

DOR: 20.1001.1.23223243.2021.19.1.29.0

اثر اندازه مزرعه بر عوامل موثر در خلاء عملکرد دانه گندم (*Triticum aestivum* L.) 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، کمال الدین خاندردی^۲، ولی جان کرد^۳، افشین سلطانی^۴، فرشید قادری فر^۵
و آسیه سیاهمرگویی^۶

چکیده

جافرنوده، ص. ک. خاندردی، و. جان کرد، ا. سلطانی، ف. قادری فر و آ. سیاهمرگویی. ۱۴۰۳. اثر اندازه مزرعه بر عوامل موثر در خلاء عملکرد دانه گندم (*Triticum aestivum* L.) 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 می شود که معمولاً به دلیل مدیریت زراعی نامناسب به وجود می آید 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 به صورت 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 آماده سازی 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) گروه بندی شده و سپس عوامل مدیریتی، عملکرد دانه و میزان خلاء عملکرد به تفکیک در هر گروه تعیین شدند. برای شناسایی عوامل ایجادکننده خلاء عملکرد و تعیین محدودیت های 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 به ترتیب ۱۳۹۲، ۱۷۷۰/۵ و ۲۰۳۲/۵ کیلوگرم در هکتار بود. عوامل موثر بر خلاء عملکرد در مزارع کوچک شامل تاریخ کاشت (۳/۴ درصد)، مقدار کود سرک (۱۱/۲ درصد)، علف کش های آتلاتیس + بروماید (۴۸/۵ درصد)، علف کش های آتلاتیس + گرانستار (۱۴/۱ درصد)، علف کش آتلاتیس (۱۷/۴ درصد) و علف های هرز (۵/۴ درصد)، در مزارع متوسط شامل تیمار بذریه با اسید هیومیک (۱۴ درصد)، تاریخ کاشت (۱۲/۸ درصد)، مقدار کود سرک (۴۳/۲ درصد)، محلول پاشی ریز مغذی ها (۶/۹ درصد)، علف کش های آتلاتیس + بروماید (۱۳/۳ درصد)، علف های 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)، علف کش های آتلاتیس + بروماید (۲۰/۱ درصد)، قارچ کش تیلت (۹/۵ درصد)، بیماری ها (۱۱/۸ درصد) و برداشت محصول (۳/۲ درصد) بودند. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزایش اندازه مزرعه، خلاء عملکرد کاهش می یابد. 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.

واژه های کلیدی: تراکم بوته، تناوب زراعی، عملکرد دانه، گندم دیم و علف کش

این مقاله مستخرج از پایان نامه های کارشناسی ارشد نگارندگان دوم و سوم می باشد

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۳۱

۱- دانش آموخته دکتری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران (مکاتبه کننده، saforajafarnode@yahoo.com)

