ۳/۳۸ درصد بود. کشاورزان مزارع کوچک به‌دلیل ضعف منابع مالی عملکرد مطلوبی نداشتند. در مقابل در مزارع متوسط، کشاورزان از نظر منابع نسبتا غنی و از نظر فناوری برتر بودند، از این رو خلاء عملکرد در گروه‌های با اندازه مزرعه متوسط نسبتا کم بود. تولیدکنندگان مزارع کوچک بیشترین خلاء عملکرد را داشتند که با اجرای اقدامات پیشنهادی توسط مراکز تحقیقاتی قابل حل است. از بین عوامل مختلف مقدار بذر، مقدار کود، مصرف سموم و نیروی کار عوامل کلیدی ایجاد کننده کاهش خلاء عملکرد بودند. اگرچه آموزش و ترویج می‌تواند باعث بهبود مدیریت زراعی شود، اما در مزارع کوچک کشاورزان به ندرت قادر به تامین مقدار کافی نهاده‌ها برای افزایش عملکرد هستند، بنابراین دولت‌ها باید با تامین وام‌های مناسب و به‌موقع برای این گروه از کشاورزان، زمینه ارتقای عملکرد و امنیت غذایی را فراهم کنند.

بخشی از رعایت و عدم رعایت موارد مدیریتی به امکانات و دسترسی کشاورزان به ماشین آلات کشاورزی مربوط است. در یک تحقیق رابطه شکاف تکنولوژی و اندازه مزرعه در ۶۵۸ مزرعه گندم استان کرمان مورد ارزیابی قرار گرفت. مزارع بر حسب اندازه به سه گروه کوچک (یک هکتار و کم‌تر)، متوسط (بیش از یک تا چهار هکتار) و بزرگ (بیش از چهار

هکتار) گروه‌بندی شدند. نتایج نشان داد که شکاف تکنولوژی در مزارع کوچک ۰/۷۸، در مزارع متوسط ۰/۵۷ و در مزارع بزرگ ۰/۴۲ درصد بود که نشان دهنده تفاوت شکاف تکنولوژی در اندازه‌های مختلف مزرعه است. در این تحقیق میزان عملکرد، مقدار نهاده‌هایی مانند آب، بذر و کود شیمیایی بین اندازه‌های مختلف مزرعه دارای تفاوت اساسی نبود، اما نیروی کار، سموم و ماشین‌آلات دارای تفاوت اساسی بودند. استفاده از نیروی کار و کود حیوانی با اندازه مزرعه رابطه عکس و کاربرد سموم و ماشین آلات با اندازه مزرعه رابطه مستقیم داشت، به عبارت دیگر در مزارع بزرگ به طور فشرده‌تری از سموم و ماشین آلات استفاده می‌شود که این موضوع نشان دهنده تفاوت تکنولوژی در اندازه‌های مختلف مزارع گندم استان کرمان است (Mehrabi Boshrabadi, 2008). در تحقیق واحدی و همکاران (Vahedi *et al.*, 2021) ارتباط کارایی فنی با سطح زیر کشت مزارع گندم دیم در شهرستان اهر در استان آذربایجان شرقی بررسی شد. نتایج نشان داد که افزایش اندازه مزرعه باعث بهبود کارایی فنی کشاورزان می‌شود، زیرا در مزارع با اندازه بزرگ‌تر این امکان وجود دارد که از تجهیزات، ماشین‌آلات و نهاده‌ها به صورت اقتصادی‌تری بهره‌برداری شود. در این تحقیق مزارع بر اساس اندازه به سه گروه تقسیم‌بندی شدند و مشخص شد که ارتباط مثبتی بین میزان کارایی فنی و اندازه مزرعه وجود دارد. یکی از دلایل این موضوع می‌تواند برخورداری از صرفه‌های ناشی از مقیاس مزرعه باشد، زیرا با افزایش اندازه مزرعه و میزان تولید محصول، هزینه‌های کل بین مقدار محصول بیشتری تقسیم شده و کاهش هزینه متوسط تولید هر واحد از محصول، باعث افزایش درآمد و سودآوری خواهد شد. به همین علت کشاورزان با زمین‌های بزرگ‌تر به دلیل برخورداری از وضعیت اقتصادی مناسب‌تر، دسترسی بیشتری به اعتبارات داشته و امکان تامین ماشین‌آلات و تجهیزات پیشرفته و نهاده‌هایی از قبیل کود و سموم شیمیایی برای آنها بیشتر میسر است. با توجه به اینکه رابطه مستقیم بین اندازه مزرعه و کارایی فنی وجود دارد، اتخاذ تدابیری که باعث افزایش اندازه مزرعه شود، اقدام مؤثری در راستای افزایش کارایی فنی و سودآوری محصول خواهد بود. در مقابل در یک تحقیق نتایج متفاوتی گزارش شد. در یک تحقیق که در رابطه با عوامل مؤثر بر خلاء عملکرد و محدودیت‌های تولید سویا در هند انجام شد، ۹۰ مزرعه شامل سه گروه کوچک (کمتر از یک هکتار)، متوسط (یک تا دو هکتار) و بزرگ (بیش از دو هکتار) در شش روستا بررسی شدند. نتایج نشان داد که در بین اندازه‌های مختلف مزرعه، مقدار بذر و پتاس در مزارع کوچک، نیتروژن و فسفر در مزارع متوسط و کود دامی و فسفر در مزارع بزرگ از عوامل مهم بودند. در این تحقیق خلاء عملکرد در مزارع بزرگ بیشتر بود. اکثر کشاورزان از مقادیر توصیه شده نهاده‌ها استفاده نمی‌کردند و یا بیشتر از مقادیر توصیه شده استفاده می‌کردند. این عوامل باعث ایجاد خلاء عملکرد سویا در این منطقه شد (Rameshrao, 2024). دلیل تفاوت در نتایج تحقیق یاد شده با تحقیق حاضر را می‌توان به تفاوت شرایط آب و هوایی، نوع گیاه زراعی، نوع آفات و علف‌های هرز و تکنولوژی نسبت داد. در این منطقه از هند آماده سازی مزارع با استفاده از چهارپایان و ادوات ساده انجام می‌شود و سایر موارد مانند مصرف کود و سموم به مقدار کافی به دلایل قیمت بالا و قدرت خرید پایین در دسترس کشاورزان نیست (Rameshrao, 2024).