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۳- دانش آموخته 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 machinery 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 herbicide 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 (Ramesh Rao, 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 قارچ کش (مصرف/عدم مصرف)، مصرف قارچ کش آلتوکمبی (مصرف/عدم مصرف) در خلاء عملکرد سهم 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 (Anaghali 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 سهم 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 به دلیل ضعف منابع مالی، عملکرد مطلوبی نداشتند. کشاورزان مزارع متوسط از نظر منابع مالی نسبتاً غنی و از نظر فناوری برتر بودند و خلاء عملکرد در گروه‌های با اندازه مزرعه متوسط، نسبتاً 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 تأثیر 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 ایجادکننده 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 ایشان، گمیش تپه، ناردالی، کملر، خواجه نفس و چارقلی انجام شد. بر اساس گزارش هواشناسی ایستگاه کليماتولوژی 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 به ترتیب ۳۳ و ۳۵/۵ میلی‌متر بود که هم‌زمان با مراحل کاشت تا سبز شدن گیاهچه و تشکیل سنبه گندم بود. کمترین میانگین دمای هوای ماهانه، در مرحله سبز شدن گیاهچه در دی و آذر (به ترتیب 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 به صورت 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 ایجادکننده خلاء عملکرد قابل شناسایی بوده و تقریباً 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 علف کش، حشره کش و قارچ کش، تعداد دفعات و مقدار کوددهی (انواع کودهای پایه و سرک و کود دامی)، محلول پاشی عناصر ریز مغذی و نوع علف های هرز و عملکرد واقعی کشاورز محصول بودند. بعد از جمع آوری اطلاعات، و برای تجزیه بعدی، کلیه متغیرها به صورت کمی کد گذاری شدند. برای متغیرهای کیفی مانند نوع زراعت قبلی، نوع رقم، نوع کود و غیره، کد گذاری با گذاشتن کد صفر (به معنای عدم استفاده) و کد یک (به معنای استفاده) انجام شد. فراوانی مطلق و تجمعی داده ها 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) گروه بندی شده و سپس عوامل مدیریتی، عملکرد دانه و میزان خلاء عملکرد به تفکیک در هر گروه تعیین شدند. با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده از مزارع، تجزیه خلاء عملکرد انجام شد. این اطلاعات کاملاً تحت تاثیر مدیریت و محیط می باشد، بنابراین نتایج حاصله به واقعیت منطقه نزدیک تر 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 می گیرد. 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، نشان دهنده سهم آن متغیر در ایجاد خلاء عملکرد می باشد. برای تجزیه داده ها از نرم افزار آماری SAS و مدل رگرسیون گام به گام استفاده شد (Nehbandani and Soltani, 2018). متغیرهای مورد نظر ابتدا در قالب طرح کاملاً تصادفی با تکرار نامتعادل تجزیه شدند و سپس مقایسه میانگین ها 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)، علف کش های آتلاتیس + بروماید (۴۸/۵ درصد)، علف کش های آتلاتیس + گرانستار (۱۴/۱ درصد)، علف کش آتلاتیس (۱۷/۴ درصد) و علف های هرز (۵/۴ درصد) در خلاء عملکرد سهم بودند (جدول ۱). میانگین و حداکثر عملکرد واقعی (کشاورزان) در مزارع کوچک به ترتیب 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)

Variable	متغیر	متغیر در مدل Variable in model			مقادیر برآورد شده Estimated values		خلاء عملکرد Yield gap	
		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+Bromacid	آتلانتیس + بروماید	3318.24	0.030	1	99.5472	3318.24	3218.7	48.5
Atlantis+Granstar	آتلانتیس + گرانتار	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

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 علف کش به صورت جداگانه و یا اختلاط مصرف شدند. علف کش‌های آتلانتیس + بروماید 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 علف کش‌های آتلانتیس + بروماید 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 علف کش‌های آتلانتیس + بروماید 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 علف کش‌ها) 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 احتمالاً علف کش‌ها در مزارع کوچک سهم بیشتری را در خلاء عملکرد داشتند.

مقدار خلاء عملکرد در مزارع متوسط ۶۴/۳ درصد (۳۲۲۱ کیلوگرم در هکتار) و عوامل تیمار بذریه با اسید هیومیک (۱۴ درصد)، تاریخ کاشت (۱۲/۸ درصد)، مقدار کود سرک (۴۳/۲ درصد)، محلول پاشی عناصر ریز مغذی (۶/۹ درصد)، علف کش‌های آتلانتیس + بروماید (۱۳/۳ درصد)، علف‌های هرز (۹/۸ درصد) در خلاء عملکرد سهم بودند (جدول ۲). میانگین و حداکثر عملکرد واقعی (کشاورزان) در مزارع متوسط به ترتیب 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)، علف کش‌های آتلانتیس + بروماید (۲۰/۱ درصد)، قارچ کش تیلت (۹/۵ درصد)، بیماری‌ها (۱۱/۸ درصد) و زمان برداشت محصول (۳/۲ درصد) در خلاء عملکرد سهم 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)

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)

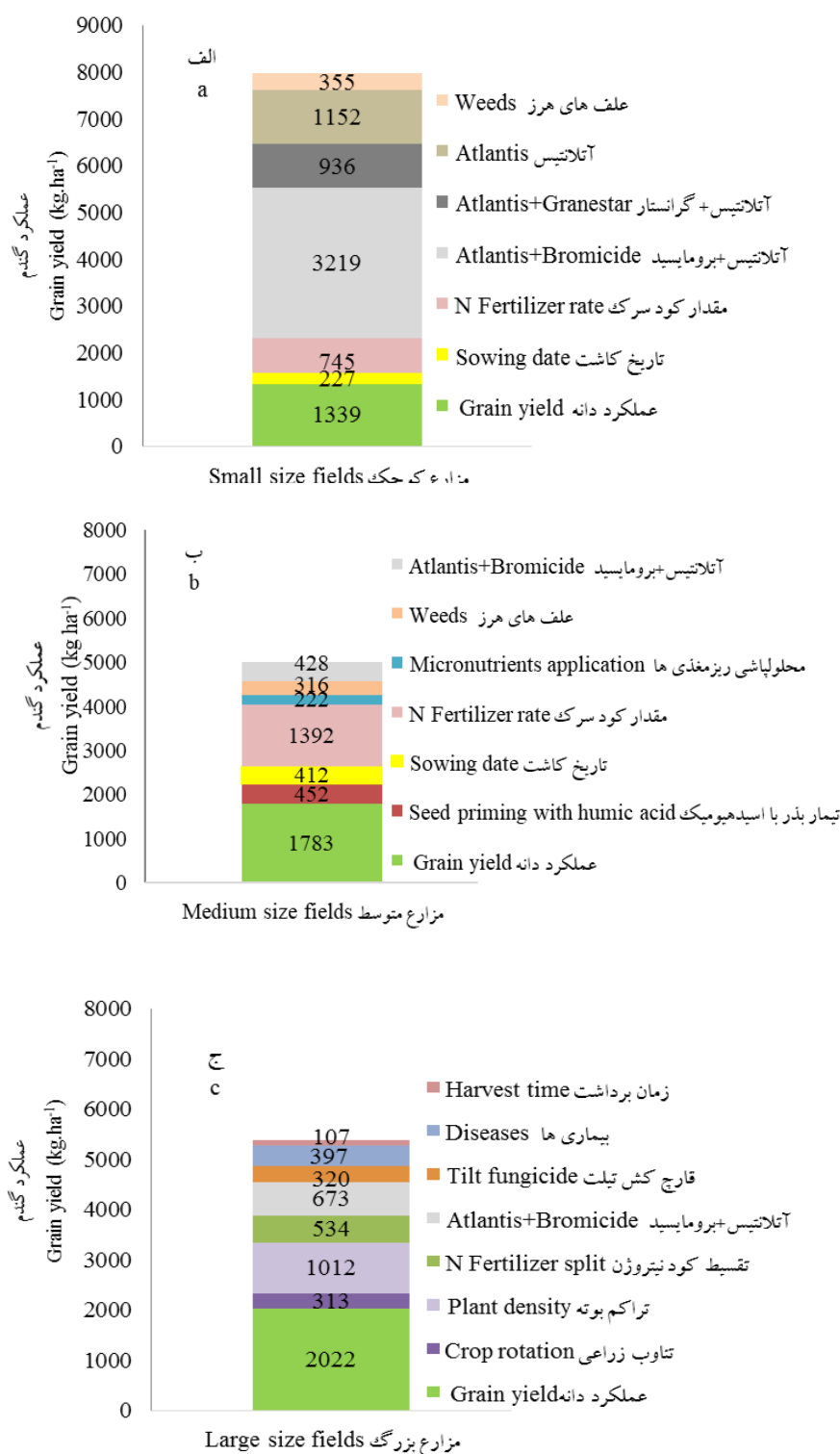
Variable	متغیر	ضریب Coefficient	متغیر در مدل Variable in model		مقادیر برآورد شده Estimated values		خلاء عملکرد Yield gap	
			میانگین Mean	مطلوب Optimum	میانگین Mean	مطلوب Optimum	(kg.ha ⁻¹)	(%)
Intercept	عرض از مبدأ	618.2	1.0	1.0	618.2	618.2		
Seed priming with humic acid	تیمار بذر با اسید هیومیک	617.1	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	محلول پاشی ریز مغذی ها	335.8	0.34	1.0	114.2	335.8	221.7	6.9
Atlantis+Bromicide	آتلانتیس + بروماید	516.2	0.170	1.0	87.8	516.2	428.5	13.3
Weeds	علف های 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		مقادیر برآورد شده Estimated values		خلاء عملکرد Yield gap	
			میانگین Mean	مطلوب Optimum	میانگین Mean	مطلوب Optimum	(kg.ha ⁻¹)	(%)
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	تقسیم کود نیتروژن	327.4	1.37	3.00	448.5	982.2	533.7	15.9
Atlantis+Bromaisid	آتلانتیس + بروماید	700.7	0.04	1.00	28.0	700.8	672.7	20.1
Tilt fungicide	فارچ کش تیل	639.4	0.50	1.00	319.7	639.4	319.7	9.5
Diseases	بیماری ها	-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