در تحقیق حاضر عملکرد واقعی گندم دیم در مزارع کوچک، متوسط و بزرگ به ترتیب ۱۳۹۲، ۱۷۷۰/۵ و ۲۰۳۲/۵ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج سایر تحقیقات نشان داده است که برخی از عوامل ایجاد کننده خلاء عملکرد به دلایل غیرزراعی مانند دسترسی به امکانات و تجهیزات کاشت، داشت و برداشت، وضعیت اقتصادی و امکان تهیه سموم و نهاده‌ها برای

کشاورز اتفاق می‌افتد. به‌طور کلی خلاء عملکرد به دلیل مدیریت نامطلوب در مزارع کشاورزان از جمله تاریخ کاشت نامناسب، مدیریت کود نامناسب، مدیریت ناکارآمد آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز است. این مدیریت نامطلوب ممکن است به دلایلی مانند قیمت محصول، قیمت و دسترسی به نهاده‌ها و ماشین‌آلات اتفاق نیز افتاده باشد. عامل اصلی خلاء عملکرد، اقداماتی است که کشاورز در مزرعه انجام می‌دهد، ولی این اقدامات معلول عوامل دیگری در پشت صحنه هستند که معمولا نادیده گرفته می‌شود و باید برای رفع آنها میز اقدام شود (Soltani and Mirzai, 2022).