"اثر اندازه مزرعه بر عوامل موثر در خلاء عملکرد دانه گندم،... جعفرنوده و همکاران، ۱۴۰۳، ۳۵۱-۳۳۳"



شکل ۱- عوامل ایجاد کننده خلاء عملکرد در گندم دیم
مزارع کوچک (الف)، مزارع متوسط (ب) و مزارع بزرگ (ج)

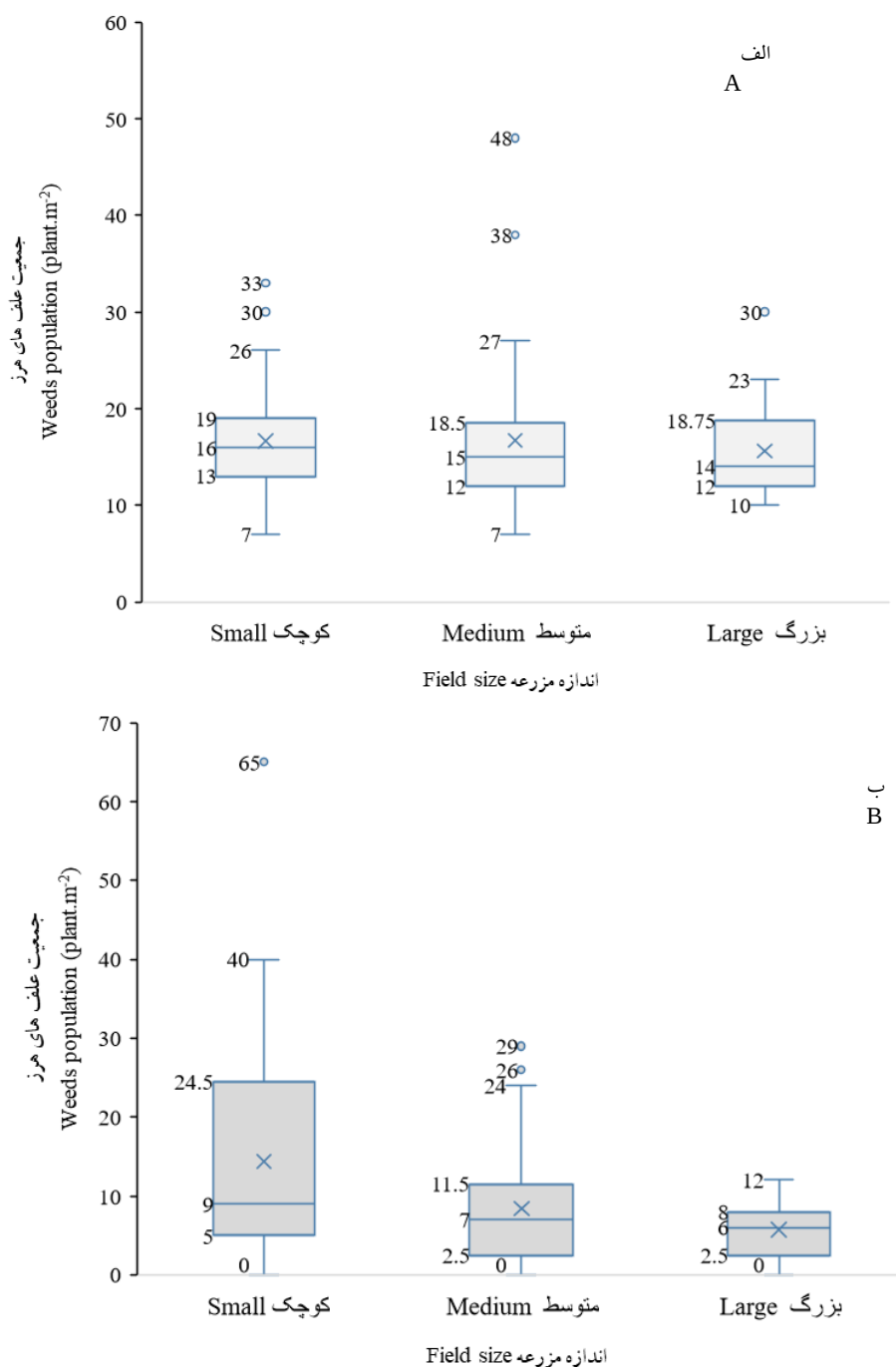
Fig. 1. constitutive factors of yield gap in rainfed wheat
small (a), medium (b) and large (c) size fields