عامل دیگر ایجاد کننده خلاء عملکرد مربوط به مصرف علف‌کش‌های آتلانتیس+بروماسید بود که در هر سه اندازه مزرعه درصد قابل توجهی از کاهش عملکرد را به‌وجود آوردند (به‌ترتیب در مزارع کوچک ۴۸/۵ درصد، مزارع متوسط ۱۳/۳ درصد و مزراع بزرگ ۲۰ درصد). تاریخ کاشت، مقدار کود سرک و علف‌های هرز بین مزارع کوچک و متوسط مشترک بود. تیمار بذر با اسید هیومیک و محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها در مزارع متوسط و تناوب زراعی، تراکم بوته، تعداد دفعات تقسیط کود سرک، مصرف قارچ‌کش تیلت و شیوع بیماری‌ها و تاریخ برداشت در مزارع بزرگ از عوامل ایجاد کننده خلاء عملکرد بودند. برخی از عوامل مدیریتی بین گروه‌های مزارع مشترک و برخی دیگر متفاوت بودند. بنابراین لازم است اقدامات مدیریتی اعمال شده توسط کشاورزان نیز مورد توجه قرار اده شود.

تاخیر در کاشت به علت کوتاه شدن طول دوره رشد رویشی باعث کاهش عملکرد می‌شود. بر اساس نتایج یک آزمایش (Ravan *et al*., 2016)، هر روز تاخیر در کاشت (در بازه زمانی ۲۶ آذر تا ۱۷ بهمن)، باعث کاهش عملکرد دانه ارقام گندم دیم به مقدار ۲/۸۱ گرم در مترمربع (۰/۵۸ درصد) در شرایط آب و هوایی گنبد شد. دلیل این موضوع کاهش دوره رویشی و زایشی به دلیل تسریع در مراحل رشد و نمو گیاه در اثر دمای بالا و مواجه شدن دوره انتهایی نمو گیاه با افزایش دما بود. نتایج یک آزمایش درباره اثر تنش گرمای انتهای فصل بر عملکرد دانه ۲۰ رقم گندم دیم در چهار تاریخ کاشت (۱۵ آبان، ۱۵ آذر، ۱۵ دی و ۱۵ بهمن) در شرایط آب و هوایی اهواز نشان داد که با تاخیر در کاشت، عملکرد دانه کاهش یافت و میزان کاهش در برخی از ارقام شدت بیشتری داشت (Moshattati *et al*., 2010).

بر اساس نتایج آزمایش شاهقلی و همکاران (Shahgholi *et al*., 2023) عملکرد دانه گندم در تیمار محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی ۶۵۵۰ کیلوگرم در هکتار و در تیمار بدون محلول‌پاشی ۵۴۹۸ کیلوگرم در هکتار بود. محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی (آهن، روی و بر) علاوه بر بهبود ویژگی‌های فیزیولوژیکی در شرایط تنش کم آبی، باعث افزایش عملکرد دانه گندم می‌شود، زیرا در شرایط تنش کم آبی، دسترسی گیاه به عناصر غذایی و جذب آنها در محیط ریشه محدود می‌شود و محلول‌پاشی برگی می‌تواند مواد مغذی را به طور مستقیم در دسترس گیاه قرار دهد (Ashraf *et al*., 2013).

در یک آزمایش اثر انواع تناوب زراعی (گندم- گندم، آیش- گندم، نخود- گندم، ماشک- گندم، گلرنگ- گندم) در شرایط دیم کرمانشاه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تیمار گندم- گندم کمترین عملکرد (میانگین چهار ساله ۳۴۲۵ کیلوگرم در هکتار) را داشت و سایر تناوب‌ها در رتبه‌های بالاتر قرار گرفتند. تناوب گندم- نخود با ۴۸۲۳ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد را داشت. نتایج یک آزمایش نشان داد که اثر اجرای تناوب زراعی بر عملکرد گندم مثبت بود و کمترین عملکرد گندم در زراعت متوالی گندم و بیشترین عملکرد در تناوب سیب زمینی-گندم حاصل شد

(Rahimizadeh *et al*., 2010). نتایج یک آزمایش دیگر نشان داد که در تناوب گندم-کلزا، مخلوط کردن بقایای زراعت قبلی با خاک و مصرف کود نیتروژن به‌صورت ۵۰ درصد پیش از کاشت و ۵۰ درصد در مرحله ۱۲ برگی بوته، باعث کاهش پویایی جمعیت علف‌های هرز در زراعت کلزا شد (Tehrani *et al*., 2009).