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 دیر هنگام)، 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 arvensis*)، 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 تایپیک، ایلوکسان، آکسیال را برای کنترل علف‌هرز چچم در مرحله ۲ تا ۴ برگ علف هرز توصیه کرده است. در تحقیق حاضر از مجموع ۹۵ مزرعه، در هفت مزرعه تایپیک، در نه مزرعه اکسیال و ۲۶ مزرعه از مخلوط گرانستار+تایپیک استفاده شده بود. به عبارت 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 بذور 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 بذور خود مصرفی استفاده شده بود.

نتایج نشان داد که مقدار مصرف کود سرک با سهم ۱۱/۲ و ۴۳/۲ درصد (به ترتیب 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 به ترتیب 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). به نظر می‌رسد که در بازه زمانی یاد شده، تاریخ کاشت‌های دیر هنگام 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 به صورت دیم انجام شده بود، برتری عملکرد دانه ارقام گندم در تاریخ کاشت آذر در سال اجرای آزمایش در منطقه، احتمالاً به دلیل تعادل رطوبت بین دوره رویشی و دوره زایشی بوده است. البته این



شکل ۲- حداقل، میانگین و حداکثر جمعیت علف های هرز در مزارع کوچک، متوسط و بزرگ گندم دیم در نمونه برداری اول (قبل از سمپاشی) (الف) و نمونه برداری 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

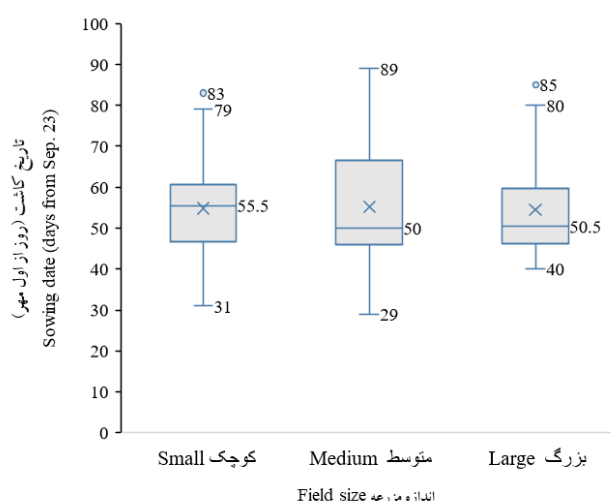
جدول ۴- میانگین مقدار مصرف کود سرک نیتروژن، تعداد دفعات مصرف کود سرک، جمعیت علف‌های هرز و عملکرد دانه واقعی گندم دیم

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 fertilizer 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

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).

موضوع صرفاً مربوط به اثر مطلق 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 بند، مصرف کود دامی،



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

داشت، به طوری 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 علف هرز چچم، به نظر می رسد که تراکم بوته بالاتر می تواند 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 بیماری ها و علف های هرز می شود. تناوب زراعی به دلیل تفاوت در نیازهای غذایی گیاهان، باعث تعادل در عناصر غذایی خاک و کمک به افزایش عملکرد دانه در گندم می شود (Abdulahi, 2016). در مزارع بزرگ، شیوع بیماری ها باعث خلاء عملکرد شده و در مزارعی که از قارچ کش تیلت استفاده شده بود، عملکردهای مناسبی تولید شد. برای مزارع بزرگ میانگین عملکرد گندم در مزارعی که از قارچ کش تیلت استفاده کرده بودند ۲۷۱۸/۳ کیلوگرم در هکتار و در مزارعی که از قارچ کش تیلت استفاده نشده بود، ۱۳۴۶/۷ کیلوگرم در هکتار بود (اختلاف معنی دار بود). در ۱۲ مزرعه از قارچ کش تیلت استفاده شده و ۱۲ مزرعه از قارچ کش استفاده نشده بود. لازم به توضیح است که مصرف تیلت به تنهایی عامل افزایش عملکرد نمی باشد، زیرا تیلت قارچ کش ضعیف تری است و اغلب با هدف پیشگیری در مزارع گندم استفاده می شود. استفاده از قارچ کش به طور غیرمستقیم نشان دهنده میزان مراقبت (مدیریت زراعی) کشاورزان است. به طور معمول اغلب کشاورزان به دلیل عدم آگاهی از