اسید هیومیک از جمله اسیدهای آلی محلول در آب است که در مواد آلی خاک وجود دارد و اثرات مفیدی بر رشد گیاه و کارکرد سلول‌های گیاهی داشته و باعث افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه می‌شود. در آزمایش مجیدی و خلیل‌زاده (Majidi and Khalilzadeh. 2023) تیمار بذرمال اسید هیومیک- فولیک باعث افزایش عملکرد دانه گندم دیم به میزان ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار شد. حق‌پرست و همکاران (Haghparast *et al*., 2021) گزارش کردند که تیمار بذر گندم با اسید هیومیک باعث افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در شرایط تنش خشکی می‌شود. در آزمایش سیلسپور (Seilsepour, 2023) تیمار بذر پنبه با اسید هیومیک و کودآبیاری به مقدار ۱۰ لیتر در هکتار مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که عملکرد وش پنبه در تیمار اسید هیومیک بذرمال ۳۵۶۸ کیلوگرم در هکتار و در تیمار ۱۰ لیتر کودآبیاری ۳۶۶۰ کیلوگرم در هکتار و بیشتر از عدم مصرف اسید هیومیک (۲۹۵۵ کیلوگرم در هکتار) بود. نتایج سایر تحقیقات نیز نشان داده است که مصرف اسید هیومیک در زراعت نخود با افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک، باعث تبدیل فرم غیرقابل جذب عناصرغذایی به فرم قابل جذب می‌شود (Osman and Rady, 2012). مصرف کود نیتروژن سرک نیز یکی از عوامل مهم مدیریتی در مزارع گندم دیم محسوب می‌شود که اثرگذاری آن وابستگی زیادی به مقدار و توزیع بارش‌ها دارد (Haghparast *et al*., 2014).

نتیجه گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزایش اندازه مزرعه، مقدار خلاء عملکرد در زراعت گندم دیم کاهش یافت. عوامل ایجاد خلاء عملکرد و اولویت عوامل مدیریتی در هر گروه از سه اندازه مزرعه مورد ارزیابی متفاوت بود. میزان خلاء عملکرد در مزارع بزرگ، متوسط و کوچک به ترتیب ۶۲، ۶۴ و ۸۳ درصد و عملکرد واقعی گندم دیم در مزارع کوچک، متوسط و بزرگ به ترتیب ۱۳۹۲، ۱۷۷۰/۵ و ۲۰۳۲/۵ کیلوگرم در هکتار بود. عوامل ایجاد کننده خلاء عملکرد در مزارع کوچک و متوسط در برخی موارد مشابه بودند، با این حال سهم آنها در کاهش عملکرد متفاوت بود. به نظر می‌رسد کشاورزانی که مزارعی با مساحت بیشتری دارند، به دلیل دسترسی به امکانات و ماشین‌آلات کشاورزی مدیریت زراعی مناسب‌تری مانند کنترل علف‌های هرز و آفات و بیماری‌ها، تامین بذر با کیفیت گواهی شده، تهیه سموم و کودهای با کیفیت را در بهترین زمان در مزرعه اعمال کنند و بر این اساس افزایش اندازه مزرعه می‌تواند افزایش عملکرد و کاهش خلاء عملکرد را در زراعت گندم دیم در پی داشته باشد.

منابع مورد استفاده

References

Anagholi1, A., Nikkhah, M., and Omidvari, Z. 2024. Identification of yield-reducing factors using Comparative Performance Analysis (CPA) method in wheat fields (Case study: Abarkoh). *Crop Science Research in Arid Regions*, 6 (1), pp.17-31. [In Persian]. doi: 10.22034/CSRAR.2024.368709.1288

Abdulahi, A. 2016. Effect of different crop rotations on grain yield and some agronomic traits of wheat

(*Triticum aestivum* L.) in dryland conditions of Kermanshah. *Jounal of Agroecology*, 8(3), pp.373-384. [In Persian]. doi: 10.22067/jag.v8i3.37235

Ashraf, M., Akram, N. A., Al-Qurainy, F., and Foolad. M.R. 2013. Drought tolerance: Roles of organic osmolytes, growth regulators, and mineral nutrients. *Advances in Agronomy*, 111, pp.249-296. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387689-8.00002-3.

Hadi Zadeh, H.R., Soltani, A., Gherekhloo, J., and Jafarnodeh. S. 2024. Identifying the factors leading to yield gap in irrigated wheat (Case study: Golestan province - Jelin city). *Journal of Plant Production Research*, 31(2), pp.171-189. [In Persian]. doi:10.22069/jopp.2023.21467.3053

Haghparast, R., Zangeneh, S., and Rajabi, R. 2014. The effect of seed treatment with Humic and Fulvic acid on the germination wheat under drought stress conditions. The 6th National Conference on New Ideas in Agricultural Islamic Azad University Esfahan (Khorasghan), Khorsghan, Iran. [In Persian]. AGRIDEA06_357

Jeya, R. and, Thyagarajan, S. 2011. A study on yield gap in cotton cultivation. *Agriculture Update*, 6 (1), pp.75-77. https://cabidigitallibrary.org by 83.123.135.158, on 04/10/25

Jalilian, F., and Tawhidi, M.T. 2017. Understanding the Black Wheat Beetle and its consolidated management. *Management of Kermanshah Agricultural Jihad Organization Promotion*, 27 p. [In Persian].

Majidi, A., and Khalilzadeh. Gh. 2023. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi and humic-fulvic acid on the agronomic characteristics of wheat in dryland conditions. *Iranian Dryland Agronomy Journal*, 12 (1), pp.67-83. [In Persian]. doi: 10.22092/IDAJ.2023.361553.395.

Mehrabi Boshrabadi, H. 2008. Investigation of the relationship between farm size and Technological Gap Ratio on wheat in Kerman province. *Agricultural Sciences and Technology Journal*, 22 (1), pp.105-116. [In Persian].

Moshattati, A., Alami Saeid, Kh., Siadat, S.A., Bakhshandeh, A.M., and Jalal Kamali. M.R. 2010. Evaluation of terminal heat stress tolerance in spring bread wheat in Ahwaz condition. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 12(2), pp.85-99. [In Persian]. doi: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.1.0

Montazeri, M., and Bay. N. 2012. Climatic zoning of the Caspian region using multivariate statistical methods, *Isfahan University Geographical Research Quarterly*, 2(105), pp.77-90. [In Persian].

Nehbandani, A., and Soltani. A. 2018. Guide to gap analysis of crop yield in production areas. Report. *Gorgan Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 17 p. [In Persian].

Nehbandani, A., Soltani, A., Zeinali, E., and Hoseini. F. 2017. Analysing soybean yield constrains in Gorgan and Aliabad Katul using CPA method. *Journal of Agroecology*, 7(1), pp.109-123. [In Persian]. doi:10.22067/JAG.V913.511086

Osman, A.S.H., and Rady. M.M. 2012. Ameliorative effects of sulphur and humic acid on the growth, antioxidant levels, and yields of pea (*Pisum sativum* L.) plants grown in reclaimed saline soil. *Journal of Horticulture Science and Biotechnology*, 87, pp.626-632. https://doi.org/10.1080/14620316.2012.11512922

Priyadarshini, B.J., Sinha, D.K., Ahmed, N., Singh, K.M., Kumar, M., and Singh. S.P. 2022. Yield gap

analysis of cotton in Bhadradri Kothagudem district of Telangana. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology*, 40(5), pp.60-64. https://doi.org/10.9734/AJAEES/2022/v40i530886

Qasem, J.R. 2011. Herbicides Applications: Problems and Considerations, Herbicides and Environment, Kortekamp, A. (Ed.), ISBN: 978-953-307-476-4, InTech, Available at: www.intechopen.com/ books/herbicides-and-environment/herbicides-applications-problems-andconsiderations doi: 10.5772/12960

Rahimizadeh, M., Kashani, A., and Zare Feizabadi. A. 2010. The effect of pre-planting tillage, nitrogen fertilizer, and crop residue return on wheat growth and yield. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 8(1), pp.98-110. [In Persian]. doi:10.22067/gsc.v8i1.7398

Rameshrao, P.Y. 2024. Resource use efficiency and yield gap analysis of soybean in Amravati district of Maharashtra. MSc (Agriculture) in Agricultural Economics. Department of Agricultural Economics Post Graduate Institute, Mahatma Phule Krishi Vidyapeeth, Rahuri - 413 722, dist. Ahmednagar, Maharashtra, (India). 66 p. doi:10.9734/ajaees/2024/v42i122633