در مزارع متوسط تیمار بذری با اسید هیومیک با سهم ۱۴ درصد 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 بذری با اسید هیومیک استفاده شده بود. کشاورزان در مزارع متوسط (پنج تا ۱۰ هکتار) تمایل بیشتری به استفاده از تیمار بذری با اسید هیومیک داشتند. عدم آگاهی از فواید تیمار بذری و هزینه های کارگری جهت اجرای تیمار بذری در مزارع کوچک و دشواری فرایند تیمار بذرمالی در مزارع بزرگ، حجم بالای بذری و آغشته کردن آن با اسید هیومیک و خشکاندن بذرها و غیره، از موانع استفاده از تیمار بذرمالی می باشد. 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 معنی دار بود).

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

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 قارچ کش 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 قارچ کش‌ها خودداری می‌کنند. در مقابل تعدادی از کشاورزان از قارچ کش تیلت جهت پیشگیری از شیوع بیماری‌ها استفاده می‌کنند. به علاوه بر اساس مشاهدات و مدیریت اعمال شده در مزارع، این گونه کشاورزان سایر اقدامات مدیریتی مانند محلول‌پاشی ریز مغذی‌ها، مصرف مقدار مناسب کودهای پایه و سرک، رعایت تراکم بوته (۲۶۷) و میزان بذر مصرفی (میانگین ۲۰۵ کیلوگرم در هکتار) و علف کش 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 زود هنگام به دلیل چروکیدگی دانه و برداشت دیر هنگام 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 این 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 پنبه کاران دارای خلاء عملکرد متوسط، ۳۳ درصد دارای خلاء عملکرد کم، و ۲۵ درصد دارای خلاء عملکرد زیاد بودند. بر اساس نتایج تجزیه رگرسیون چند گانه، از ۱۶ متغیرها مستقل، متغیرهای اندازه مزرعه، استفاده از منابع اطلاعاتی و جهت گیری 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 به ترتیب ۲/۲۵ و ۳/۳۸ درصد بود. کشاورزان مزارع کوچک به دلیل ضعف منابع مالی عملکرد مطلوبی نداشتند. در مقابل در مزارع متوسط، کشاورزان از نظر منابع نسبتاً غنی و از نظر فناوری برتر بودند، از این رو خلاء عملکرد در گروه‌های با اندازه مزرعه متوسط نسبتاً 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 به موقع 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 ماشین‌آلات با اندازه مزرعه رابطه مستقیم داشت، به عبارت دیگر در مزارع بزرگ به طور فشرده‌تری از سموم و ماشین‌آلات استفاده می‌شود که این موضوع نشان دهنده تفاوت تکنولوژی در اندازه‌های مختلف مزارع گندم استان کرمان است (Mehrabi Boshrahadi, 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 معمولاً 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 آتلاتیس+برومایسید 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 مزارع بزرگ ۲۰ درصد). تاریخ کاشت، مقدار کود سرک و علف‌های هرز بین مزارع کوچک و متوسط مشترک بود. تیمار بذری 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 (۵۸/۰ 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 برگ‌گی می‌تواند مواد مغذی را به‌طور 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

فرم غیرقابل جذب عناصر غذایی 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 (Haghparsat 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 بذرها 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.

(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 به صورت 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 (Haghparsat 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 و ش 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

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

منابع مورد استفاده

- (*Triticum aestivum* L.) in dryland conditions of Kermanshah. *Journal 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., Gharekhloo, 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
- Haghparsat, 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), Khorasghan, 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 Boshrahadi, 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.V9I3.511086
- 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 Bhadradi 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 salicylic 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 Kurdistan, Sanandaj, Iran.
- WISRA (Wheat Initiative's Strategic Research Agenda). 2021.** Available online: www.wheatinitiative.org/strategic-research-agenda [accessed on 25 December 2021].