Ravan, M.S., Galeshi, S., Zeinali, E., Mohammadi, R., and Rahemi Karizaki, A. 2016. Quantification of growth and development of wheat cultivars under different photoperiod conditions in Gonbad-e-Kavous area. *Journal of Applied Research of Plant Ecophysiology*, 3(1), 89-104. [In Persian]. URL: http://arpe.gonbad.ac.ir/article-1-208-fa.html

Seilsepour, M. 2022. The effects of humic and salisylic acid application on yield, fiber quality and nutrient concentration in leaves of cotton var. Khordad. *Journal of Plant Process and Function*, 11(48), pp.229-248. [In Persian]. doi: 20.1001.102322272701401.11.48.15.6

Shahgholi, Sh., Sayfzadeh, S., Hadidi Masouleh, E., Shahsavari, N., and Zakerin. H. 2023. The effect of foliar application of micro-elements on some biochemical traits and wheat yield under water stress conditions. *Plant Process and function*, 12 (56), pp.221-237. [In Persian].doi: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.15.9

Shiferaw, B., Smale, M., Braun, H.J., Duveiller, E., Reynolds, M., and Muricho. G. 2013. Crops that feed the world 10. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security. *Global Food Security*, 5, pp.291-317. https://doi.org/10.1007/s12571-013-0263-y

Silva, J.V., Reidsma, P., Baudron, F., Jaleta, M., Tesfaye, K., and Van Ittersum. M.V. 2021. Wheat yield gaps across smallholder farming systems in Ethiopia. *Agronomy for Sustainable Development*, 41: 12, https://doi.org/10.1007/ s13593-020-00654-z

Soltani, A., Nehbandani, A., Zeinali, E., Torabi, B., Zand, A. Ghasemi, S., Alesti, A., Dadarsi, A., Hosseini, R., Alimaqam, S.M., Zahed, M., Fayazi, H., Kamari, H., ArabAmeri, R., Mohammadzadeh, Z., Rehban, S., Mohammadi, S., and Keramat. S. 2019. Preparation of the Performance Gap Atlas and Production Capacity of Important Agricultural Plants in the Country in Current and Future Climatic Conditions. *Sirang Vocabulary Publications*, 268 p. [In Persian].

Soltani, A., and Mirzai, A. 2022. Analysis of yield potential and yield gap in plant production systems. *Sirang Vocabulary Publications*, 42 p. [In Persian].

Soltani, S., Nakhzari Moghadam, A., Benayan Aval, M., Kashiri, H.A., Rahmi Karizaki, A., and Naeimi. M. 2022. Evaluation of management factors affecting cotton yield gap in the semi-arid moderate climate conditions using comparative performance analysis (CPA) (A case study: west of Golestan Province). *Iranian Journal of Cotton Researches*, 11(1), pp.35-52. [In Persian]. doi:10.22092/ijcr.20240363702.1203

Tehrani, M., Aynehband, A., and Nabati Ahmadi, D. 2009. The study of dynamics of weed plants population affected by residue management and nitrogen splitting in canola (*Brassica napus* L.) production. *Plant Production*, 32(1), pp.65-79. [In Persian]. doi:10.22069/EJCP.2020.12532.1975

Torabi, B., Soltani, A., Galeshi, S., and Zeinali. E. 2020. Yield gap analysis: quantifying the gap between actual yield and potential yields of wheat in Gorgan. *Journal of Crop Production*, 13(1), pp.1-24. [In Persian]. doi:10.22069/EJCP.2020.12532.1975

Vahedi, J., Dashti, Q., and Hosseinzad. J. 2021. The relationship between technical efficiency and the cultivated area of rainfed wheat farms in Ahar County. *12th National Conference of Agricultural Economy of Iran*, 31 May and 1 June 2021. University of Kurdestan, Sanandaj, Iran.

WISRA (Wheat Initiative's Strategic Research Agenda). 2021. Available online: www.wheatinitiative.org/strategic-research-agenda [accessed on 25 December 2021].